

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

Informe final

**Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos.**  
**Fase IV: Huehuetenango y Quiché.**

Equipo de investigación

**Maura Liseth Quezada Aguilar, Ph. D.**

Nombre de Investigadora: Licda. Lourdes del Rosario Rodas Duarte  
Nombre de Auxiliar de Investigación II: Br. Bianka Analí Hernández Ruano  
Auxiliar de investigación: Br Andrea Azucena Marroquín Tintí

Guatemala, 28 de noviembre de 2018

Unidad de investigación avaladora  
Instituto de Investigaciones Química y Biológicas -IIQB-  
Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Dr. Erwin Humberto Calgua Guerra  
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

Dra. Maura Liseth Quezada Aguilar, Ph. D.  
Coordinadora del proyecto

Licda. Lourdes del Rosario Rodas Duarte  
Investigador

Br. Bianka Analí Hernández Ruano  
Nombre del auxiliar de investigación II

Otros colaboradores

Br. Andrea Azucena Marroquín Tintí  
Auxiliar de investigación

Br. Alicia Elena Eufragio Blanco  
Auxiliar de investigación

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2018. 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 4.8.63.4.01. durante el año 2018 en el Programa Universitario de Investigación de Ciencias Básicas

Financiamiento aprobado por Digi: 2017 Financiamiento ejecutado: 2018

## ÍNDICE DE CONTENIDO GENERAL

Contenido	Página
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Planteamiento del problema	5
Preguntas de investigación	6
Delimitación en tiempo y espacio	6
Marco teórico	7
Estado del arte	11
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Hipótesis	13
Materiales y métodos	13
Vinculación, difusión y divulgación	22
Productos, hallazgos, conocimientos o resultados	24
Análisis y discusión de resultados	74
Conclusiones	82
Impacto esperado	83
Referencias	85

Apéndice, anexos	89
Orden de pago	126

### ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Parcela modificada de Whitaker (20 x 50 m)	14
Figura 2	Distribución de los registros de los herbarios en el departamento de Huehuetenango.	26
Figura 3	Distribución de los registros de los herbarios en el departamento de Quiché.	27
Figura 4	Frecuencia de colecta de los especímenes de los encinos blancos ( <i>Quercus</i> sect. <i>Quercus</i> ) en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.	28
Figura 5	Frecuencia de colecta de los especímenes de los encinos rojos ( <i>Quercus</i> , sect. <i>Lobatae</i> ) en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.	29
Figura 6	Riqueza de encinos blancos en el departamento de Huehuetenango.	30
Figura 7	Riqueza de encinos rojos en el departamento de Huehuetenango.	31
Figura 8	Riqueza de encinos blancos en el departamento de Huehuetenango.	32
Figura 9	Riqueza de encinos blancos en el departamento de Quiché.	33
Figura 10	Riqueza de encinos rojos en el departamento de Quiché.	34
Figura 11	Frecuencia de familias colectadas en parcelas de vegetación.	35
Figura 12	Frecuencia de géneros colectadas en parcelas de vegetación.	35



Figura 13	Frecuencia por familia de macrohongos registradas en parcelas de <i>Quercus</i> de los departamentos de Quiché y Huehuetenango.	39
Figura 14	Porcentaje por género de hongos registrado en parcelas de <i>Quercus</i> . El círculo interior corresponde a géneros reconocidos como micorrícicos, el círculo externo corresponde a géneros saprófitos.	41
Figura 15	Porcentaje por familia de hongos registrado en ecosistemas asociados a <i>Quercus</i> . El círculo interior corresponde a familias registradas en bosque nuboso, el círculo del medio a Bosque de encino y el círculo externo corresponden a Bosque Pino-Encino	42
Figura 16	Análisis de agrupamiento utilizando índice de Morisita_Horn y el método de Ward.	50
Figura 17	Análisis de ordenación NMDS (stress 0.001, $R^2=1$ ) de los ecosistemas prioritarios y especies de encino.	51
Figura 18	Perfiles de vegetación vertical de Baja Verapaz, bosque nuboso.	52
Figura 19	Perfiles de vegetación vertical de Alta Verapaz, bosque nuboso	53
Figura 20	Perfiles de vegetación vertical de Zacapa, bosque nuboso	54
Figura 21	Perfiles de vegetación vertical de Chiquimula, bosque nuboso	55
Figura 22	Perfiles de vegetación vertical de Jalapa y Zacapa, bosque degradado.	56
Figura 23	Perfiles de vegetación vertical de Chiquimula, bosque degradado.	57
Figura 24	Perfiles de vegetación vertical de Alta Verapaz e Izabal, Selvas.	58
Figura 25	Perfiles de vegetación vertical de Petén, Selvas.	59

Figura 26	Perfiles de vegetación vertical de Alta Verapaz, bosques de pino-encino.	60
Figura 27	Perfiles de vegetación vertical de Jalapa, bosques de pino-encino.	61
Figura 28	Perfiles de vegetación vertical de Santa Rosa, bosques de pino-encino.	62
Figura 29	Perfiles de vegetación vertical de Zacapa, bosques de pino-encino.	63
Figura 30	Perfiles de vegetación vertical de Chiquimula, Izabal y Jutiapa, bosques de pino-encino.	64
Figura 31	Perfiles de vegetación vertical de Petén, bosques de encino.	65
Figura 32	Perfiles de vegetación vertical de Alta Verapaz y Baja Verapaz, bosques de encino.	66
Figura 33A	Perfiles de vegetación vertical de Jutiapa, bosques de encino.	67
Figura 33B	Perfiles de vegetación vertical de Jutiapa, bosques de encino.	68
Figura 34A	Perfiles de vegetación vertical de Jalapa, bosques de encino.	69
Figura 34B	Perfiles de vegetación vertical de Jalapa, bosques de encino.	70
Figura 35A	Perfiles de vegetación vertical de Santa Rosa, bosques de encino.	71
Figura 35B	Perfiles de vegetación vertical de Santa Rosa, bosques de encino.	72
Figura 36	Perfiles de vegetación vertical de Izabal, bosques de encino.	73
Figura 37	Perfiles de vegetación vertical de Chiquimula, bosques de encino.	73

## ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Riqueza de encinos reportada por Standley y Steyermark en 1952, para los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula, con nombres actualizados y sinonimias revisadas	8
Tabla 2	Secciones de la boleta etnobiológica y preguntas de cada sección	16
Tabla 3	Riqueza y distribución de encinos registrada para los departamentos de Huehuetenango y Quiché.	25
Tabla 4	Especies colectadas en las parcelas de vegetación.	36
Tabla 5	Diversidad de macromicetos colectadas en asociación con especies de encino.	39
Tabla 6	Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Huehuetenango y Quiché, sobre el conocimiento de los encinos.	43
Tabla 7	Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Huehuetenango y Quiché, sobre la comercialización de los productos de encino.	45
Tabla 8	Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Huehuetenango y Quiché, sobre la comercialización de los productos de encino.	46
Tabla 9	Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles en Huehuetenango y Quiché.	46
Tabla 10	Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles en Huehuetenango y Quiché.	48

Tabla 11	Distribución de registros de especies de <u>Quercus</u> en ecosistemas prioritarios.	48
----------	--	----

### ÍNDICE DE APÉNDICE

		Página
Anexo 1	Localidades de colecta, puntos y parcelas de vegetación.	89
Anexo 2	Láminas hongos micorrízicos registrados en los bosques de encinos. A. <i>Ramaria</i> , B. <i>Cortinarius</i> , C. <i>Russula</i> , D. <i>Amanita</i> E. <i>Phylloporus</i> . F. <i>Entoloma</i> .	98
Anexo 3	Láminas hongos saprófitos registrados en los bosques de encinos A. <i>Marasmius</i> , B. <i>Mycena</i> , C. <i>Polyporus</i> , D. <i>Marasmiellus</i> E. <i>Mycena</i> . F. <i>Hygrophorus</i> . G. <i>Ganoderma</i>	99
Anexo 4	Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Asociación de Mujeres Pinax Konob AMEDIPK, Santa Eulalia, Huehuetenango.	100
Anexo 5	Listado de asistentes a taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Asociación de Mujeres Pinax Konob AMEDIPK, Santa Eulalia, Huehuetenango.	101
Anexo 6	Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Nebaj, Quiché.	102
Anexo 7	Listado de asistentes a taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Nebaj, Quiché.	103
Anexo 8	Mapa de distribución de encinos en bosque nuboso y selvas.	104
Anexo 9	Mapa de distribución de encinos en bosques degradados.	104
Anexo 10	Mapa de distribución de encinos en bosques de pino-encino.	105

Anexo 11	Mapa de distribución de encinos en bosques de encino.	105
Anexo 12	Material de divulgación. Guía rápida para la identificación de robles o encinos.	106
Anexo 13	Material de divulgación. Calendario 2019. Tipos de ecosistemas donde se encuentran los encinos y las especies representativas para cada ecosistema.	106
Anexo 14	Material de divulgación. Aplicación para identificación de encinos.	107
Anexo 15	Láminas de especies de encinos blancos colectadas en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.	108
Anexo 16	Láminas de especies de encinos rojos colectadas en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.	117
Anexo 17	Listado de especies arbóreas asociadas a encinos según talleres etnobotánicos.	130

**Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos.  
Fase IV: Huehuetenango y Quiché.**

**1. Resumen**

En esta fase se actualizó el conocimiento de encinos (*Quercus* spp.) para Huehuetenango y Quiché, obteniéndose 462 registros provenientes de colectas y 164 de bases de datos de herbarios. Se determinaron 10 especies de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 15 de la sección *Lobatae* (encinos rojos), se citan nueve especies más según a Flora de Guatemala. El mayor número de registros se localizó en Quiché (330). Para Huehuetenango se registran 24 especies, siendo nuevos registros *Q. pacayana* y *Q. xalapensis*. Para el departamento del Quiché se registraron 20 especies, de las cuales *Q. pacayana*, *Q. polymorpha*, *Q. rugosa*, *Q. segoviensis*, *Q. vicentensis*, *Q. benthamii*, *Q. crispifolia*, y *Q. salicifolia* son nuevos registros. Especies como *Q. xalapensis*, *Q. salicifolia*, y *Q. lancifolia* están restringidas bosque nuboso, y *Q. crispifolia* y *Q. polymorpha* es típica de bosque de encino. Se colectaron 47 especímenes de árboles asociados, los cuales corresponden a 34 familias botánicas. Para macrohongos asociados, se recolectó un total de 48 ejemplares correspondientes a 27 géneros, 22 familia, el 30% corresponde a géneros micorrícicos. Se realizaron cuatro 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, 21 especies están asociadas a bosques mixtos de Pino-Encino, 19 a bosques nuboso ,y ocho especies son bosques encino.

**2. Palabras clave**

bosques nubosos, bosques de encino, selvas, pino-encino, etnobiología.

### 3. Abstract and keyword

In this phase the knowledge of oaks (*Quercus* spp.) for Huehuetenango and Quiché, we obtaining 462 records from collections and 164 from herbarium databases. Ten species of the section *Quercus* (white oaks) and 15 of the section *Lobatae* (red oak) were determined, nine more species are cited according to Flora of Guatemala. The largest number of records was located in Quiché (330). For Huehuetenango 24 species are recorded, with new records *Q. pacayana* and *Q. xalapensis*. For the department of Quiché, 20 species were recorded, of which *Q. pacayana*, *Q. polymorpha*, *Q. rugosa*, *Q. segoviensis*, *Q. vicentensis*, *Q. benthamii*, *Q. crispifolia*, and *Q. salicifolia* are new records. Species such as *Q. xalapensis*, *Q. salicifolia*, and *Q. lancifolia* are restricted cloud forest, and *Q. crispifolia* and *Q. polymorpha* is typical of oak forest. 47 specimens of associated trees were collected, which correspond to 34 botanical families. A total of 48 specimens for associated macrofungi were collected, corresponding to 27 genera and 22 families, 30% correspond to mycorrhizal genera. Four workshops with people from the communities, where people identify oak species and highlight their importance in the provision of water and oxygen and recognize them as preferred for firewood and search for edible fungi. Of the records analyzed, 61% (28 species) are currently located in degraded forests, 21 species are associated with Pino-Encino mixed forests, 19 are cloud forests, and eight species are oak forests.

#### Key words

cloud forests, oak forests, forests, pine-oak, ethnobiology.

#### 4. Introducción

Los sistemas montañosos del istmo centroamericano explican en gran medida el intercambio biótico entre norteamérica y suramérica, siendo predominantes los bosques de encino, pino-encino, aunque suelen encontrarse selvas, bosques nubosos y bosques secos (Kappelle, 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. 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 et al., 2015). Esto explica, el por qué los encinos mesoamericanos marcan una reducción considerable en su riqueza hacia el sur, existiendo una sola especie en Colombia (Nixon, 2006). 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).

En el continente americano, se estima que existen alrededor de 200 especies de *Quercus*, de las cuales entre 150 a 175 poseen distribución tropical, siendo México el que posee el mayor número de especies (165) (Kappelle, 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 29 (Quezada, Rodas-Duarte, Valencia-A, Chew, & 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, 2015,2016; Quezada, Rodas-Duarte, Hernández & Marroquín-Tintí, 2017).

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., 2017). Por lo tanto, continuar con la documentación de las especies de *Quercus*, 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.

Durante el 2018, se actualizó el listado de especies para los departamentos de Huehuetenango y Quiché por medio de colectas sistemáticas, así como una revisión y curación de los registros de *Quercus* en los herbarios nacionales y bases de datos de herbario extranjeros disponibles en la web. Además, se realizaron tres talleres participativos para documentar la percepción de la población en relación al conocimiento, su importancia cultural, económica y ecológica de las especies de encino y hongos asociados.

## **5. Planteamiento del problema**

Los encinos constituyen una parte importante de la diversidad biológica del país, formando asociaciones vegetales de importancia biológica pues cuentan con alto número de interacciones con especies de flora, fauna y hongos (Kappelle, 2006). Asimismo, los bosques de encino se reconocen por ser hábitat de un gran número de especies endémicas. Estos bosques suministran una gran variedad de servicios ecosistémicos a las comunidades, ya que ayudan a la captación de agua, a la regulación de la temperatura, proveen a la población de fuente energética, siendo éstas especies las preferidas por la población rural para uso de leña o carbón (Claro-Valdéz & Castañeda-Abad, 2015). Sin embargo, a pesar de su importancia, los bosques de encino se encuentran altamente amenazados por la pérdida y degradación de hábitat debido principalmente al avance de la frontera agrícola, cambio de uso de suelo por la creciente urbanización, entre otras causas antrópicas y naturales. Por otra parte, la mayoría de especies de encino en Guatemala están asociadas a climas templados, por lo cual también se encuentran amenazadas por el cambio climático; lo que puede alterar sus patrones de crecimiento y reproducción.

Huehuetenango y Quiché, constituyen dos de los departamentos con mayor diversidad biológica y un alto número de especies endémicas (Véliz, 2013). Actualmente estos presentan alrededor del 35% de cobertura forestal; siendo los bosques de encino los ecosistemas predominantes en estos departamentos. A su vez, son estos departamentos los que presentan la mayor demanda de leña, siendo las especies de encino las más utilizadas (Instituto Nacional de Bosques [Inab], 2015). La alta demanda de leña, está asociada al elevado número de población en condiciones de pobreza de estos departamentos. Por tanto, ha de esperarse que los bosques de encino provean a la población servicios y bienes ilimitados, los cuales son utilizados para cubrir sus necesidades básicas. Por esta razón, es prioritario establecer la diversidad y distribución de las especies de encino para estos departamentos, principalmente en el Quiché, en donde Quezada y colaboradores (2017) reporta 11 especies, con solamente 31 registros, los cuales corresponden a seis localidades. Por lo cual se evidencia la alta diversidad de este género en este departamento, así como los vacíos de información que presenta. Del mismo modo, estos departamentos no presentan un listado de las especies más

utilizadas para leña, por lo cual no se tiene información de la vulnerabilidad de las especies y planes de manejo que permitan su permanencia en el tiempo. Considerando lo anterior, es importante llevar a cabo una actualización y confirmación de los registros de las especies de encinos y su distribución en los bosques de estos departamentos, así como registrar datos de su uso, preferencia y vulnerabilidad según la percepción de las comunidades que utilizan estos bosques. A su vez, es importante establecer una forma efectiva de divulgación de los resultados, así como elaborar herramientas como claves de determinación y guías de campo que permitan una mejor determinación de las especies. Estas guías están orientadas a técnicos y población en general para que puedan valorizar la diversidad de encinos con la que cuenta el país.

## **6. Preguntas de investigación**

Las preguntas que se respondieron con esta investigación son:

Primaria

¿Cuál es la diversidad de encinos en los departamentos de Huehuetenango y Quiché?

Secundarias

¿Cuál es la distribución actual de las especies dentro de los departamentos?, ¿Con qué especies de flora están asociados los encinos? ¿Cuáles son los usos y valoración cultural de las especies de encinos y hongos asociados en la población guatemalteca? ¿Qué hongos comestibles se encuentran asociados a estas especies? ¿Cuál es el nivel de conservación y vulnerabilidad de las especies en los once departamentos estudiados?

## **7. Delimitación en tiempo y espacio**

Esta investigación se realizó en los departamentos de Huehuetenango y Quiché, con más énfasis en Quiché dado los pocos registros y localidades reportadas en este departamento. La fase de gabinete se llevó a cabo en los meses de febrero-abril, la cual consistió en la planificación de los viajes de campo, elaboración de las fichas de descripción de las especies con posibilidad de encontrarse en estos departamentos, seleccionar los descriptores para realizar los perfiles ecológicos, así como los mapas de distribución potencial en contraste con los mapas de cobertura forestal, en base en la información recabada durante los últimos tres

años. La fase de campo se realizó durante los meses de abril-octubre, en donde se llevaron a cabo seis viajes de colecta, cuatro viajes hacia Quiché y dos a Huehuetenango. La fase de herbario se realizó durante los meses de julio a noviembre, en donde se llevó a cabo el procesamiento de las muestras colectadas, identificación taxonómica, elaboración de mapas de distribución actual, elaboración de clave de determinación y guías de campo por región.

## **8. Marco teórico**

### *Los encinos o robles (Quercus)*

Los encinos o robles 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 (Kappelle, 2006).

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 Quiché y Huehuetenango, estos autores citan 16 especies de encinos, sin embargo, Quezada, Rodas, Valencia-A, Chew y Marroquín-Tintí (2017) citan 21 especies, en donde algunas especies citadas en 1952 corresponden a sinonimias.

*Encinos blancos (sect. Quercus):*

*Quercus bumelioides* Liebm.; *Quercus corrugata* Hook.; *Quercus oocarpa* Liebm.; *Quercus lancifolia* Schltld. & Cham.; *Quercus pacayana* C.H. Mull.; *Quercus peduncularis* Née; *Quercus polymorpha* Schltld. & Cham.; *Quercus purulhana* Trel.; *Quercus rugosa* Née; *Quercus segoviensis* Liebm.; *Quercus vicentensis* Trel.

*Encinos rojos (sect. Lobatae):*

*Quercus acatenangensis* Trel.; *Quercus acutifolia* Née.; *Quercus benthamii* A.DC.; *Quercus borucasana* Trel.; *Quercus calophylla* Schltld. & Cham.; *Quercus crassifolia* Bonpl.; *Quercus crispifolia* Trel.; *Quercus crispipilis* Trel.; *Quercus elliptica* Née.; *Quercus flagellifera* Trel.; *Quercus gulielmi-treleasei* C.H. Mull.; *Quercus salicifolia* Née. *Quercus sapotifolia* Liebm.; *Quercus skinneri* Benth.; *Quercus tristis* Liebm.; *Quercus xalapensis* Bonpl.

Para los departamentos estudiados Standley y Steyermark (1952) registraron 16 especies de encinos (Tabla 1).

Tabla 1

Riqueza de encinos reportada por Standley y Steyermark en 1952, para los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula, con nombres actualizados y sinonimias revisadas

Espece	Huehuetenango	Quiché
<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	*	*
<i>Quercus acutifolia</i> Née	*	*
<i>Quercus borucasana</i> Trel.	*	
<i>Quercus calophylla</i> Schltld. & Cham.	*	*

<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	*	*
<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	*	*
<i>Quercus peduncularis</i> Née	*	*
<i>Quercus polymorpha</i> Schltl. & Cham.	*	
<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	*	*
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	*	
<i>Quercus tristis</i> Liebm.	*	
<i>Quercus flagellifera</i> Trel.	*	
<i>Quercus hondurensis</i> Trel.	*	
<i>Quercus oocarpa</i> Liebm.	*	
<i>Quercus pilicaulis</i> Trel.	*	
<i>Quercus skinneri</i> Benth.		*

#### *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 (Valencia-A., 2004). 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

calidad 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), por lo cual constituyen un elemento clave en ambientes templados húmedos y subhúmedos (Nixon, 1993).

Los encinos a menudo se encuentran donde no hay árboles de pino y frecuentemente se encuentran en asociaciones de bosques mixtos. La región del altiplano, en los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Quetzaltenango, Quiché, Huehuetenango y San Marcos, ofrecen las áreas con mayor cobertura de encinos en las montañas (Martínez, Solano, & Corral, 2010). Sin embargo, según Quezada y colaboradores (2017), muestra que para Quiché únicamente existen 31 registros pertenecientes a 11 especies y para Huehuetenango, existen 120 registros que pertenecen a 12 especies, lo que evidencia el poco conocimiento de este género para estos departamentos con alta cobertura boscosa. Esto puede ser debido a los diferentes conflictos en la historia que han ocurrido en estas áreas.

#### *La conservación de los bosques de encino en Guatemala*

La Lista de Especies Amenazadas (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [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.

#### *Perfiles ecológicos*

Los perfiles ecológicos son diagramas o tablas de frecuencias de una especie en función de clases o segmentos de un descriptor, y se define como perfil ecológico a una serie de frecuencias ordenadas según las magnitudes sucesivas del descriptor considerado (Daget &

Godron, 1982). Los perfiles ecológicos se basan en que un descriptor físico-geográfico puede existir en la naturaleza bajo un número limitado de clases, estados o variables discretas y que algunas especies son sensibles a una o varias de estas clases. Los descriptores más comunes son: la altitud, la litología, los suelos, las precipitaciones y las temperaturas medias anuales, las pendientes del terreno y su exposición (Claro-Valdéz & Castañeda-Abad, 2015).

Existen diversos tipos de perfiles ecológicos que pueden dividirse en dos grandes grupos: los perfiles brutos y los perfiles elaborados. Los perfiles brutos se establecen a partir de frecuencias absolutas y se distinguen dos tipos: los perfiles de conjuntos y los perfiles de frecuencias absolutas. Por su parte, los perfiles elaborados se establecen para cada especie y para cada uno de los descriptores. Estos se subdividen en dos tipos: los de frecuencias relativas y los de frecuencias corregidas.

### *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).

## **9. 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 y Chiquimula. Siendo el hallazgo principal el registro de un mayor número de especies que registraba la flora, 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, 2018).

### **10. Objetivo general.**

Determinar la diversidad y distribución de especies de *Quercus* sp. (encinos), su estado de conservación y evaluación de los servicios ecosistémicos en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.

### **11. Objetivos específicos**

- Determinar la diversidad y distribución de especies de *Quercus* que ocurren en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.

- Documentar la vegetación y hongos asociados a las especies de encino en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.
- Documentar la importancia de usos y valoración cultural de estas especies en las poblaciones guatemaltecas.
- Evaluar por medio de perfiles ecológicos las comunidades de encino más vulnerables y establecer ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados desde 2015-2018.

## **12. Hipótesis (si aplica).**

Dado que es una exploración de la diversidad y distribución actual de encinos para Guatemala, la hipótesis no aplica.

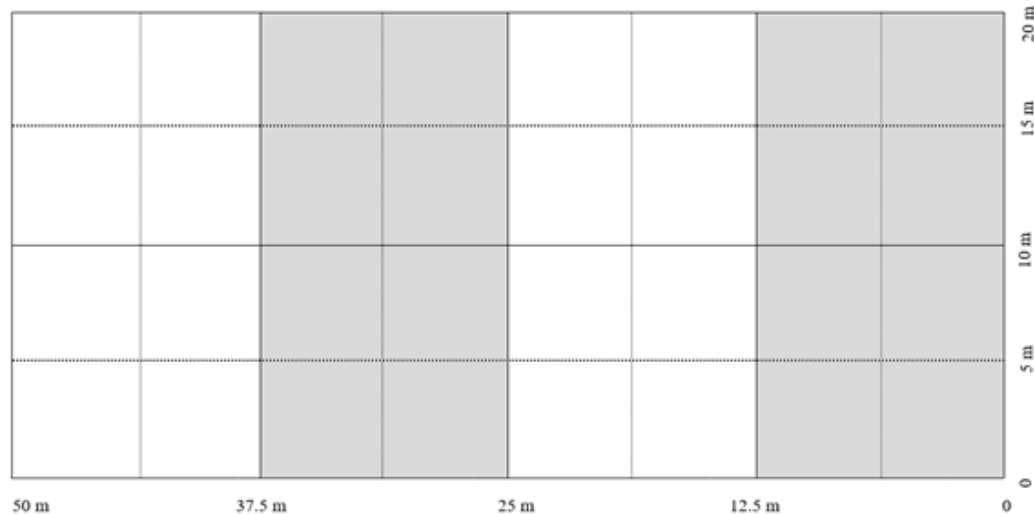
## **13. Materiales y métodos**

13.1 Enfoque y tipo de investigación: Mixta; No experimental, 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 Huehuetenango y Quiché en la base de datos proveniente de los ejemplares de herbario de Guatemala (Uval, Aguat, Bigu, USCG), de las bases que se encuentran en línea, tales como Mobot (Tropicos), Plant List, Oak of de World, GBIF, entre otras, y de las citadas en la literatura revisada. Por medio de los mapas de cobertura forestal para Guatemala 2012 se desarrollarán los mapas de distribución actual, se utilizó el programa Arc Gis 10.3®. La recolección de datos en el campo se realizó por medio de parcelas modificadas de Whitaker (Figura 1). Se realizaron 13 parcelas donde se recabará información de las especies de encinos, especies arbóreas y hongos asociados. En cada parcela se considerará la estructura y composición de especies arbóreas (encinos y otras especies presentes), también se tomó los datos espaciales para posteriormente georreferenciarlos (latitud, longitud y altitud). Así mismo se recolectó por medio de puntos en el camino de

recorridos, logrando tomar 154 puntos. Esto debido a que de esta manera se logró abarcar más extensión territorial de estos departamentos. (Figura 2).



**Figura 1.** Parcela modificada de Whitaker (20 x 50 m)

### 13.3 Técnicas e instrumentos:

#### *Técnica biológica*

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

Proceso de herborización e ingreso de especímenes botánicos colectados:

- a) Prensado: Se colocaron los ejemplares colectados, de aproximadamente 30 cm de largo, dentro de hojas de papel periódico a los que se le apuntó un número de colecta y la fecha. Luego se colocaron cartones corrugados intercalados entre los especímenes y se utilizó una prensa botánica para secar los especímenes.
- b) Cuando las muestras se encontraron ya secas se colocaron en una bolsa plástica debidamente identificada, para luego llevarlas a un congelador y ser sometidas al proceso de cuarentena, donde deben permanecer a bajas temperaturas ( $-19^{\circ}\text{C}$ ) en por 7 días.

- c) **Identificación:** Luego que los especímenes pasaron por su etapa de cuarentena se procedió a llevarlos al área de identificación del Herbario, donde se utilizó estereoscopios y claves de identificación taxonómica de las cuales el herbario cuenta principalmente con libros como la Flora de Guatemala, Flora Mesoamericana, The Central American Species of Quercus.
- d) **Elaboración de etiquetas:** Se ingresaron los datos de los especímenes a la base de datos del Herbario, se le asignó un número de registro de herbario y se imprimieron las etiquetas.
- e) **Montaje:** Cada muestra identificada y con etiqueta se colocó en el papel de montaje, libre de ácido y con medida estándar de 42 cm x 29.5 cm. La muestra se pegó con goma blanca escolar y se aseguró la muestra con puntadas de hilo. Por último se le colocó la etiqueta.
- f) Se escanearon los especímenes y se intercalaron dentro de los armarios de la colección.

Proceso de colecta e ingreso de especímenes de hongos colectados:

- a) **Fotografió** el hongo en su hábitat original y se le asignó un número único de colecta y se anotó en la libreta de campo con anotaciones del lugar y características de los hongos.
- b) Luego se introdujo un cuchillo, unos cuantos centímetros por debajo de la base del hongo para removerlo sin dañar el estípite si en caso éste tuviera. Se colectó como mínimo 3 cuerpos fructíferos por cada especie de hongo.
- c) Se colocaron los hongos en cajas plásticas para su traslado del campo.
- d) Posteriormente el hongo se describió según sus características macroscópicas con una boleta de campo.
- e) Los hongos se sacudieron y se les colocó un spray de alcohol etílico al 90% para eliminar insectos fungívoros y se trasladaron a una secadora.
- f) Seguidamente se trasladaron al Herbario USCG donde se realizó la correspondiente descripción microscópica e identificación.
- g) Por último se depositaron en las colecciones de referencia del Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas.

*Técnica Social*

Se realizaron entrevistas para documentar el conocimiento tradicional de las comunidades que tienen de las especies de encinos y su importancia como recurso. Para recabar la información etnobotánica, se contactó a líderes de dos comunidad, que permitieron realizar los talleres participativos. Se realizó un taller por departamento, en Santa Eulalia, Huehuetenango y en Nebaj, Quiché. Se realizaron talleres participativos en base a un cuestionario semiestructurado utilizado en 2017, el cual fue revisado y reestructurado para documentar el conocimiento tradicional de las comunidades sobre las especies de encinos, su importancia y hongos asociados. Para recabar la información etnobiológica se contactó con líderes de al menos una comunidad, realizándose los talleres durante el mes de agosto y septiembre en una comunidad de cada uno de los departamentos. La documentación se realizó por medio de papelógrafos y se grabó con la autorización de los participantes para registrar la información etnobiológica de una mejor manera. La comunidad fue seleccionada por accesibilidad y cercanía a los sitios de colecta. La información obtenida fue sistematizada para determinar la importancia socio-económica de las especies de encinos y hongos asociados, así como su importancia en la disponibilidad de hongos comestibles en la región (Tabla 2; Anexo 11).

Tabla 2.

*Secciones de la boleta etnobiológica y preguntas de cada sección.*

<b>Sección boleta etnobotánica</b>	<b>Preguntas en cada sección</b>
Conocimiento de encinos o robles	<p>¿Conoce los árboles de encino o roble?</p> <p>¿Cómo distingue los encinos de otros árboles?</p> <p>¿Qué variedades de encinos o robles conoce?</p> <p>¿Cómo se diferencian las diferentes variedades?</p> <p>¿Qué variedades botan las hojas?</p>

---

¿En qué fecha botan las hojas los encinos?

¿En qué fecha sacan de nuevo sus hojas?

¿En qué época del año producen semillas cada variedad de encino?

¿Cuántos años tarda el encino en crecer y dar semilla?

¿Qué animales se comen los frutos de los encinos?

¿Qué variedad es la que usted cree que corre mayor peligro en desaparecer, por qué?

¿Qué otras especies de árboles crecen asociadas a los encinos?

¿Usted cree que los bosques de encino están en peligro?

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

¿Cómo podrían protegerse mejor los bosques de encino?

---

Importancia socioeconómica de encinos o robles.

¿Qué beneficios le proveen los bosques de encino?

¿Para qué se utilizan las diferentes variedades de encino?

Leña, Carbón, otros.

---

Hongos

¿Qué son los hongos?

¿Qué hongos conoce que crecen en los bosques de encino?

¿En dónde se encuentran los hongos?

---

---

¿En qué época del año mira más hongos?

¿Ha visto un cambio en la época y cantidad de hongos que salen con respecto a otros años?

¿Qué usos tienen los hongos?

---

Importancia socioeconómica de encinos o robles.

¿Consumen ustedes los hongos como alimento?

¿Los hongos que comen los colecta (0404) o los compra (04010)?

¿Quiénes buscan los hongos?

¿Cómo sabe que un hongo está listo para comerse?

¿Sabe de otros hongos que se comen, pero usted no lo hace?

¿Colecta hongos para vender?

¿En dónde los venden y a qué precio?

Las personas que compran ¿Son de la comunidad o de otros lugares?

¿En dónde compra los hongos que consume y a qué precio?

¿Qué hongo tiene mejor sabor?

---

### Perfiles de vegetación

Los datos utilizados fueron los recabados por Quezada, *et al.* (2016; 2017) en 65 parcelas modificadas de Whitaker (20 x 50 m), durante las colectas en Petén, Alta y Baja Verapaz (2015), Santa Rosa, Jutiapa y Jalapa (2016) y 26 parcelas de los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula (2017) (Quezada, *et al.* 2016). De las cuales se recabaron los siguientes datos: 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. Así mismo se utilizaron las especies identificadas de encinos con lo que se realizaron esquemas, tomando en cuenta la morfología de las hojas para cada especie. Y se realizaron esquemas generales para *Pinus* y para la vegetación asociada. Con dichos esquemas por medio del programa *Photoshop*® y los datos anteriormente mencionados se realizaron perfiles de vegetación de Richards (1996).

#### 13.4 Operacionalización de las variables o unidades de análisis:

Objetivo específicos	Variables	Técnicas	Instrumentos	Medición o cualificación
Determinar la diversidad y distribución de especies de <i>Quercus</i> que ocurren en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.	Riqueza y distribución de encinos que ocurren en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.  (Cuantitativa)	Parcelas modificadas de Whitaker (20 x 50 m).  Elaboración de parcelas de vegetación y generación de mapas de distribución de las especies reportadas.  Georreferenciación de especímenes de herbario sin coordenadas geográficas.	Boleta de toma de datos de composición y estructura de vegetación.  Base de datos generada a partir de revisión bibliográfica.  Base de datos generada a partir de revisión bibliográfica, ejemplares de herbario (utilizando Diccionario Geográfico) y colectas (utilizando GPS), utilizando el programa Arc GIS 10.3®	Número de especies de encino.  Estructura de los ejemplares de encinos y especies arbóreas asociadas (DAP, altura, frecuencia, forma y ancho de copa).  Localidades reportadas para la distribución de encinos tabuladas y mapeadas.
Documentar la vegetación y	Riqueza y composición de	Parcelas modificadas de	Boleta de toma de datos de	Diversidad alfa y beta de especies arbóreas y



hongos asociados a las especies de encino en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.	especies arbóreas y de hongos asociadas a las especies de encino	Whitaker (20 x 50 m).	composición y estructura de vegetación y colecta de hongos asociados.	hongos asociados con las especies de encino.  Análisis de la estructura del estrato arbóreo de la parcelas (DAP, altura, frecuencia, forma y ancho de copa)
Documentar la importancia de usos y valoración cultural de estas especies en las poblaciones guatemaltecas.	Uso y valoración cultural de las especies de encino y hongos comestibles asociados en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.  (Cuantitativas y cualitativas)	Entrevista semi-estructurada y talleres participativos.	Cuestionario de preguntas claves para desarrollar vía entrevista o taller participativo.	Número de especies de encinos y hongos identificadas por los pobladores.  Número de usos registrados para especies de encino y hongos por los pobladores.  Valoración económica y cultural de las especies de encino y hongos asociados por los pobladores.
Evaluar por medio de perfiles de ecológicos las comunidades de encino más vulnerables y establecer ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados desde el 2015-2018.	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,	Frecuencias corregidas por descriptor para cada una de las especies de encino y especies asociadas.  Traslape de capas generadas (frecuencia corregidas y todas las capas físicas)  Análisis de asociaciones vegetales y	Boletas de campo de parcelas de vegetación  ArcGis 10.3 programa estadístico CALCPERF	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>Mapa de altitudinal.</p> <p>Otras capas o descriptores que nos permitan la evaluar las condiciones físicas de la distribución de las especies</p>	<p>distribución de las mismas.</p>		
--	--	------------------------------------	--	--

### 13.7 Procesamiento y análisis de la información:

#### *Determinación de especies vegetales*

Los especímenes fueron procesados mediante la herborización, secado y cuarentena. Posteriormente se realizó la identificación taxonómica de las muestras utilizando para esto claves dicotómicas, entre ellas la Flora of Guatemala (Standley & Steyermark, 1952), Flora de Nicaragua (Stevens, Ulloa, Pool & Montiel, 2001) y The Central American Species of Quercus (Muller 1942). Las muestras fueron depositadas en el Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas, asignándoles un número de registro y donde podrán ser consultadas posteriormente.

#### *Determinación de especies fúngicas*

Previo a la determinación, los ejemplares se fotografiaron en campo y se realizaron descripciones macroscópicas de los ejemplares. Posteriormente, tomando como base las descripciones realizadas, fotografías en campo y la bibliografía correspondiente, los ejemplares fueron determinados taxonómicamente hasta donde fue posible (familia, género y especie/morfoespecie). Para la determinación se utilizaron las claves dicotómicas de Singer (1986), Largent y Baroni (1977, 1988), y las guías de campo de Mata (1999), Franco-Molano et al (2005), Halling y Mueller (2005) luego los ejemplares fueron asignados según su hábito por familia en base a Cannon y Kirk (2007), los ejemplares fueron depositados en el Herbario USCG. Posteriormente los datos fueron tabulados en una hoja de cálculo, para su posterior análisis mediante estadística descriptiva.

### *Actualización de listado de encinos para los departamentos de Huehuetenango y Quiché.*

Con los datos recabados en las colecciones de herbario nacionales y extranjeros se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo para los registros totales de los departamentos estudiados, la cual incluye información de la especie, localidad de la colecta, coordenadas geográficas, altitud, fecha de colecta y colectores. La información obtenida fue revisada y depurada por medio de la verificación de sinonimias y nombres actuales utilizando el sitio web de The Plant List (2013) y publicaciones recientes (Valencia-A, 2004; Valencia-A, Flores-Franco, & Jiménez-Ramírez, 2015; Valencia-A, Coombes & Villaseñor, 2018).

### *Análisis de datos elaboración de mapas de distribución*

Los mapas de distribución se realizaron utilizando el programa ArcGis 10.5, donde se proyectaron los puntos de las coordenadas de ejemplares de encino para estos departamentos, de los registros obtenidos por medio de la revisión de las colecciones de herbarios nacionales y bases de datos internacionales disponibles en línea provenientes de las colectas.

### *Análisis de datos etnobiológicos*

Los datos etnobiológicos fueron analizados utilizando estadística descriptiva, donde se priorizaron siete preguntas para la importancia de encinos para los comunitarios y siete consultas para la importancia de estos bosques en la disponibilidad de hongos comestibles. Posteriormente, se obtuvieron las frecuencias de las respuestas dadas por los comunitarios.

### *Análisis de datos de perfiles de vegetación*

Con los datos obtenidos a partir de las bases de datos de Quezada, *et al.* (2016 y en prensa) se realizaron análisis de frecuencia del género en los sitios de colecta. Se agruparon cada perfil de parcela de vegetación en cinco tipos de ecosistemas (bosque nuboso, bosque degradado, selvas, pino-encino y encino).

## **14. Vinculación, difusión y divulgación**

### *Vinculación*

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 Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sostenibilidad (IIES) de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Escuela Nacional de Estudios Superiores 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, (OACN por sus siglas en inglés), en conjunto con la 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, Dra. Jeannine Cavender-Bares, entre otros investigadores. A nivel nacional se vinculó principalmente con el Conap, Inab y la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, con la impartición de 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, a lo interno de la Usac, se participó en conferencias con los Centro Universitarios de la Universidad: en el Centro Universitario de Nor-Occidente -CUNOROC- y el Centro Universitario de Quiché -CUSACQ-.

### *Difusión y divulgación*

#### Guía rápida para la identificación de encinos o robles

Se elaboró una guía para la identificación de las especies de encinos en el campo, la cual tiene como objetivo facilitar a los técnicos e investigadores la identificación de las especies, utilizando características evidentes de estructuras como las hojas, corteza y bellotas. Además, esta guía pretende fomentar el conocimiento y conservación de las especies de encinos, así

como de educación ambiental al presentar información botánica y ecológica relevante sobre dichas especies.

#### Calendario 2019

Se elaboró un calendario 2019 con fotografías de los ecosistemas donde se distribuyen los encinos y se incluyó información relevante de las mismas, también de las especies de encinos encontradas en los departamentos de estudio. Este calendario será distribuido al personal de las instituciones relacionadas a la conservación de los bosques como ejemplo: Inab, Conap, Fundaeco, Marn e instituciones de la Usac.

#### Aplicación para la identificación de encinos

Se trabajó en el contenido, diseño y programación para la Aplicación de Identificación de encinos de Guatemala. Esta será de acceso libre para docentes, profesionales, estudiantes, técnicos forestales, entre otras, que tengan interés en el conocimiento de los encinos y será presentada en febrero 2019.

### **15. Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:**

#### *Diversidad y distribución de especies de Quercus en los departamentos de Quiché y Huehuetenango.*

Se obtuvieron 462 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 626 registros totales corresponden a 10 especies de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 15 de la sección *Lobatae* (encinos rojos). Se citan 9 especies más de las registradas para estos departamentos según Standley & Steyermark en la Flora de Guatemala (Tabla 3).

Se colectaron 12 especies 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 Quiché (330) y en menor cantidad en el departamento de Huehuetenango (293). Previo a este estudio se contaba en las bases de datos con 31 registros de *Quercus* en el departamento de Quiché,

actualmente se cuentan con 330 registros y en el departamento de Huehuetenango se contaba con 133 registros y actualmente cuenta con 293. Tomando en cuenta lo anterior, el Herbario USCG es el que posee hasta el momento el mayor número de registros con 469 y equivalente a 75% de las colectas en esos departamentos representadas en los herbarios (Figura 2 y 3).

Tabla 3

*Riqueza y distribución de encinos registrada para los departamentos de Huehuetenango y Quiché.*

Sección	Especie	Colectas 2018 DIGI 4.01	Standley y Steyermark, 1952	Quezada, et. al. 2017
Encinos Blancos ( <i>Quercus</i> sect. <i>Quercus</i> )	<i>Quercus bumelioides</i> Liebm.			HUE
	<i>Quercus corrugata</i> Hook.			HUE
	<i>Quercus oocarpa</i> Liebm.		HUE	
	<i>Quercus lancifolia</i> Schltldl. & Cham.	HUE		HUE
	<i>Quercus pacayana</i> C.H. Mull.*	HUE, QUI		
	<i>Quercus peduncularis</i> Née	HUE, QUI	HUE, QUI	HUE, QUI
	<i>Quercus polymorpha</i> Schltldl. & Cham. †	HUE, QUI	HUE	HUE
	<i>Quercus purulhana</i> Trel.	HUE		HUE, QUI
	<i>Quercus rugosa</i> Née†	HUE, QUI		HUE
	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm. †	HUE, QUI	HUE	HUE
<i>Quercus vicentensis</i> Trel. †	HUE, QUI		HUE	
Encinos Rojos ( <i>Quercus</i> , sect. <i>Lobatae</i> )	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	HUE, QUI	HUE, QUI	HUE
	<i>Quercus acutifolia</i> Née	HUE, QUI	HUE, QUI	HUE
	<i>Quercus benthamii</i> A.DC. †	HUE, QUI		HUE
	<i>Quercus borucasana</i> Trel.	HUE, QUI	HUE	HUE, QUI
	<i>Quercus calophylla</i> Schltldl. & Cham.	HUE, QUI	HUE, QUI	HUE, QUI
	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	HUE, QUI	HUE, QUI	HUE, QUI
	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.*	QUI		
	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	HUE, QUI	HUE, QUI	HUE, QUI
	<i>Quercus elliptica</i> Née		HUE	HUE
	<i>Quercus flagellifera</i> Trel.		HUE	
<i>Quercus gulielmi-treleasei</i> C.H. Mull.	HUE, QUI		HUE, QUI	
<i>Quercus salicifolia</i> Née*	QUI			
<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	HUE, QUI	HUE, QUI	HUE, QUI	
<i>Quercus skinneri</i> Benth.		QUI	QUI	

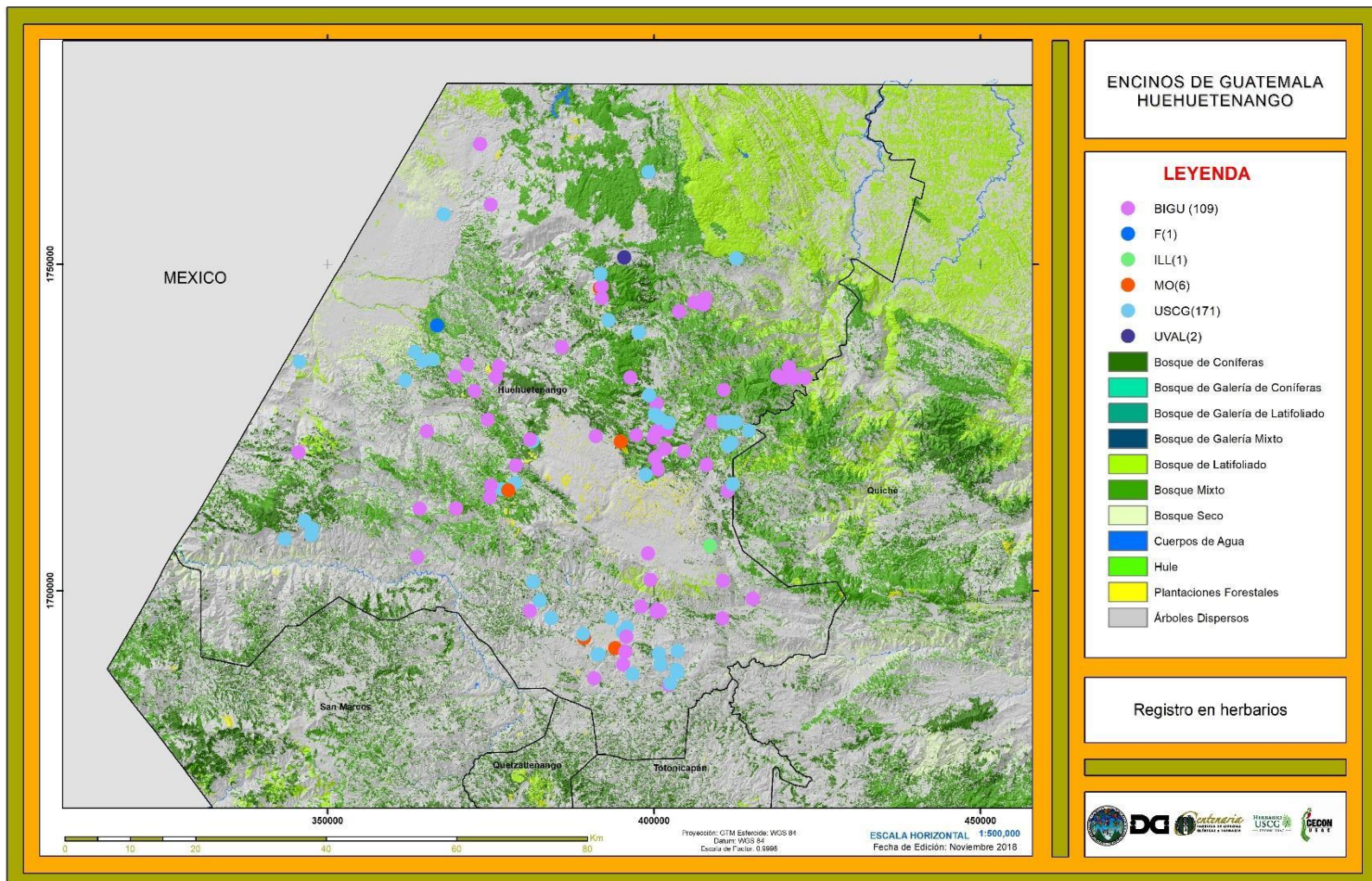


<i>Quercus tristis</i> Liebm.	HUE, QUI	HUE	HUE, QUI
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.*	HUE		

HUE= Huehuetenango; QUI= Quiché.

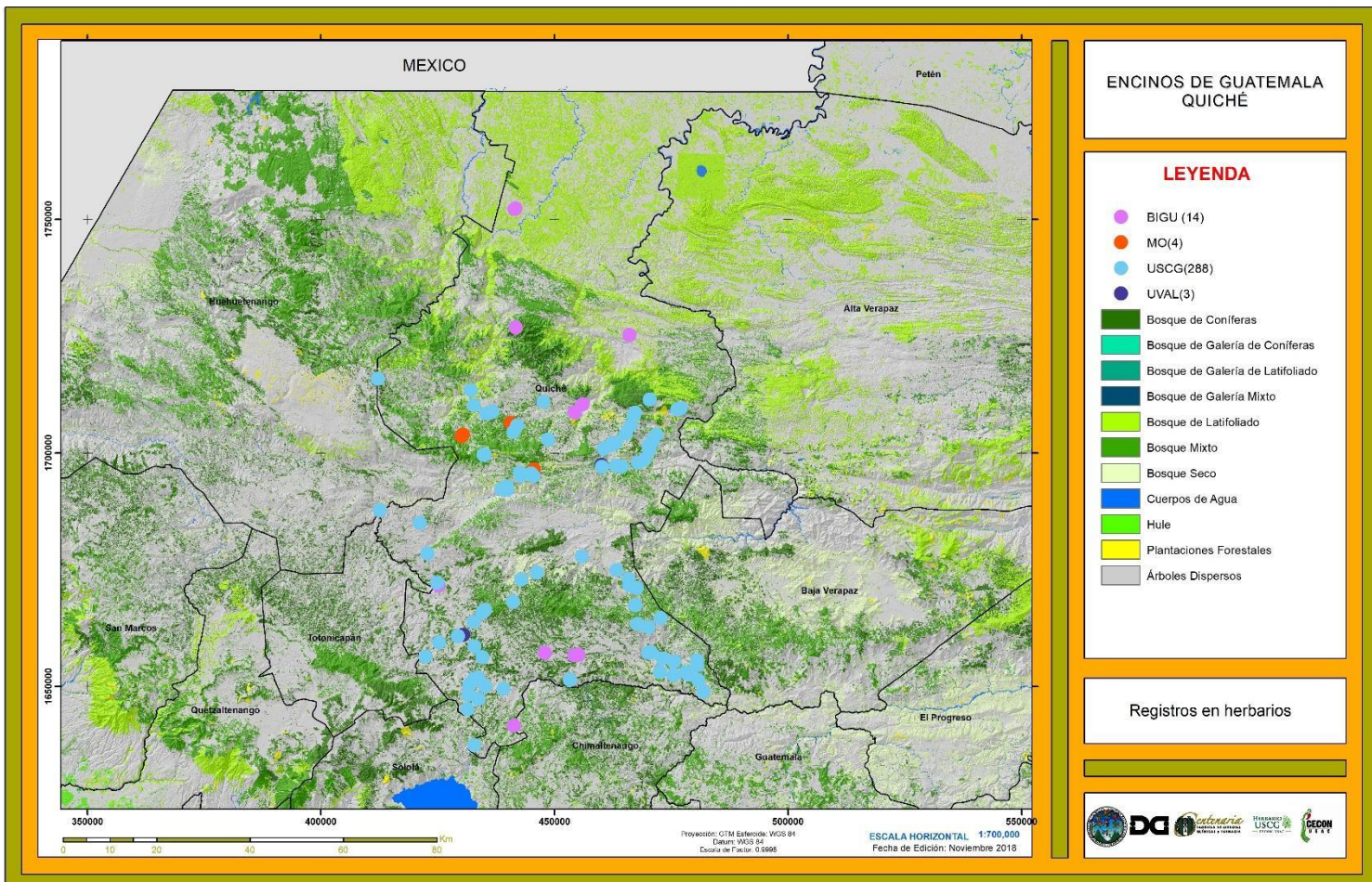
(\*): Especies con ampliación de distribución departamental, no se registraban para ninguno de los departamentos estudiados.

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



**Figura 2.** Distribución de los registros de los herbarios en el departamento de Huehuetenango.

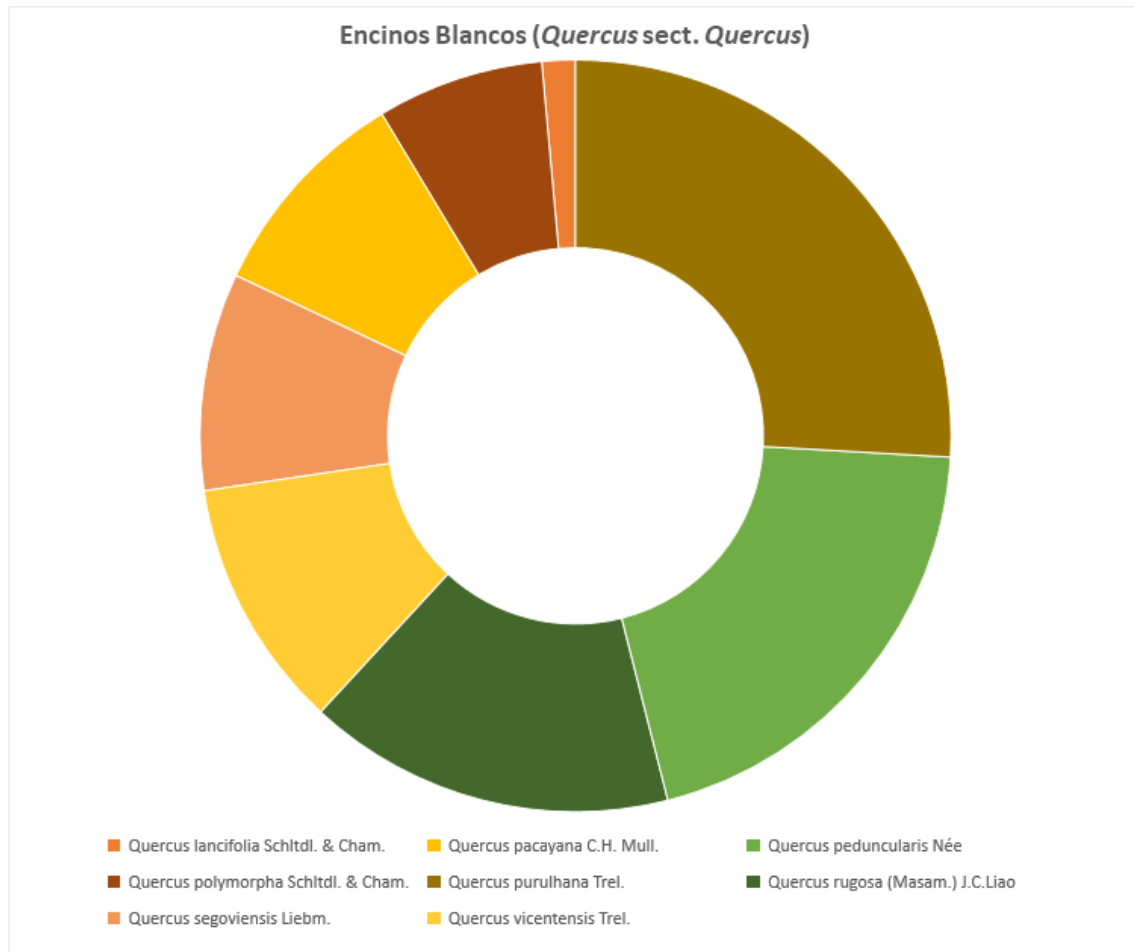




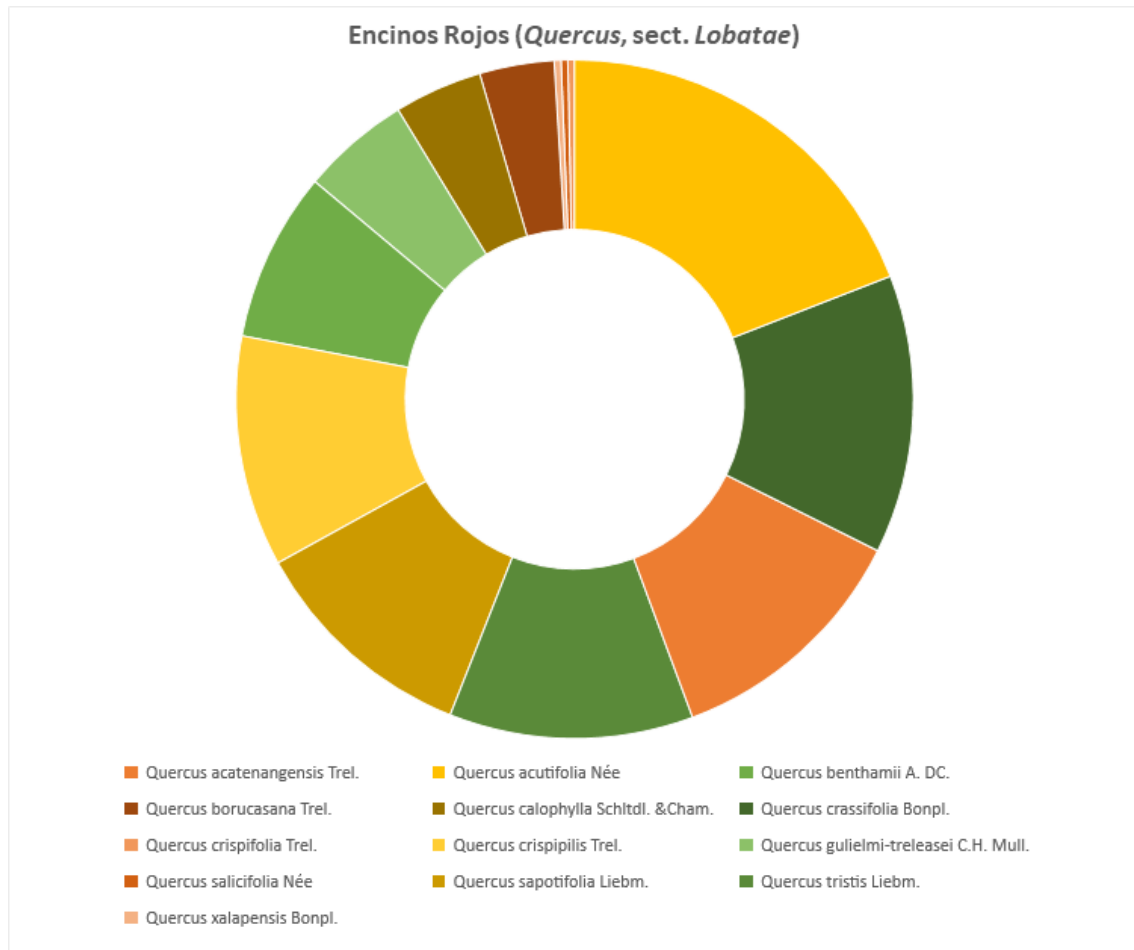
**Figura 3.** Distribución de los registros de los herbarios en el departamento de Quiché.

Las especies de encinos que presentaron mayor frecuencia de colecta fueron: *Quercus acutifolia* Née (59), *Quercus crassifolia* Bonpl. (41), *Quercus tristis* Liebm. (36), *Quercus purulhana* Trel. (36), *Quercus crispipilis* Trel. (34) y *Quercus sapotifolia* Liebm. (34). Las especies de encinos que presentaron menor frecuencia de colecta fueron: *Quercus xalapensis* Bonpl. (1), *Quercus salicifolia* Née (1), *Quercus crispifolia* Trel. (1) y *Quercus lancifolia* Schlttdl. & Cham. (2) (Figura 4 y 5).





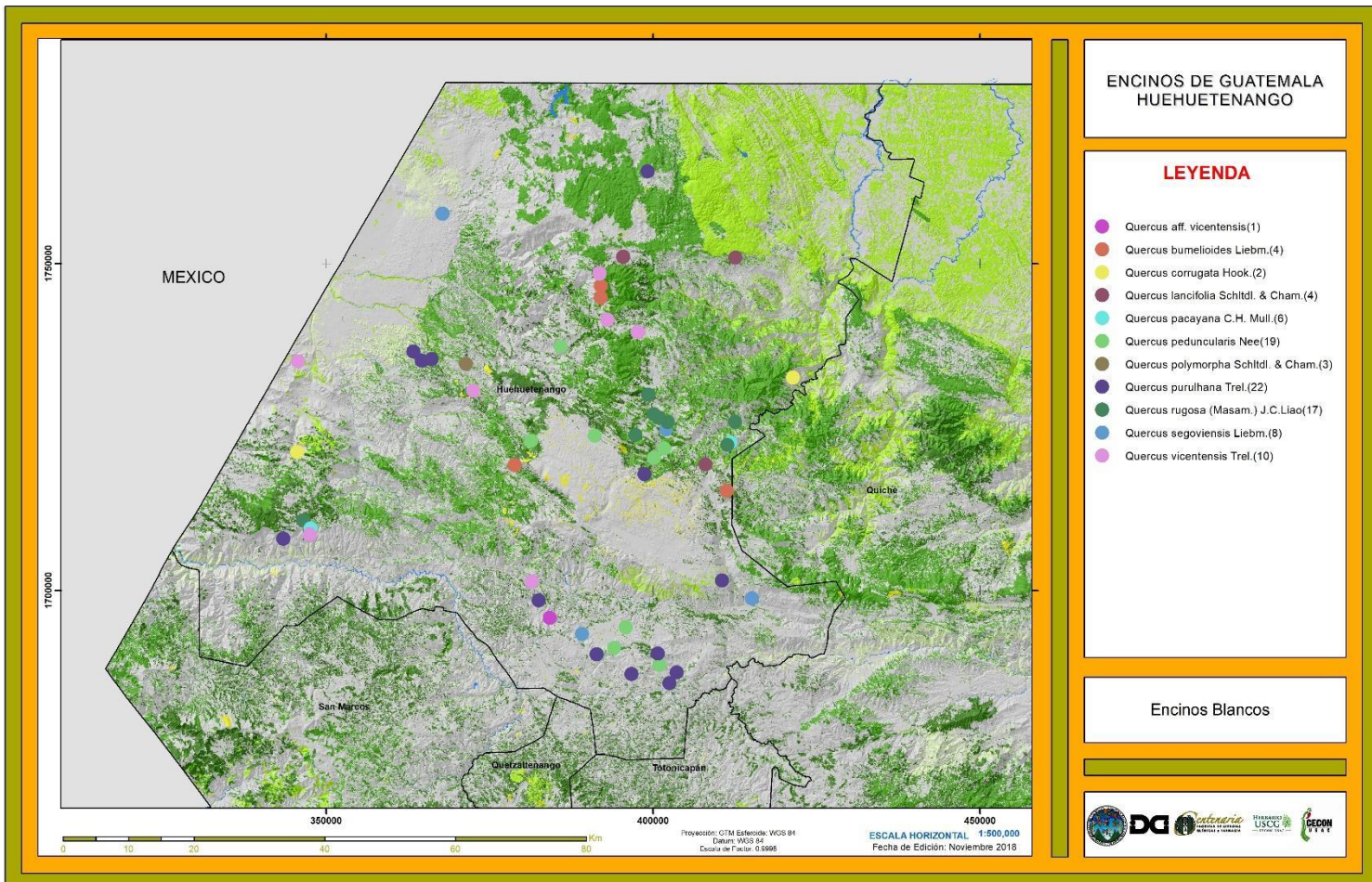
**Figura 4.** Frecuencia de colecta de los especímenes de los encinos blancos (*Quercus* sect. *Quercus*) en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.



**Figura 5.** Frecuencia de colecta de los especímenes de los encinos rojos (*Quercus*, sect. *Lobatae*) en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.

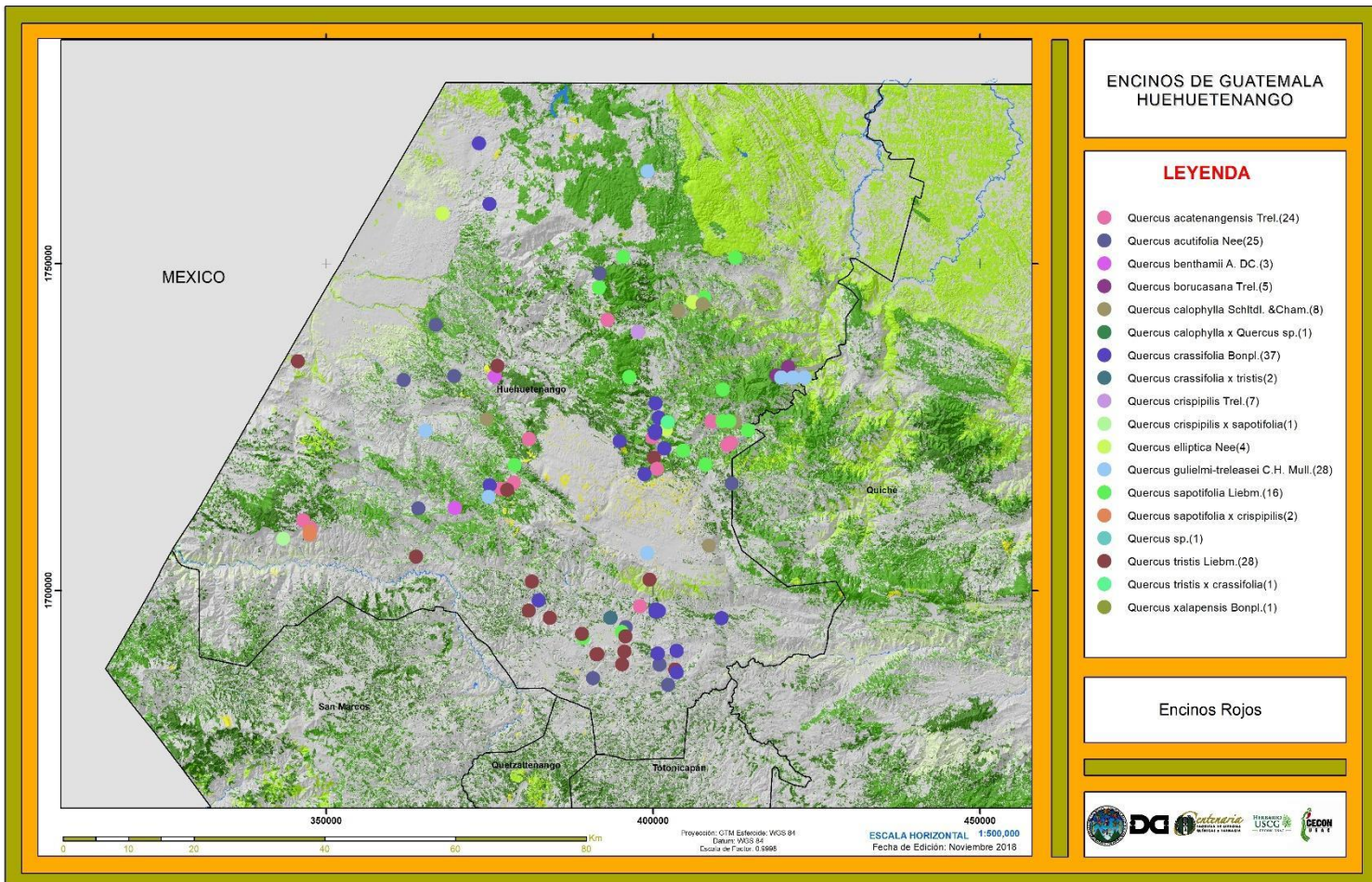
*Riqueza de Quercus para el departamento de Huehuetenango.*

En el departamento de Huehuetenango se registran actualmente 24 especies de encino, de las cuales 10 no fueron citadas por Standley y Steyermark (1952) para el departamento, siendo éstas: *Q. bumelioides*, *Q. corrugata*, *Q. lancifolia*, *Q. pacayana*, *Q. purulhana*, *Q. rugosa*, *Q. vicentensis*, *Q. benthamii*, *Q. gulielmi-treleasei* y *Q. xalapensis*. Luego de la revisión realizada por Quezada y colaboradores (2017) y las colectas realizadas durante el desarrollo de este proyecto se consideran con ampliación de rango de distribución y nuevos registros departamentales las siguientes especies: *Q. pacayana* y *Q. xalapensis* (Tabla 3, Figura 6 y 7).



**Figura 6.** Riqueza de encinos blancos en el departamento de Huehuetenango.



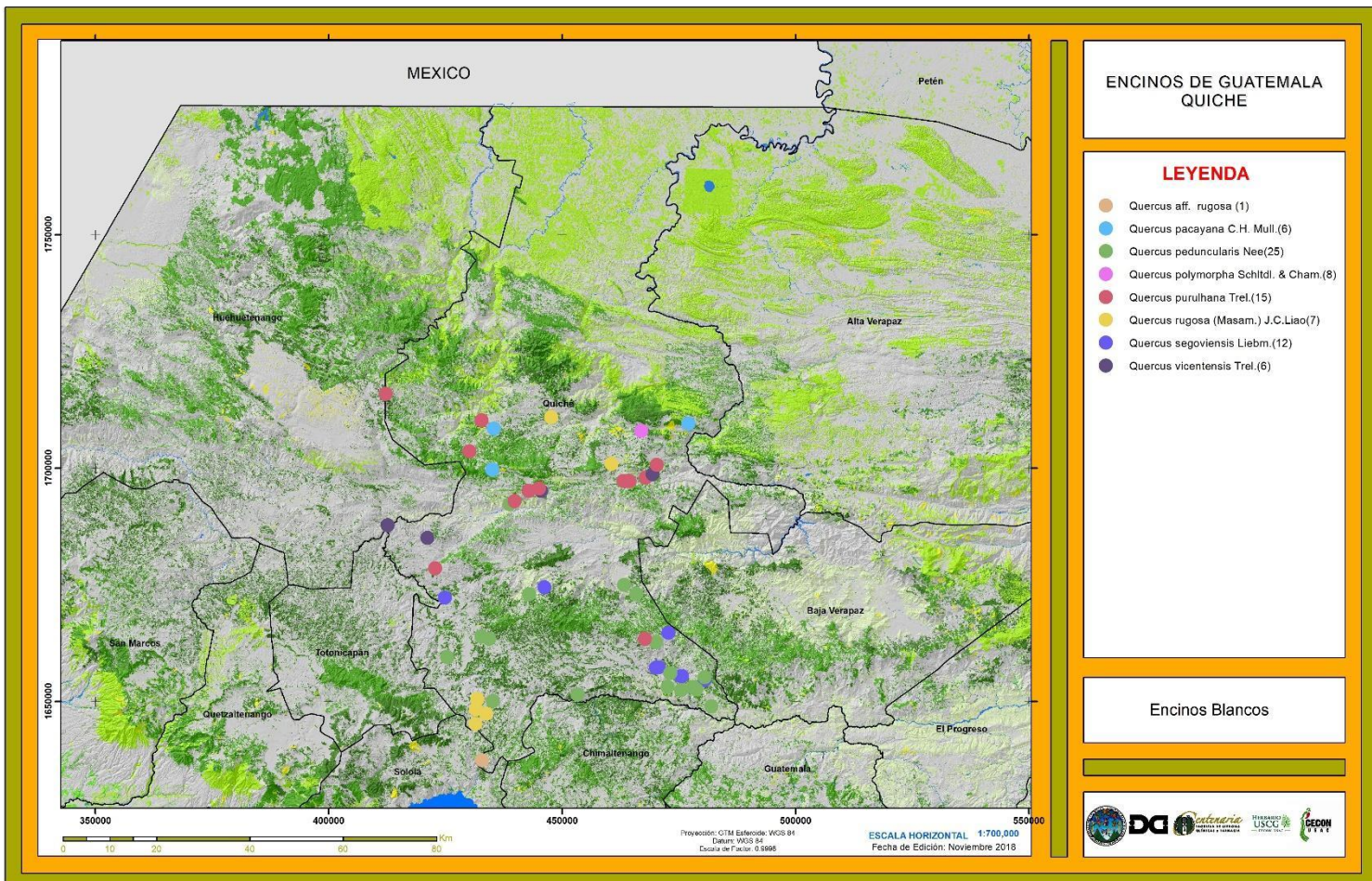


**Figura 7.** Riqueza de encinos rojos en el departamento de Huehuetenango.

*Riqueza de Quercus para el departamento de Quiché.*

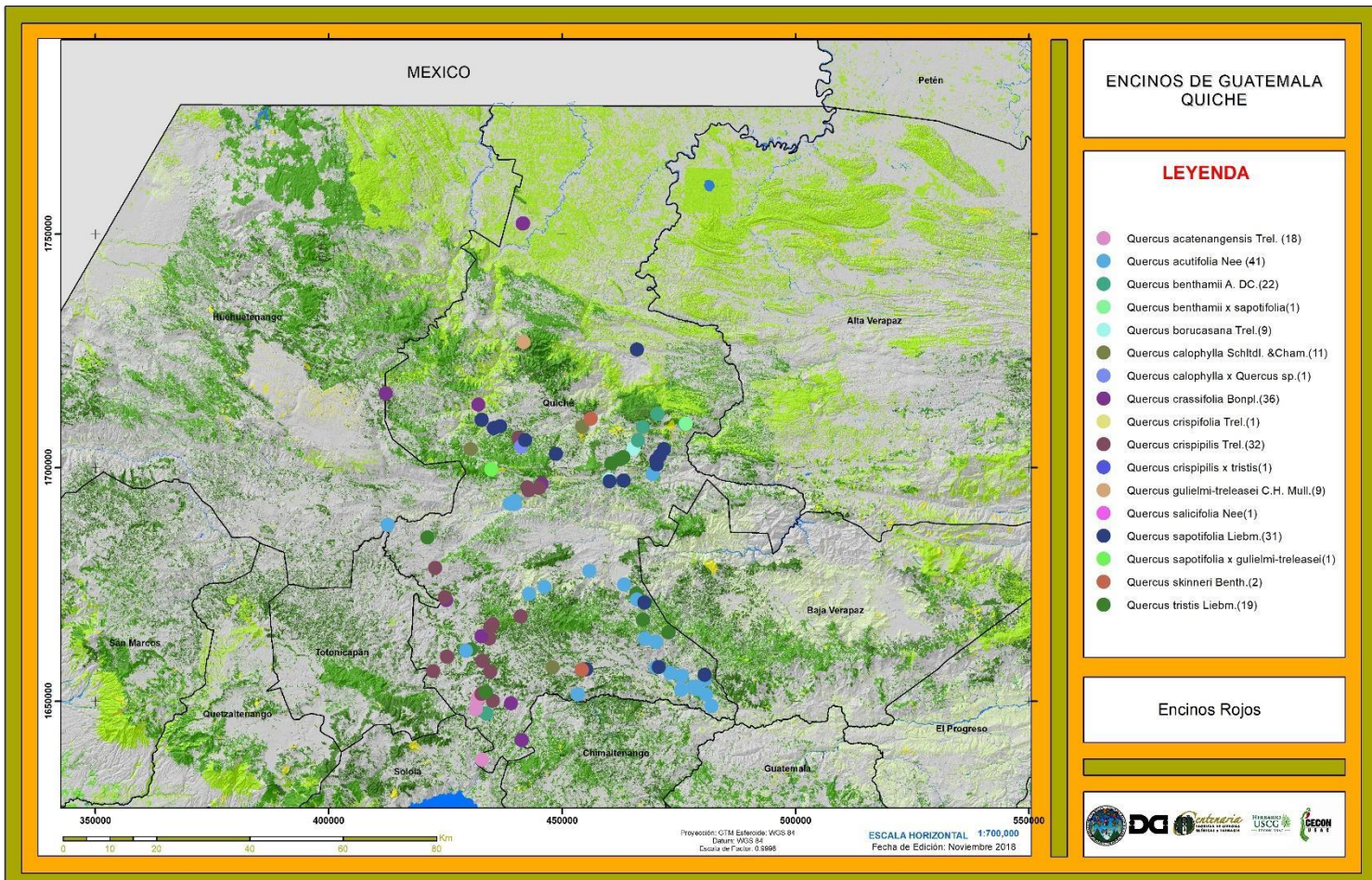
En el departamento de Quiché se registran actualmente 20 especies de encino, de las cuales 11 no fueron citadas por Standley y Steyermark (1952) para el departamento, siendo éstas: *Q. pacayana*, *Q. polymorpha*, *Q. rugosa*, *Q. segoviensis*, *Q. vicentensis*, *Q. benthamii*, *Q. borucasana*, *Q. crispifolia*, *Q. guillemi-treleasei*, *Q. salicifolia* y *Q. tristic*. Luego de la revisión realizada por Quezada y colaboradores (2017) y las colectas realizadas durante el desarrollo de este proyecto se consideran con ampliación de rango de distribución y nuevos registros departamentales las siguientes especies: *Q. pacayana*, *Q. polymorpha*, *Q. rugosa*, *Q. segoviensis*, *Q. vicentensis*, *Q. benthamii*, *Q. crispifolia*, y *Q. salicifolia* (Tabla 3, Figura 8 y 9).





**Figura 8.** Riqueza de encinos blancos en el departamento de Quiché.

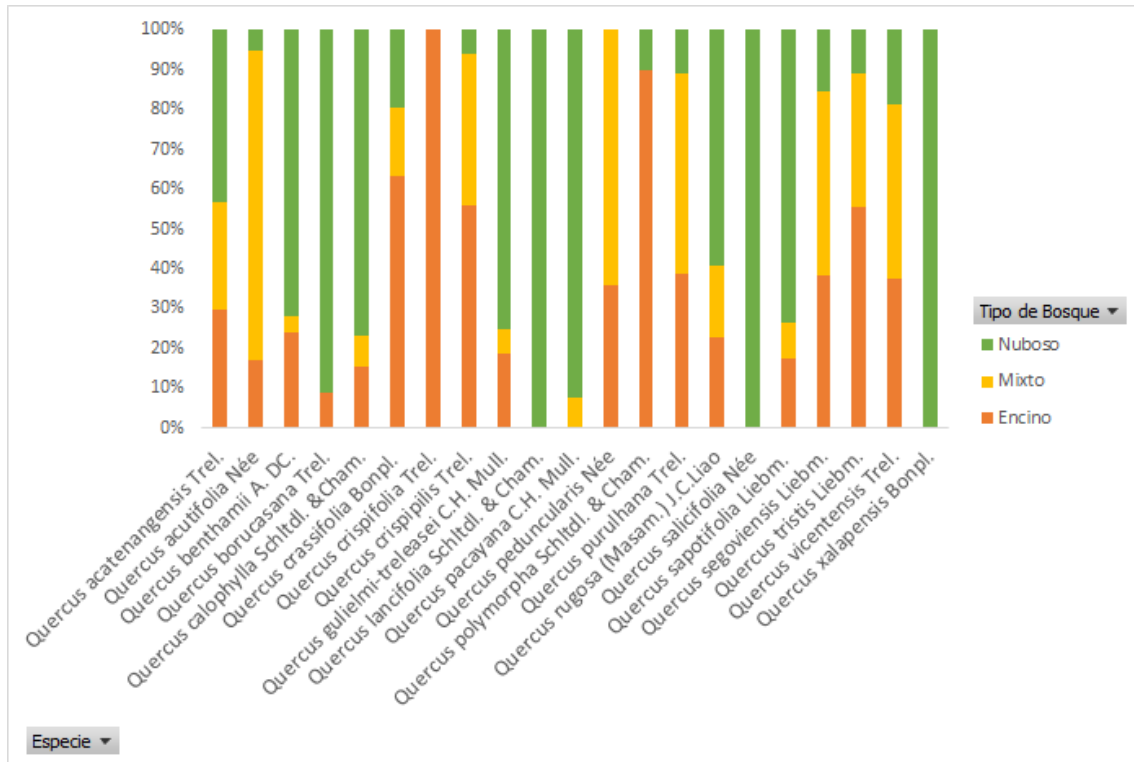




**Figura 9.** Riqueza de encinos rojos en el departamento de Quiché.

*Distribución de Quercus por tipo de ecosistema*

De las 21 especies colectadas durante el 2018, 13 pueden encontrarse en los ecosistemas característicos de éstos departamentos. Sin embargo, su frecuencia varía en cada uno de ellos. Especies como *Q. xalapensis*, *Q. salicifolia*, y *Q. lancifolia* están restringidos al bosque nuboso y la especie *Q. crispifolia* es típica de bosque de encino. Mientras que las 17 especies restantes suelen encontrarse en al menos dos ecosistemas (Figura 10).

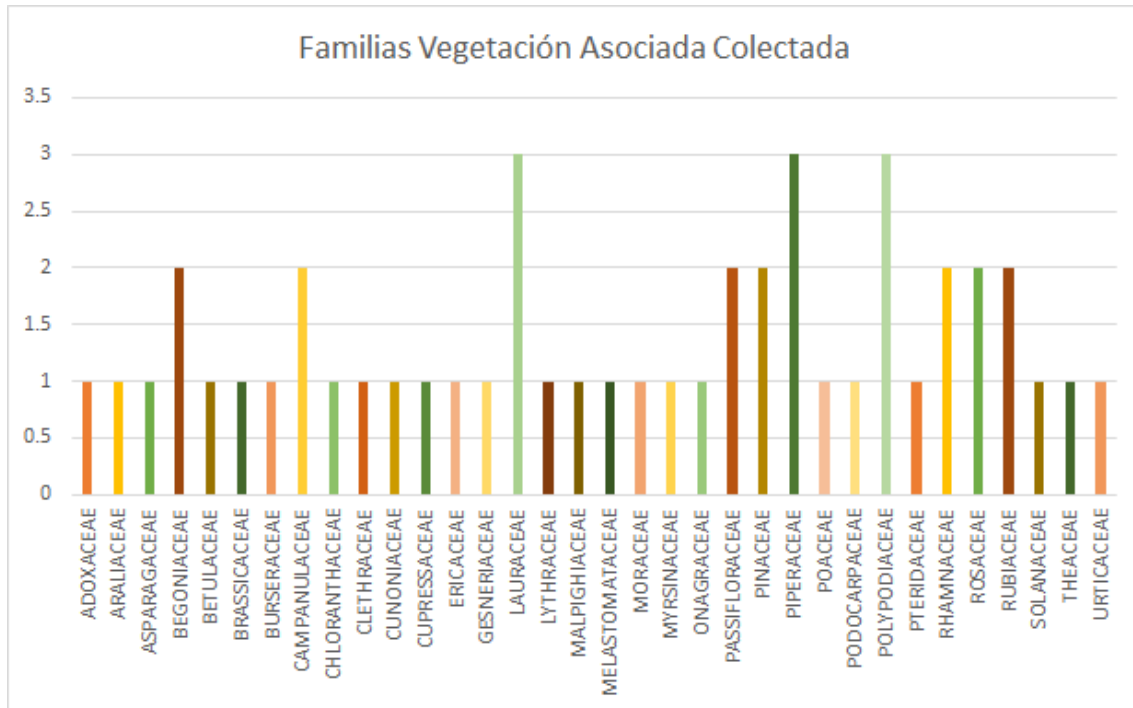


**Figura 10.** Distribución de encinos según el ecosistema donde se distribuyen.

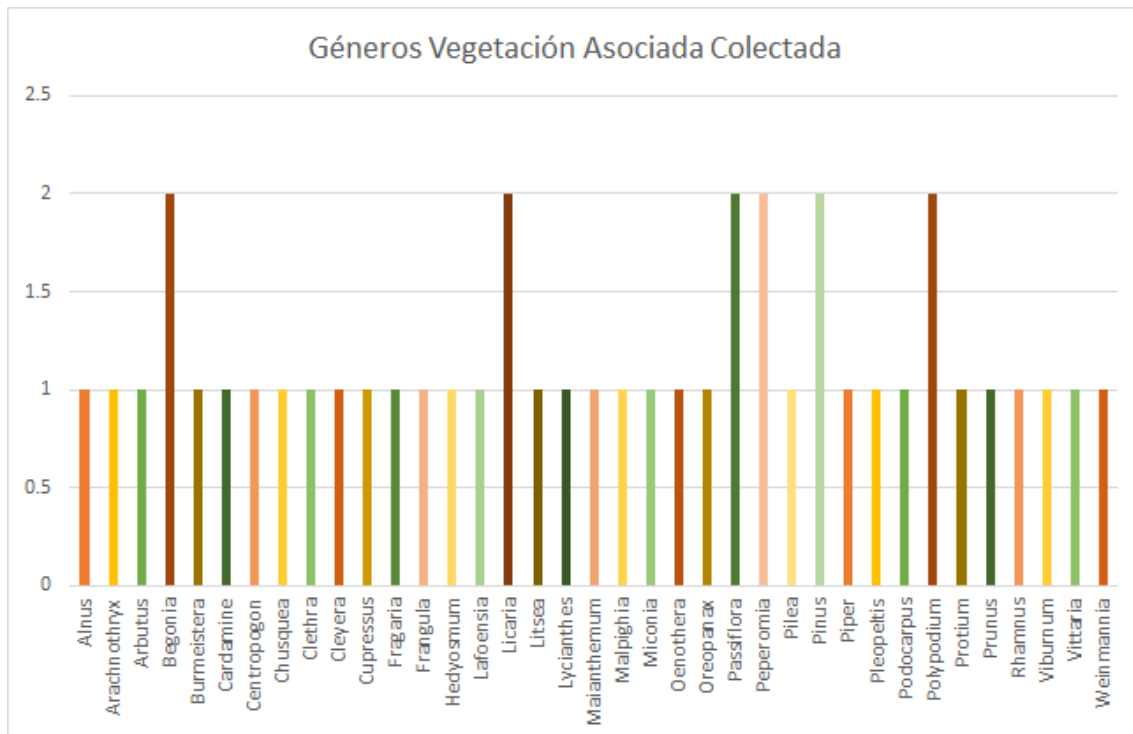
*Vegetación y hongos asociados a las especies de encino en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.*

*Vegetación asociada a los bosques de encino en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.*

Se colectaron 47 especímenes vegetales asociados a los bosques de encino, los cuales corresponden a 34 familias botánicas y a 10 morfoespecies. Se identificaron 41 especímenes en 37 géneros y 42 especímenes en 39 especies. Las familias con mayor frecuencia de colecta fueron: Lauraceae, Polypodiaceae, Piperaceae, Begoniaceae, Rubiaceae, Campanulaceae, Passifloraceae, Pinaceae, Rhamnaceae, Rosaceae (Figura 11). Los géneros con mayor frecuencia de colecta fueron: *Begonia*, *Licaria*, *Passiflora*, *Peperomia*, *Pinus* y *Polypodium* (Figura 12). Las especies con mayor frecuencia de colecta fueron: *Licaria coriacea* (Lundell) Kosterm., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdl., (Tabla 4).



**Figura 11.** Frecuencia de familias colectadas en parcelas de vegetación.



**Figura 12.** Frecuencia de géneros colectadas en parcelas de vegetación.



Tabla 4  
 Especies colectadas en las parcelas de vegetación.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Registro</b>
ADOXACEAE	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	44422
ARALIACEAE	<i>Oreopanax echinops</i> (Schltdl. & Cham.) Decne. & Planch.	44442
ASPARAGACEAE	<i>Maianthemum scilloideum</i> (M.Martens & Galeotti) LaFrankie	44445
BEGONIACEAE	<i>Begonia heydei</i> C. DC.	44441
	<i>Begonia ludicra</i> A.DC.	44414
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata subsp. arguta</i> (Schltdl.) Furrow	44433
BRASSICACEAE	<i>Cardamine innovans</i> O.E.Schulz	44456
BURSERACEAE	<i>Protium confusum</i> (Rose) Pittier	44424
CAMPANULACEAE	<i>Burmeistera virescens</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex Hemsl.	44455
	<i>Centropogon cordifolius</i> Benth.	44449
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C.Cordem.	44452
CLETHRACEAE	<i>Clethra oleoides</i> L.O. Williams	44413
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	44440
CUPRESSACEAE	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	44412
ERICACEAE	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	44437

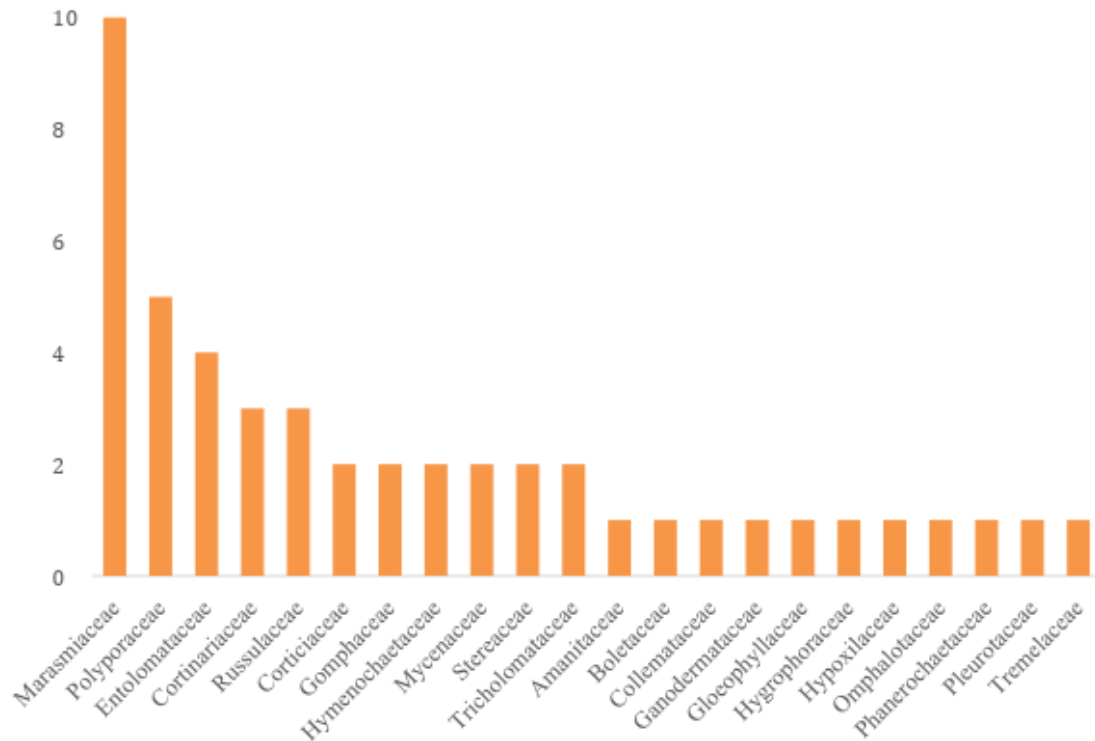
GESNERIACEAE		44444
LAURACEAE	<i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterm.	44416
		44438
	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	44421
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia puniceifolia</i> DC.	44448
MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i> L.	44415
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia hondurensis</i> Donn. Sm.	44457
MORACEAE		44435
MYRSINACEAE		44418
ONAGRACEAE	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	44434
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora</i> sp.	44453
	<i>Passiflora platyloba</i> Killip	44436
PINACEAE	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schtdl.	44428
		44429
PIPERACEAE	<i>Peperomia heterophylla</i> Miq.	44420
	<i>Peperomia obtusifolia</i> (L.) A.Dietr.	44447
	<i>Piper hispidum</i> Sw.	44411
POACEAE	<i>Chusquea simpliciflora</i> Munro	44443

PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus matudae</i> Lundell	44454
POLYPODIACEAE	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> var. <i>macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	44432
	<i>Polypodium plebeium</i> Schlttdl. & Cham.	44431
	<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze	44430
PTERIDACEAE	<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	44419
RHAMNACEAE	<i>Frangula discolor</i> (Donn.Sm.) Grubov	44425
		44427
ROSACEAE	<i>Fragaria vesca</i> L.	44439
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	44423
RUBIACEAE		44451
	<i>Arachnothryx linguiformis</i> (Hemsl.) Borhidi	44426
SOLANACEAE	<i>Lycianthes orogenes</i> Standl. & Steyerm.	44450
THEACEAE	<i>Cleyera theaeoides</i> (Sw.) Choisy	44417
URTICACEAE	<i>Pilea mexicana</i> Wedd.	44446

#### *Diversidad de hongos asociados a encinos*

Los ejemplares recolectados corresponden a ocho parcelas de las 13 realizadas durante el presente año. Se recolectó un total de 48 ejemplares correspondientes a seis especies, 27 géneros, 22 familias de 9 Órdenes, de dos phylum (Ascomycota y Basidiomycota) (Tabla 5). Las familias con el mayor número de ejemplares es Marasmiaceae (10) el resto de familias presentaron de 1 a 5 ejemplares (Figura 13). El 30% de los ejemplares corresponden a géneros o familias registradas como micorrízicas (Cannon & Kirk, 2007):

Russulaceae, Boletaceae, Amanitaceae, Cortinariaceae, Gomphaceae y Entolomataceae  
 El resto de ejemplares corresponden a familias consideradas de hábito saprófito (Anexo 2-3). El 85% de los ejemplares fueron colectados en Bosque Nuboso, mientras que el resto fueron colectados en Bosque de Pino-Encino o Bosques de Encino (Figura 15).



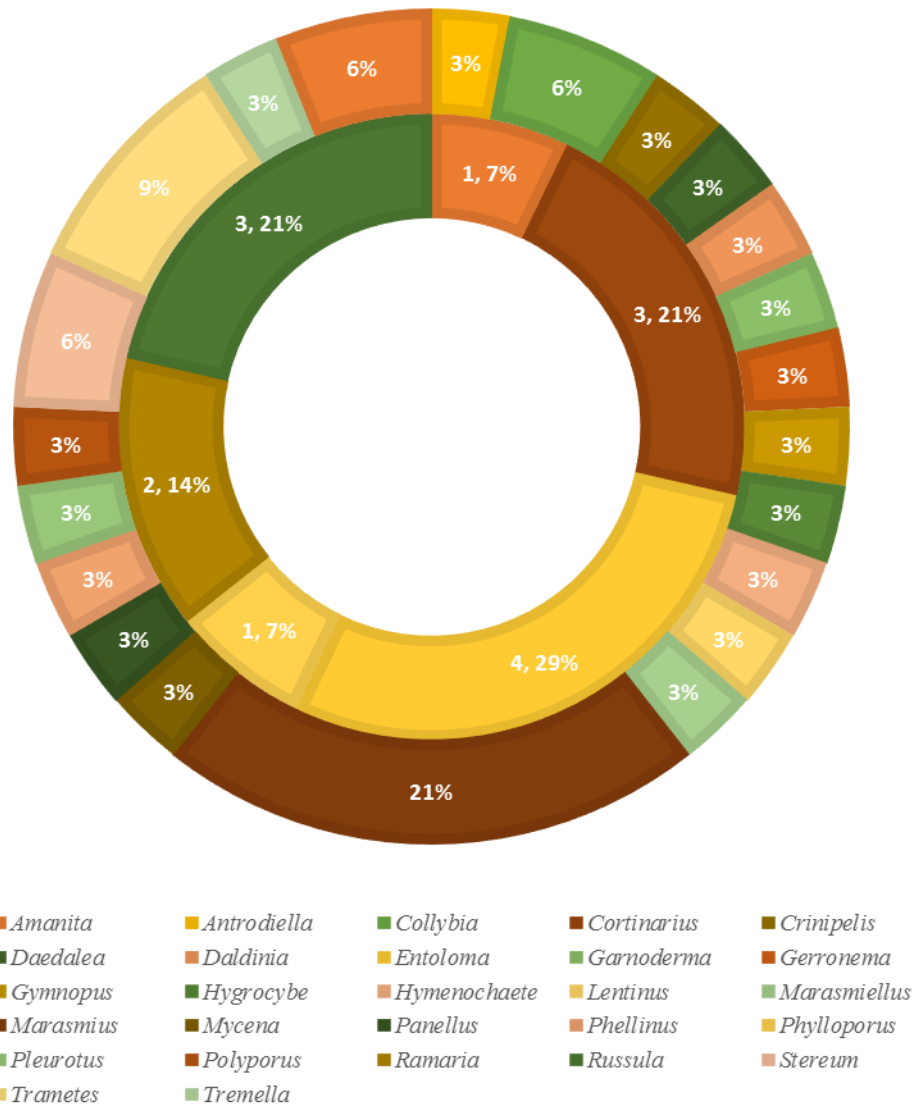
**Figura 13.** Frecuencia por familia de macrohongos registradas en parcelas de *Quercus* de los departamentos de Quiché y Huehuetenango.

**Tabla 5**

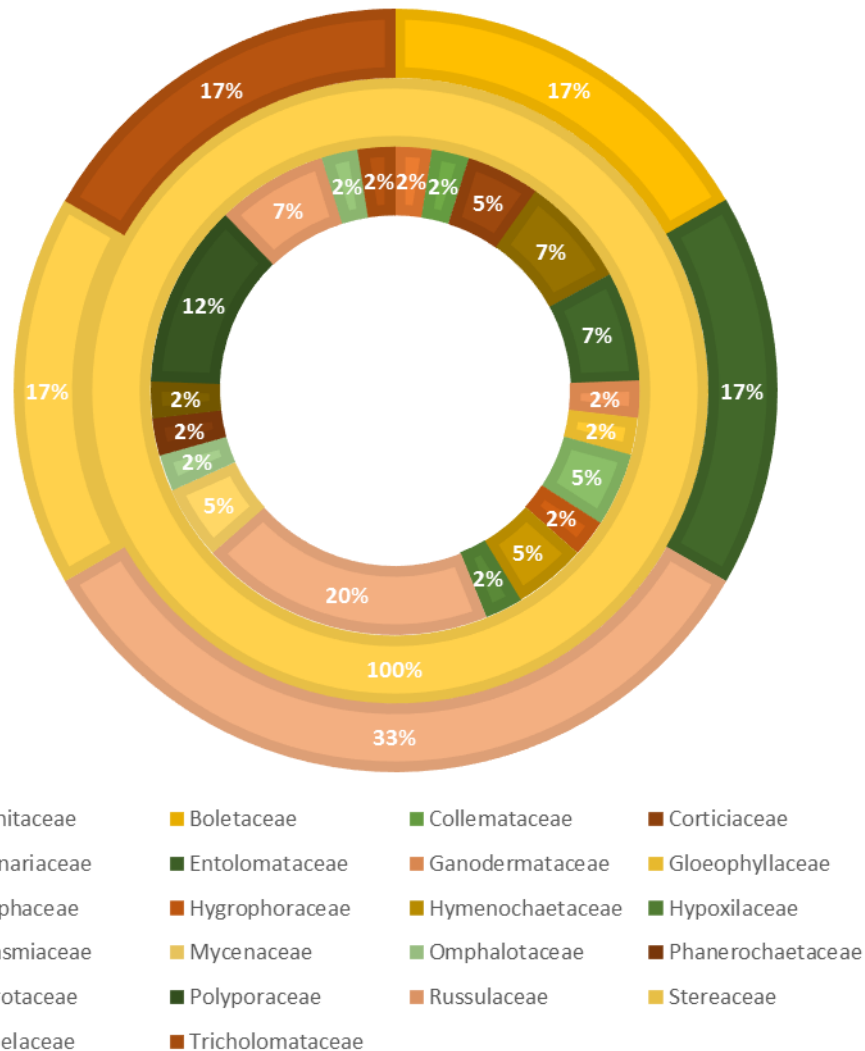
*Diversidad de macromicetos colectadas en asociación con especies de encino.*

Filo	orden	Familia	Género y/o Especie	Departamento
Ascomycota	Peltigerales	Collemataceae	<i>Leptogium azureum</i> (Sw.) Mont.	QUI
	Xylariales	Hypoxilaceae	<i>Daldinia</i>	QUI
Basidiomycota	Agaricales	Amanitaceae	<i>Amanita</i>	HUE
		Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i>	QUI , HUE
		Entolomataceae	<i>Entoloma</i>	QUI , HUE
		Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe</i>	QUI

	Marasmiaceae	<i>Crinipelis</i>	HUE
		<i>Gerronema</i>	HUE
		<i>Marasmiellus</i>	QUI
		<i>Marasmius</i>	QUI , HUE
	Mycenaceae	<i>Mycena</i>	QUI
		<i>Panellus pussilus</i> (Pers. ex Lév.) Burds. & O.K. Mill.	HUE
	Omphalotaceae	<i>Gymnopus omphalodes</i> (Berk.) Halling & J.L. Mata	QUI
	Pleurotaceae	<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn,	HUE
	Tricholomataceae	<i>Collybia</i>	HUE
Boletales	Boletaceae	<i>Phylloporus</i>	HUE
Gomphales	Gomphaceae	<i>Ramaria</i>	QUI , HUE
Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Hymenochaete</i>	QUI
		<i>Phellinus</i>	QUI
Polyporales	Corticaceae		QUI
	Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i>	QUI
	Gloeophyllaceae	<i>Daedalea</i>	QUI
	Phanerochaetaceae	<i>Antrodiella</i>	HUE
	Polyporaceae	<i>Lentinus</i>	QUI
		<i>Polyporus</i>	HUE
		<i>Trametes</i>	QUI , HUE
Russulales	Russulaceae	<i>Russula</i>	QUI , HUE
	Stereaceae	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	QUI , HUE
Temellales	Tremellaceae	<i>Tremella mesenterica</i> Retz.	QUI



**Figura 14.** Porcentaje por género de hongos registrado en parcelas de *Quercus*. El círculo interior corresponde a géneros reconocidos como micorrícicos, el círculo externo corresponde a géneros saprófitos.



**Figura 15.** Porcentaje por familia de hongos registrado en ecosistemas asociados a *Quercus*. El círculo interior corresponde a familias registradas en bosque nuboso, el círculo del medio a Bosque de encino y el círculo externo corresponden a Bosque Pino-Encino

*Importancia de los bosques asociados a encinos en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.*

Se realizaron dos talleres participativos: uno Nebaj, Quiché y con la Asociación de Mujeres de Mujeres Pinax Konob AMEDIPK, Santa Eulalia, Huehuetenango. En los talleres participaron 74 personas, de los cuales 25 son mujeres y 49 son hombres.

*Conocimiento acerca de los árboles de encino y su importancia*

Se llevó a cabo un taller etnobotánico en cada departamento, 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 bellota (0.6). Reconocen al menos 14 nombres comunes para las especies de encino, siendo los más comunes roble blanco (1) y roble rojo (1) (Tabla 6). Asimismo, asocian hasta 19 especies arbóreas que comparten hábitat con los encinos (Anexo 17).

Los comunitarios relacionan a los bosques de encino, como la principal fuente de provisión de agua, hábitat, evita la erosión del suelo, leña, oxígeno, entre otros (Tabla 6). De esta misma forma reconocen que los bosques de encino están altamente amenazados debido a la extracción de leña (0.4) y los incendios (0.4), principalmente. En esta ocasión, a diferencia de lo reportado por Quezada y colaboradores (2017), en estos departamentos no se reportó cambios en cuanto a la producción de semillas respecto a otros años.

Tabla 6

*Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Huehuetenango y Quiché, sobre el conocimiento de los encinos.*

Consulta	Opciones	Proporciones
¿Conoce los árboles de encino o roble?	Si	1
	No	0
¿Cómo distingue los encinos de otros árboles?	Hojas	1
	Corteza	1
	Fruto	0.6
	Otros	0
¿Qué variedad de encinos o robles conoce?	Roble blanco (saj)	1
	Roble rojo (ka'j)	1
	Negro	0.2
	Encino (ji)	0.2
	Xalam	0.2
	Pacham	0.2
	Roble k'olol	0.2
	Cho'l	0.2
	Chulu'b	0.2
	Ch'ixi	0.2



	Q'ej chulu'b	0.2
	Q'ej q'ol	0.2
	Ptxji (encino)	0.2
	Matx'jil (encino)	0.2
¿Cómo se diferencian entre las variedades de encino?	Hojas	0.8
	Corteza	0.8
	Madera (al talarlo)	0.4
	Semilla	0.4
	Altura	0.2
¿Qué beneficios se proveen los bosques de encino?	Agua	0.6
	Hábitat	0.4
	Evita erosión	0.2
	Leña	0.2
	Oxígeno	0.2
	Alimento	0.2
	Animales	0.2
	Postes para potrero	0.2
	Tranquilidad	0.2
	Suelo	0.2
	Economía	0.2
¿Usted cree que los bosques de encino se encuentran en peligro?	Si	1
	No	0
¿Por qué?	Leña	0.4
	Incendios	0.4
	Tala	0.4
	Uso de bosques	0.4
	No hay reforestación	0.2
	Poca importancia	0.2
¿Ha visto algún cambio con en la época en la que producen semillas con respecto a otros años?	No	0.4
	No sabe	0.4
	No respondió	0.2
	Si	0

*Importancia socio-económica de los encinos*

Los participantes reconocen el uso de estas especies para leña (1), y postes o cercos (0.6). En estas comunidades el uso de carbón (0.2) es muy bajo, su principal fuente energética es la leña. La selección de árboles para leña, lo hacen por medio de la edad del árbol (0.6) y por grosor del tronco (0.6). La comercialización de la leña se da principalmente por tarea (0.8) que llega a un costo de Q.300.00 a Q.350.00 (tabla 8) o de manera individual por leño (0.2). En el caso de Carbón, se reportó que en los departamentos de Huehuetenango, no son productores del mismo, ya que la leña es su fuente energética. Sin embargo se reporta que el rango de precio del quintal de carbón se encuentra entre Q. 350.00 y la libra de carbón a Q.5.00 (Tabla 7-8).

Tabla 7

*Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Huehuetenango y Quiché, sobre la comercialización de los productos de encino*

<b>Consulta</b>	<b>Opciones</b>	<b>Proporciones</b>
¿Qué usos comerciales les da a los árboles de encino?	Leña	1
	Postes o cercos	0.6
	Carbón	0.2
	Construcción	0.2
	Otros	0.2
Selección de árboles para leña	Edad	0.6
	Grosor	0.6
	Completos	0.2
Productos, leña.	Tarea	0.8
	Leño	0.2
Época de comercialización de leña	Todo el año	0.6
	Verano	0.2
	No se comercializa	0.0
Lugar de comercialización	Local	0.4
	Urbana	0.4

Tabla 8

*Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Huehuetenango y Quiché, sobre la comercialización de los productos de encino.*

Producto	Opciones	Rango (Q.)	Proporciones
Leña	Tarea	300.00-350.00	1
Carbón	Quintal	350.00	0.2
	Libra	5.00	0.2
Construcción	Varas	3x 80.00	0.2

*Importancia de los bosques de encino, en la disponibilidad de hongos comestibles*

Los participantes en los talleres reconocen al menos diecisiete nombres comunes para hongos comestibles asociados a los bosques de encino (Tabla 9), éstos no presentaron alguna preferencia, dado que algunos fueron dados en Q'anjob'al (Santa Eulalia, Huehuetenango) y algunos en Ixil (Nebaj, Quiché). Entre los nombres comunes puede resaltarse hongo blanco (*Pleurotus* ssp), sin embargo, resaltan los nombres en idiomas mayas como se observa en la tabla nueve. El principal uso que se le da a los hongos es para alimento (0.8), reconociendo que algunos son utilizados para medicina (0.2), otro utilizado como abono de suelo (0.2) y algunos los identifican como tóxicos (0.4). La mayor parte de los hongos son recolectados troncos caídos (0.6), raíces, suelo, y árboles vivos (0.40), y en menos frecuencia hojarasca y sitios húmedos (0.2). La época de año preferida para la recolecta de hongos es durante la época de lluvias (invierno) (0.80), sin embargo, algunos también los buscan en la época seca (0.20). Los pobladores (0.63) han registrado un cambio negativo en la disponibilidad de hongos comestibles en los diferentes años, atribuyendo a los cambios en el régimen de lluvias.

Tabla 9

*Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles en Huehuetenango y Quiché.*

Consulta	Opciones	Proporciones
¿Qué hongos crecen en los bosques de encino?	Q'an tzuy	0.4
	Oreja de perro	0.4
	Hongo blanco	0.2
	Cacho de venado	0.2

	O cox	0.2
	Brosai	0.2
	Xokom	0.2
	Saj itzaa	0.2
	Xe' ch'im	0.2
	Saq choj	0.2
	B'uq	0.2
	Yok til	0.2
	Xul	0.2
	Ti chej	0.2
	Kulich	0.2
	Oy tol	0.2
	Esem	0.2
	No sabe	0.2
¿En dónde se encuentran los hongos?	Troncos caídos	0.6
	Raíz	0.4
	Suelo	0.4
	Troncos vivos	0.4
	Lugares húmedos	0.2
	Hojarasca	0.2
	Otros	0
¿En qué época del año mira más hongos?	Invierno	0.8
	Verano	0.2
¿Ha visto un cambio en la época y cantidad de hongos que salen con respecto a otros años?	<b>Si</b>	<b>0.8</b>
	No	0.2
Si su respuesta es Si, ¿Cómo ha sido este cambio?	Menos hongos	0.6
	Más hongos	0.4
¿Qué otros usos tienen los hongos?	Comida	0.8
	Veneno (tóxicos)	0.4
	Medicina	0.2
	Abonos	0.2

La mayoría de los participantes consume hongos como alimento (0.8), siendo colectados principalmente para su consumo (0.8). En donde, las mujeres son las principales recolectoras de los éstos (0.6) y en menos frecuencia los varones (0.4) o todos los miembros de la familia (0.4). El hongo denominado Xe' tzaa es el hongo preferido en Santa Eulalia, Huehuetenango, mientras en Nebaj, no hubo un hongo que tuviera alguna preferencia (Tabla 10). Los hongos son reconocidos por los pobladores y por su tamaño (0.6), color (0.4) y madurez (0.4) (Tabla 10).

Tabla 10

*Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles en Huehuetenango y Quiché.*

Consulta	Opciones	Proporciones
¿Consume usted los hongos como alimento?	Si	1
	No	0
¿Los hongos que come los colectan o los compran?	Colectan	1
	Compran	0.6
¿Quienes buscan los hongos?	Mujeres	0.6
	Hombres	0.4
	Todos	0.4
	Niños	0
¿Cómo sabe que un hongo está listo para comerse?	Tamaño	0.6
	Color	0.4
	Madurez	0.4
	Tipo de sustrato	0.2
	Otros (época)	0.2
	Olor	0
¿Colecta hongos para vender o solo para consumo personal?	Consumo personal	0.8
	Venta	0.2
¿Qué hongo tiene mejor sabor?	Todos	0.2
	Xe' tzaa	0.2
	No conocen	0.2

### *Comunidades ecológicas de Quercus*

Se analizaron 1726 registros de los diferentes herbarios en base al mapa de cobertura del Inab 2012, de los cuales 61% de los registros (28 especies) se ubican actualmente en bosques considerados degradados. Por otro lado, 21 especies están asociadas a Bosques mixtos de Pino-Encino y 19 especies a Bosques Nubosos. Mientras que ocho especies son las más asociadas a bosques Encino, tal es el caso de *Q. polymorpha* y *Q. oleoides* que forman bosques de encino sin otras especies asociadas (Tabla 11, Anexo 15-16).

Tabla 11

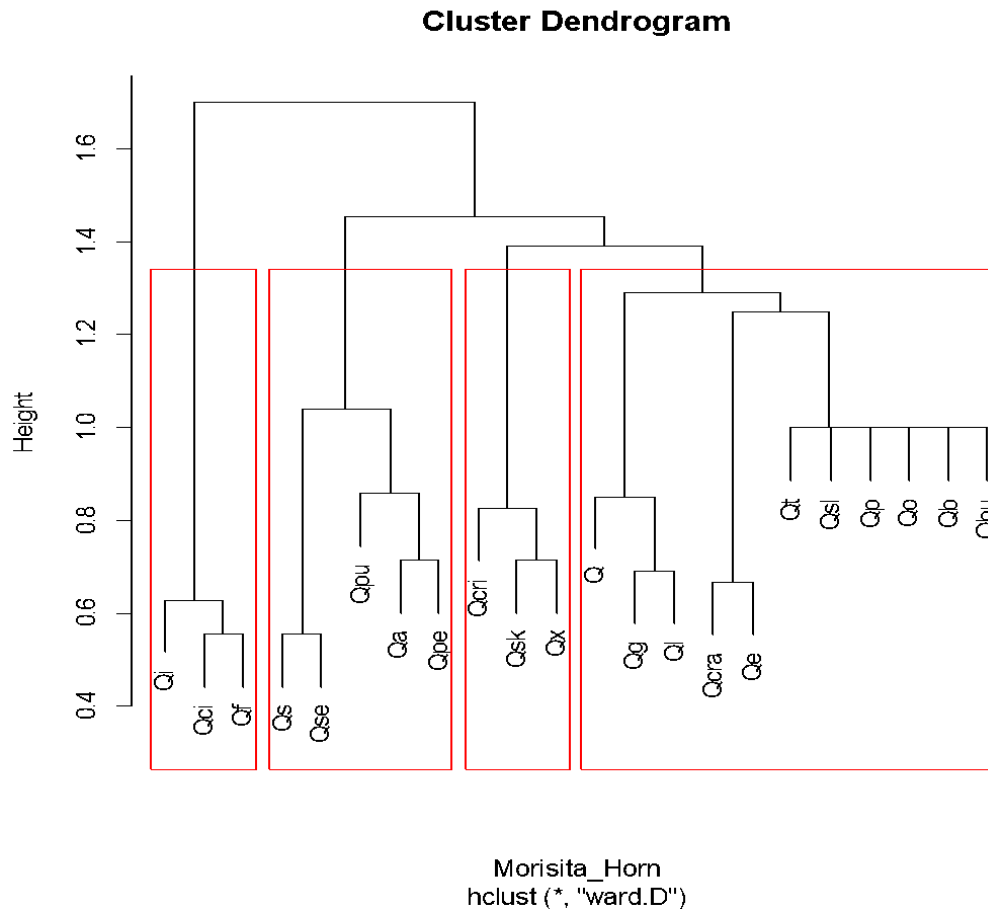
*Distribución de registros de especies de Quercus en ecosistemas prioritarios*

Especie	Bosque de Encino	Pino-Encino	Bosque Nuboso	Selva	Bosques degradados
<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.		41	7		61
<i>Quercus acutifolia</i> Née	18	23	4	2	100
<i>Quercus benthamii</i> A. DC.		11	5		23
<i>Quercus borucasana</i> Trel.		6	18		14
<i>Quercus bumelioides</i> Liebm.			8	6	7

<i>Quercus corrugata</i> Hook.		1	9		14
<i>Quercus cortesii</i> Liebm.		5	1	3	2
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.		42	35		127
<i>Quercus crispifolia</i> Trel.		6	7		10
<i>Quercus crispipilis</i> Trel.		11			38
<i>Quercus eduardi</i> Trel.	1				
<i>Quercus elliptica</i> Née	1	9			19
<i>Quercus flagellifera</i> Trel.		1	5		3
<i>Quercus gulielmi-treleasei</i> C.H. Mull.			48		35
<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti			7	3	4
<i>Quercus lancifolia</i> Schltld. & Cham.		5	20		14
<i>Quercus oleoides</i> Schltld. & Cham.	12				25
<i>Quercus pacayana</i> C.H. Mull.		7			8
<i>Quercus peduncularis</i> Née	26	43			127
<i>Quercus polymorpha</i> Schltld. & Cham.	6				8
<i>Quercus purulhana</i> Trel.	17	12			44
<i>Quercus rugosa</i> (Masam.) J.C.Liao		3	7		27
<i>Quercus salicifolia</i> Née					4
<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.		37	36		132
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	18	8			53
<i>Quercus skinneri</i> Benth.		5	9	14	65
<i>Quercus tristis</i> Liebm.		24	4		82
<i>Quercus vicentensis</i> Trel.			3		16
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.		2	1		1
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>302</b>	<b>234</b>	<b>28</b>	<b>1063</b>

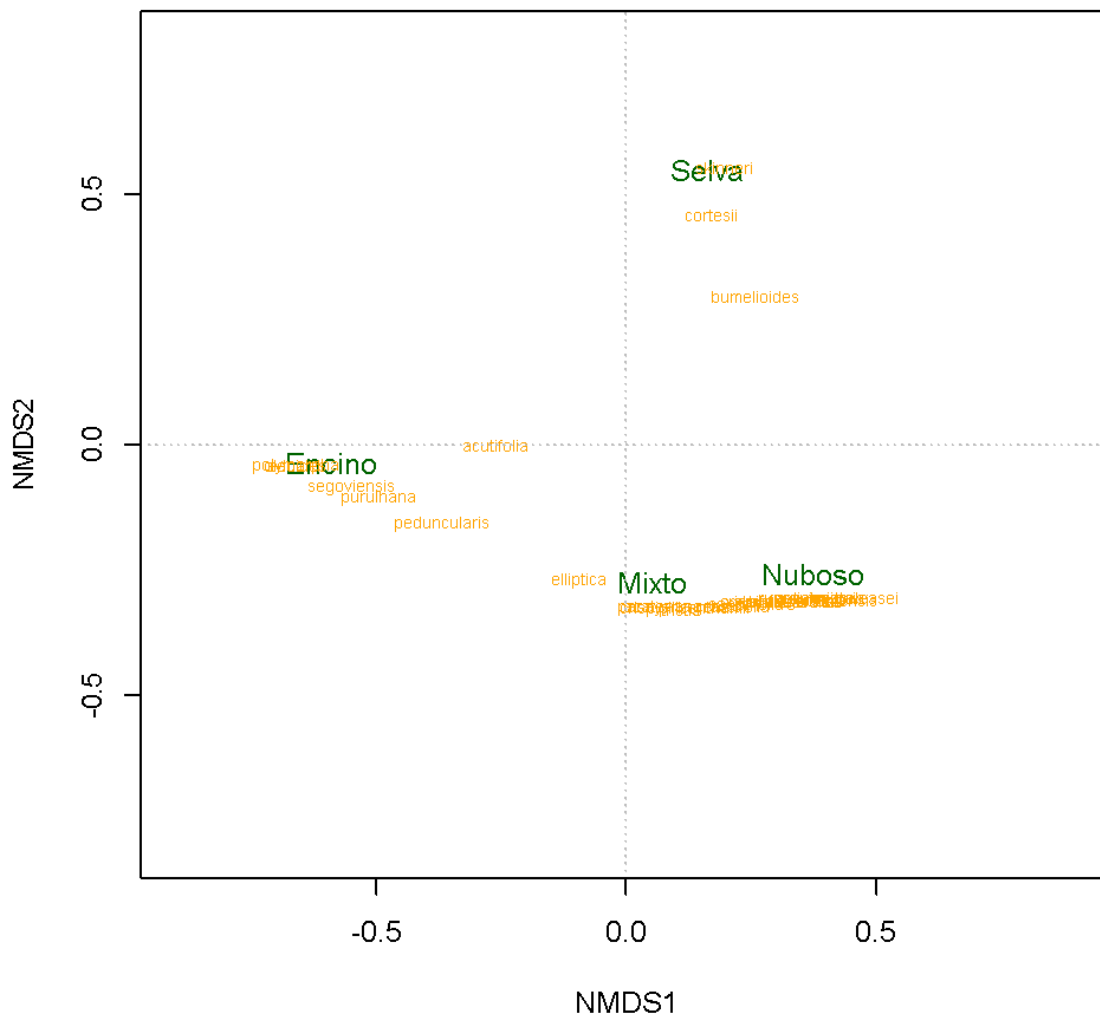
#### *Especies de encinos indicadoras de ecosistemas prioritarios*

En base a los datos de las 120 parcelas registradas desde 2015-2018, el análisis de agrupamiento, detectó cuatro grupos principales (Figura X). El primero que está compuesto por *Q. insignis*, *Q. flagellifera* y *Q. cortesii*, los cuales son característicos de ecosistemas selváticos. El segundo grupo se distinguen especies características de bosques de Pino-Encino, y Bosques secos de encino, El tercer grupo agrupa *Q. crispifolia*, *Q. skinneri*, *Q. xalapensis*, las cuales son características de Bosques Nubosos. Por último, el cuarto grupo asocia especies características de bosques transicionales donde los encinos son dominante entre ecosistema Pino-Encino y Bosque Nuboso.



**Figura 16.** Análisis de agrupamiento utilizando índice de Morisita\_Horn y el método de Ward. Las especies se abrevian de la siguiente manera. *Q. acutifolia*=Qa; *Q. borucasana* =Qb *Q. bumelioides* =Qbu; *Q. candicans* =Qca *Q. corrugata* =Qc *Q. cortesii* =Qci *Q. crassifolia* =Qcra *Q. crispifolia* =Qcri; *Q. elliptica* =Qe *Q. flagellifera* =Qf; *Q. guliemitreasei* =Qg *Q. insignis* =Qi; *Q. lancifolia* =Ql; *Q. oleoides* =Qo; *Q. oocarpa* =Qoo; *Q. pacayana* = Qp; *Q. peduncularis* =Qpe; *Q. purulhana* =Qpu; *Q. salicifolia* =Qsl; *Q. sapotifolia* =Qs; *Q. segoviensis* =Qse; *Q. skinneri* =Qsk; *Q. tristis* =Qt; *Q. vicentensis* =Qv; *Q. xalapensis* =Qx

Asimismo, se realizó un análisis de ordenación (NMDS) en donde se agrupan las especies por los ecosistemas prioritarios. Separando las especies de Selva, y algunos bosques de encino, donde algunas especies son dominantes como *Q. polymorpha* y *Q. oleoides*. Sin embargo, no existe una marcada diferencia entre especies de Bosques Nubosos y Bosques de Pino-Encino (Figura X).



**Figura 17.** Análisis de ordenación NMDS (stress 0.001,  $R^2=1$ ) de los ecosistemas prioritarios y especies de encino.

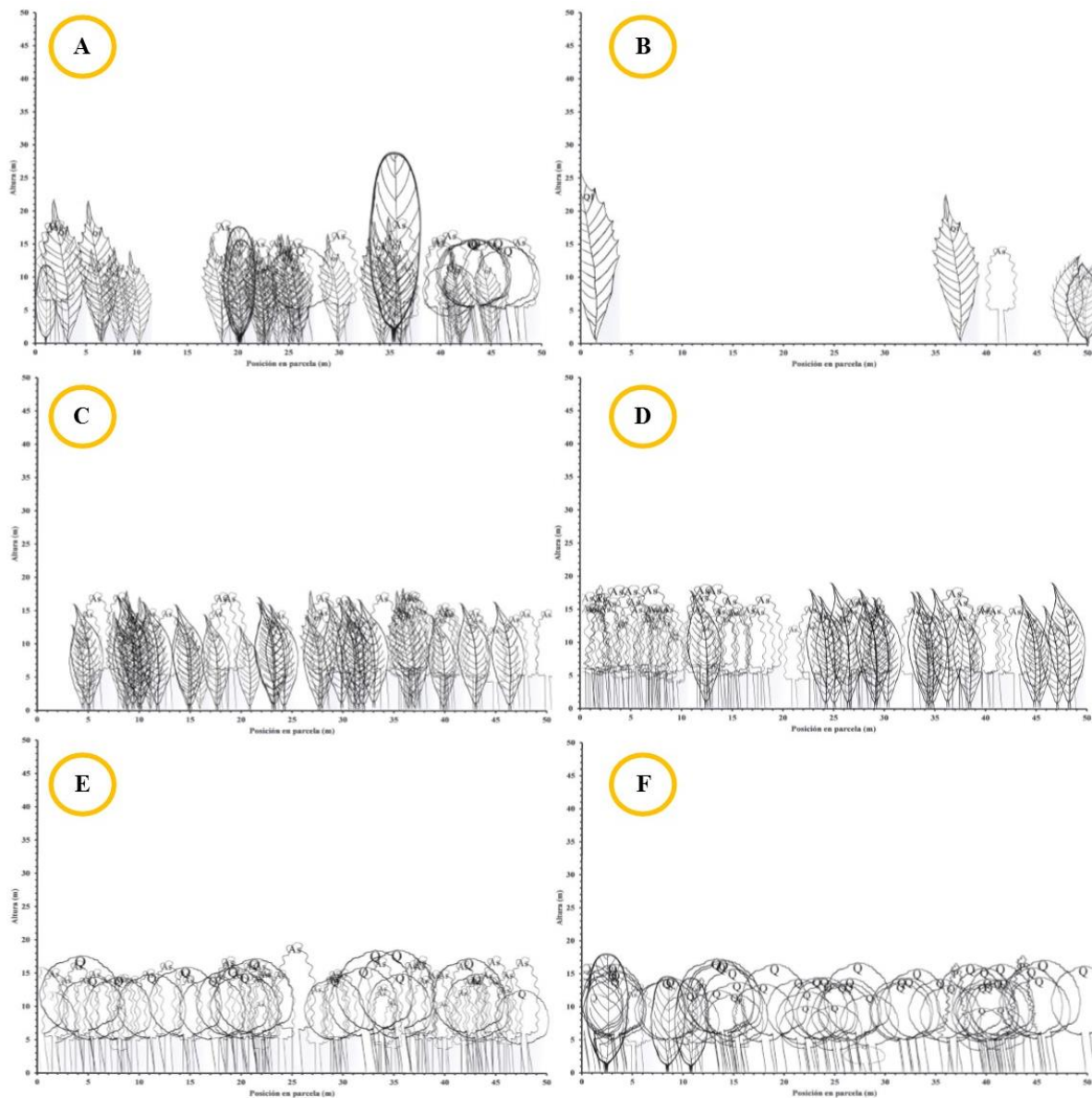
### *Perfiles de vegetación*

Los perfiles de vegetación al ser un medio gráfico nos permiten visualizar los aspectos estructurales de los bosques. A continuación, se presentan perfiles de vegetación vertical que corresponden a 5 tipos de bosques: bosque nuboso, bosque degradado, selvas, pino-encino y encinares.

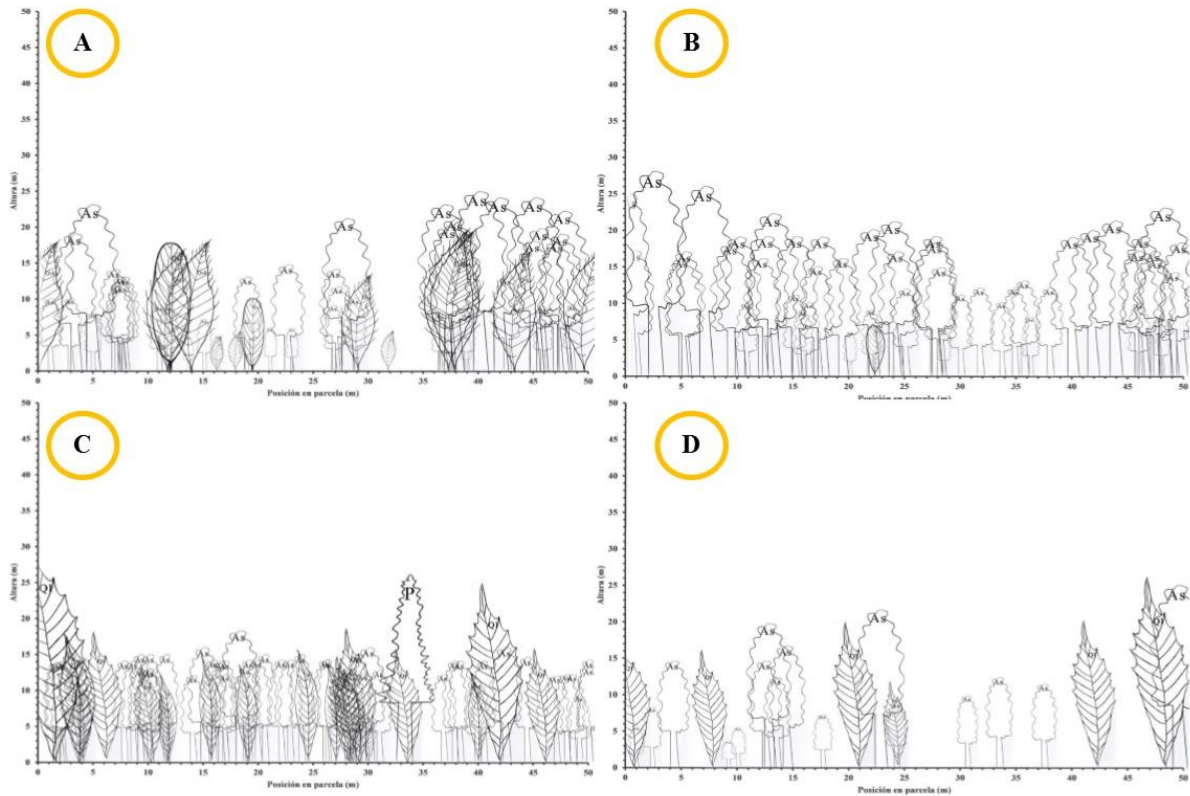


## BOSQUES NUBOSOS

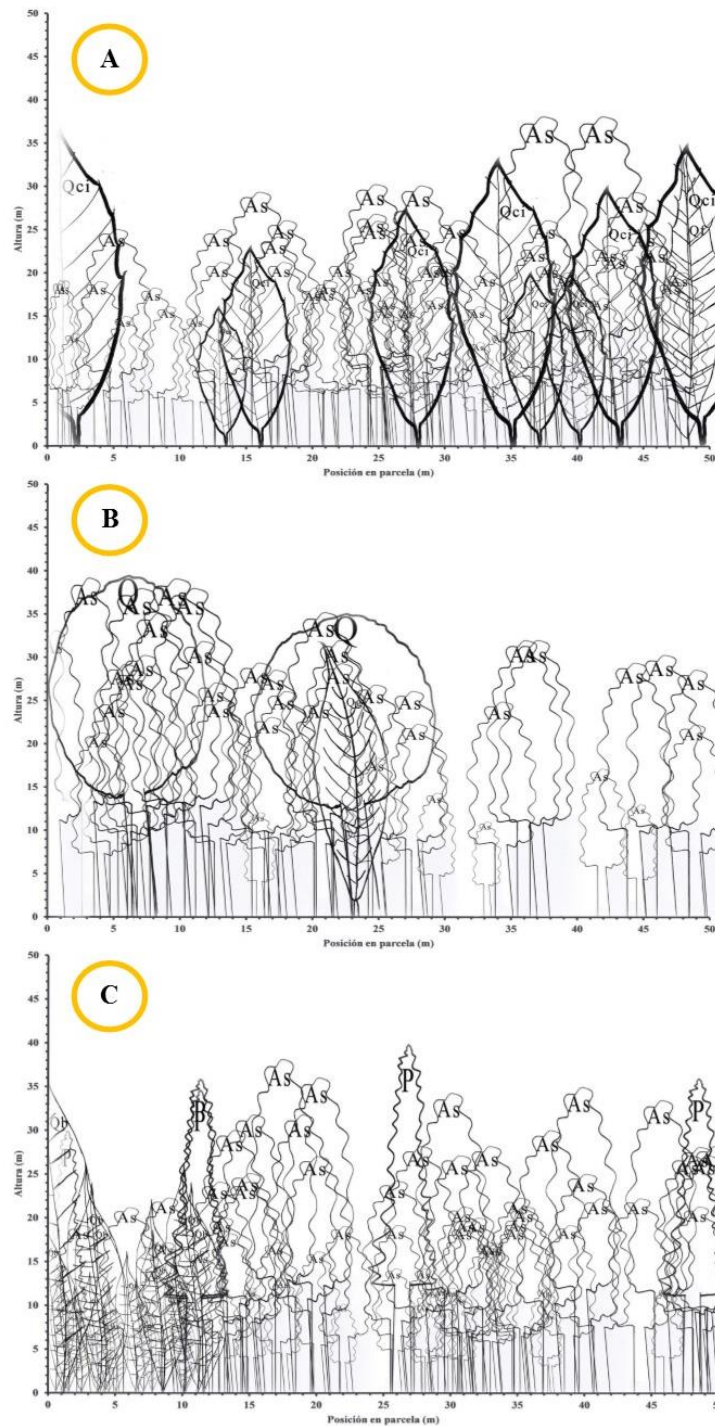
Las especies: *Q. cortessi*, *Q. skinneri* y *Q. insignis* son codominantes en este tipo de bosque; *Q. insignis* y *Q. lancifolia* se encuentran en asociación con *Lyiquidambar styraciflua*, y *Q. lancifolia* son individuos dominantes de estos bosques.



**Figura 18.** Perfil de vegetación vertical de Baja Verapaz, Bosque nuboso. A (Parcela 8): m= metros Qs=*Quercus sapotifolia* Ql=*Quercus lancifolia* Q=*Quercus* sp. As= Vegetación asociada; B (Parcela 9): m= metros Qsk=*Quercus skinneri* Ql=*Quercus lancifolia* Qci= *Quercus cortessi* As= Vegetación asociada; C (Parcela 10): m= metros Qg=*Quercus gulielmi-treleasei* Ql=*Quercus lancifolia* As= Vegetación asociada; D (Parcela 11): m= metros Qg=*Quercus gulielmi-treleasei* P= *Pinus* sp. As= Vegetación asociada; E (Parcela 12): m= metros Q= *Quercus* sp. As= Vegetación asociada; F (Parcela 13): m= metros Qs=*Quercus sapotifolia* Q= *Quercus* sp. As= Vegetación asociada .

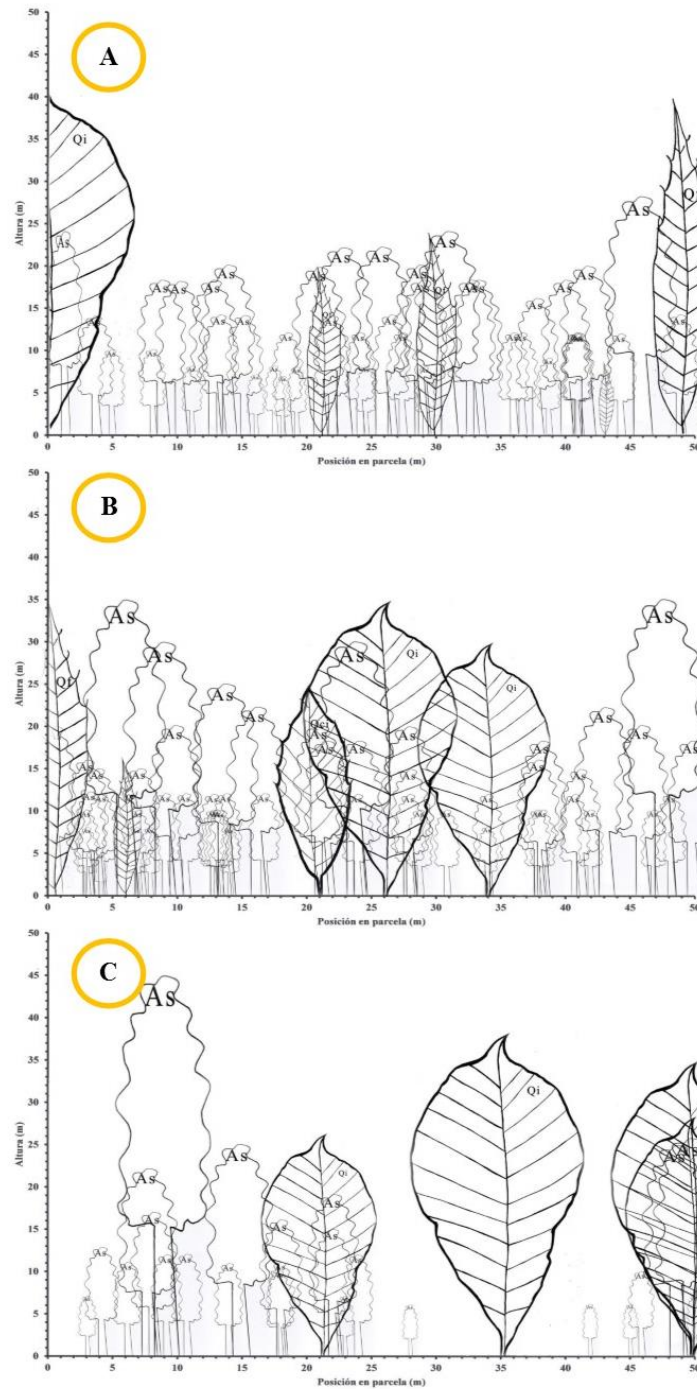


**Figura 19.** Perfil de vegetación vertical de Alta Verapaz, bosque nuboso. A (Parcela 23): m= metros Qsk=*Quercus skinneri* Qs=*Quercus sapotifolia* As= Vegetación asociada; B (Parcela 24): m= metros Qcri=*Quercus crispifolia* As= Vegetación asociada; C (Parcela 32): metros Ql=*Quercus lancifolia* Qg=*Quercus guillemtrelease* P= *Pinus sp.* As= Vegetación asociada; D (Parcela 38): m= metros Ql=*Quercus lancifolia* As= Vegetación asociada.



**Figura 20.** Perfil de vegetación vertical de Zacapa, bosque nuboso. A (Parcela 76): m= metros Qci=*Quercus cortesii* Qf=*Quercus flagellifera* As= Vegetación asociada, B (Parcela 79): m= metros Q=*Quercus* sp. Qg=*Quercus gulielmi-treleasei* As= Vegetación asociada; C (Parcela 92): m= metros Qb=*Quercus borucasana* P=*Pinus* sp. As= Vegetación asociada.

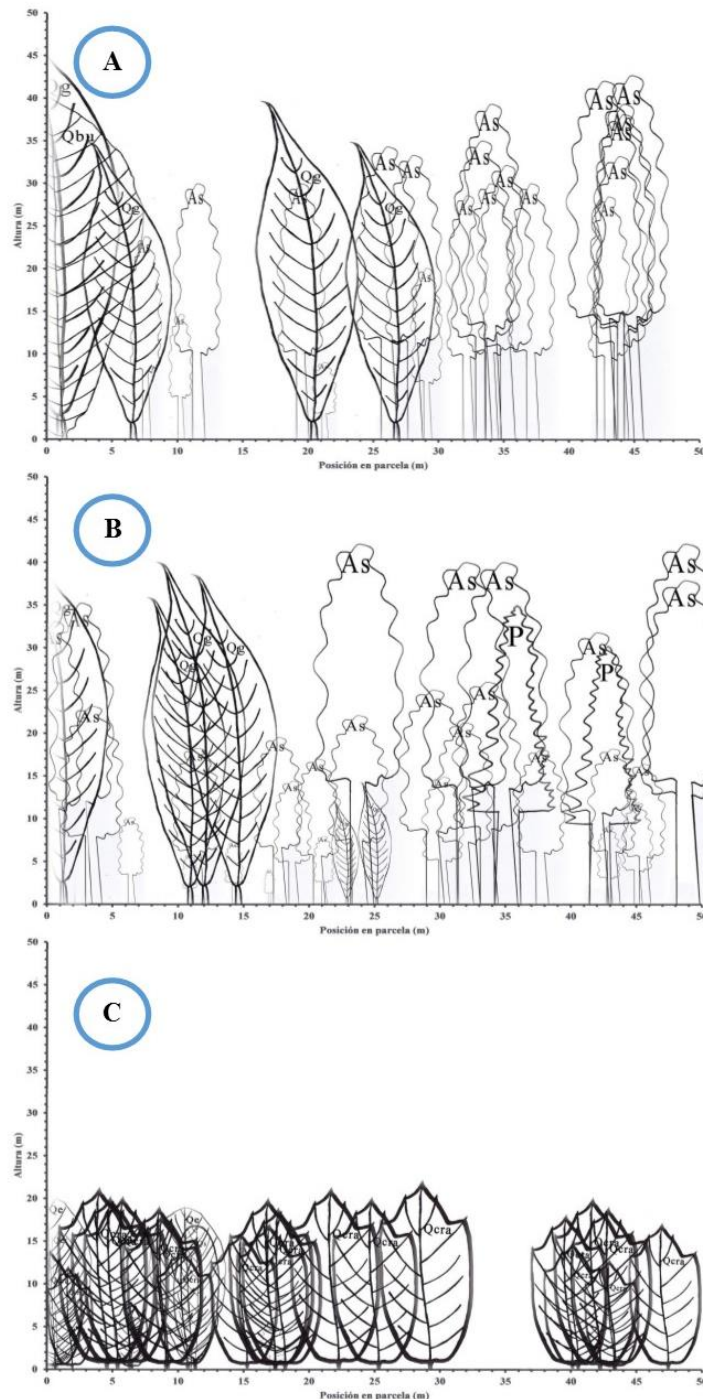




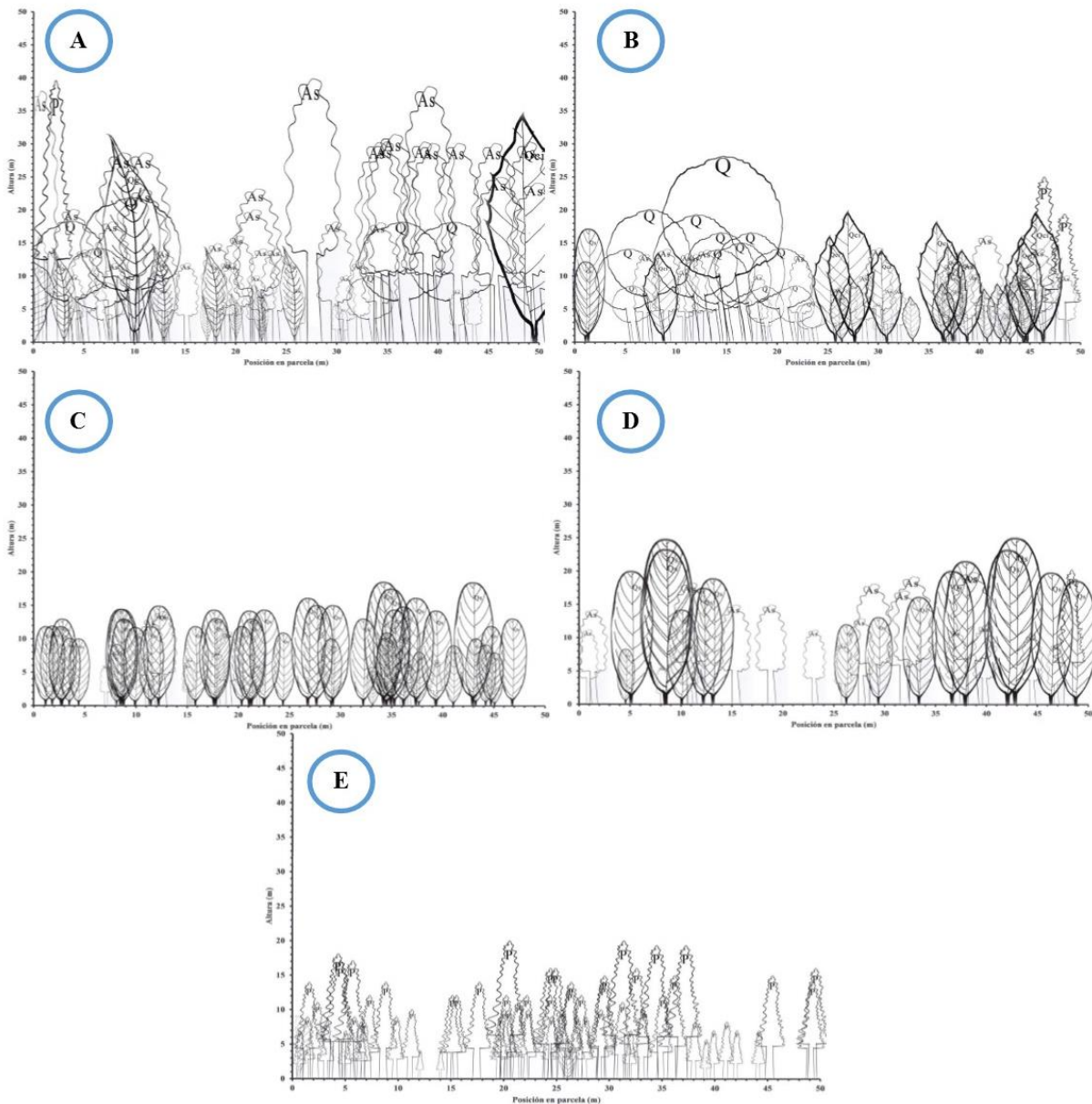
**Figura 21.** Perfil de vegetación vertical de Chiquimula, bosque nuboso. A (Parcela 84): m= metros, Qf=*Quercus flagellifera*, Qi= *Quercus insignis*, As= *Vegetación asociada*, B (Parcela 105): m= metros, Qci= *Quercus cortesii*, Qf= *Quercus flagellifera*, Qi= *Quercus insignis*, As= *Vegetación asociada*, C (Parcela 108): m= metros, Qi= *Quercus insignis*, As= *Vegetación asociada*

## BOSQUE DEGRADADO

Las especies de encino encontradas mayormente fue *Q. sapotifolia* y *Q. guielmi-treleasei*.



**Figura 22.** Perfil de vegetación vertical de Jalapa y Zacapa, bosques degradados. A (Jalapa, Parcela 52): m= metros, Qbu=*Quercus bumelioides*, Qg=*Quercus guielmi-treleasei*, As= Vegetación asociada; B (Zacapa, Parcela 80): m= metros, Qg=*Quercus guielmi-treleasei*, P= *Pinus sp.*, As= Vegetación asociada; C (Zacapa, Parcela 90): m= metros, Qcra= *Quercus crassifolia*, Qe= *Quercus elliptica*, Qs=*Quercus sapotifolia*, As= Vegetación asociada.

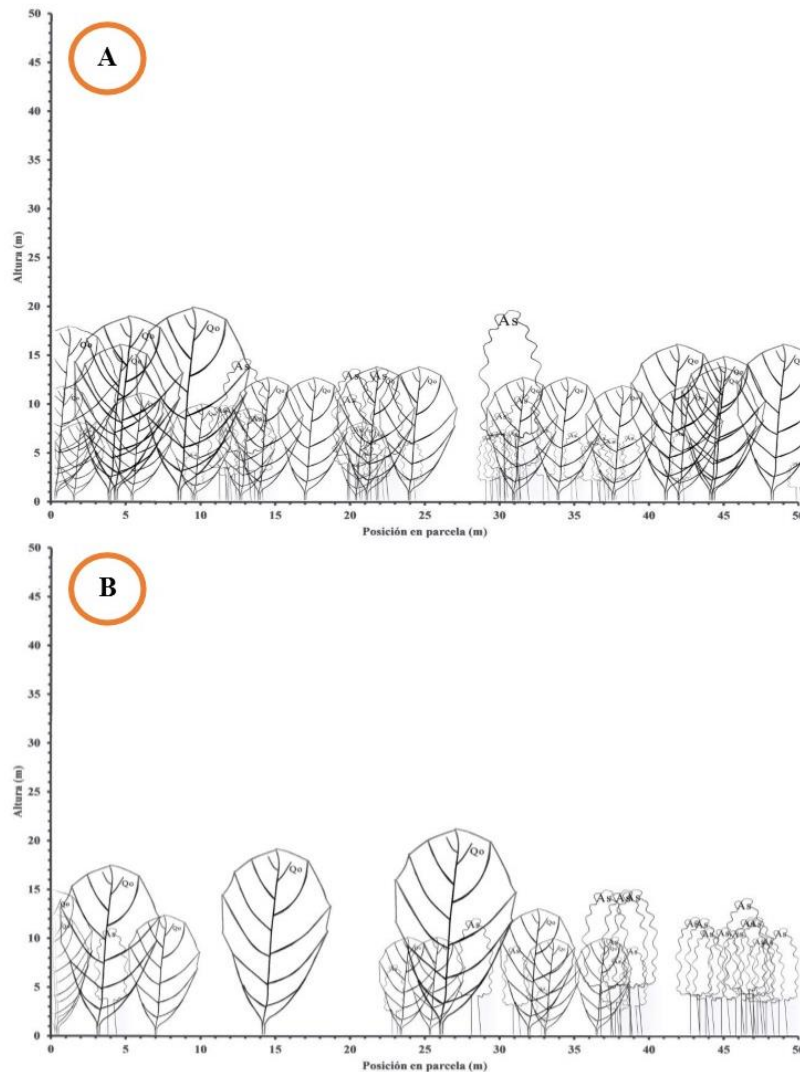


**Figura 23.** Perfil de vegetación vertical de Chiquimula, bosques degradados. A (Parcela 85): m= metros, Q= *Quercus sp.*, Qci= *Quercus cortesii*, Qg=*Quercus gulielmi-treleasei*, Qi= *Quercus insignis*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; B (Parcela 86): m= metros, Q= *Quercus sp.*, Qci= *Quercus cortesii*, Qs=*Quercus sapotifolia*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; C (Parcela 87): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; D (Parcela 88): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; E (Parcela 89): m= metros, Qe=*Quercus elliptica*, Qpe= *Quercus peduncularis*, P= *Pinus sp.*



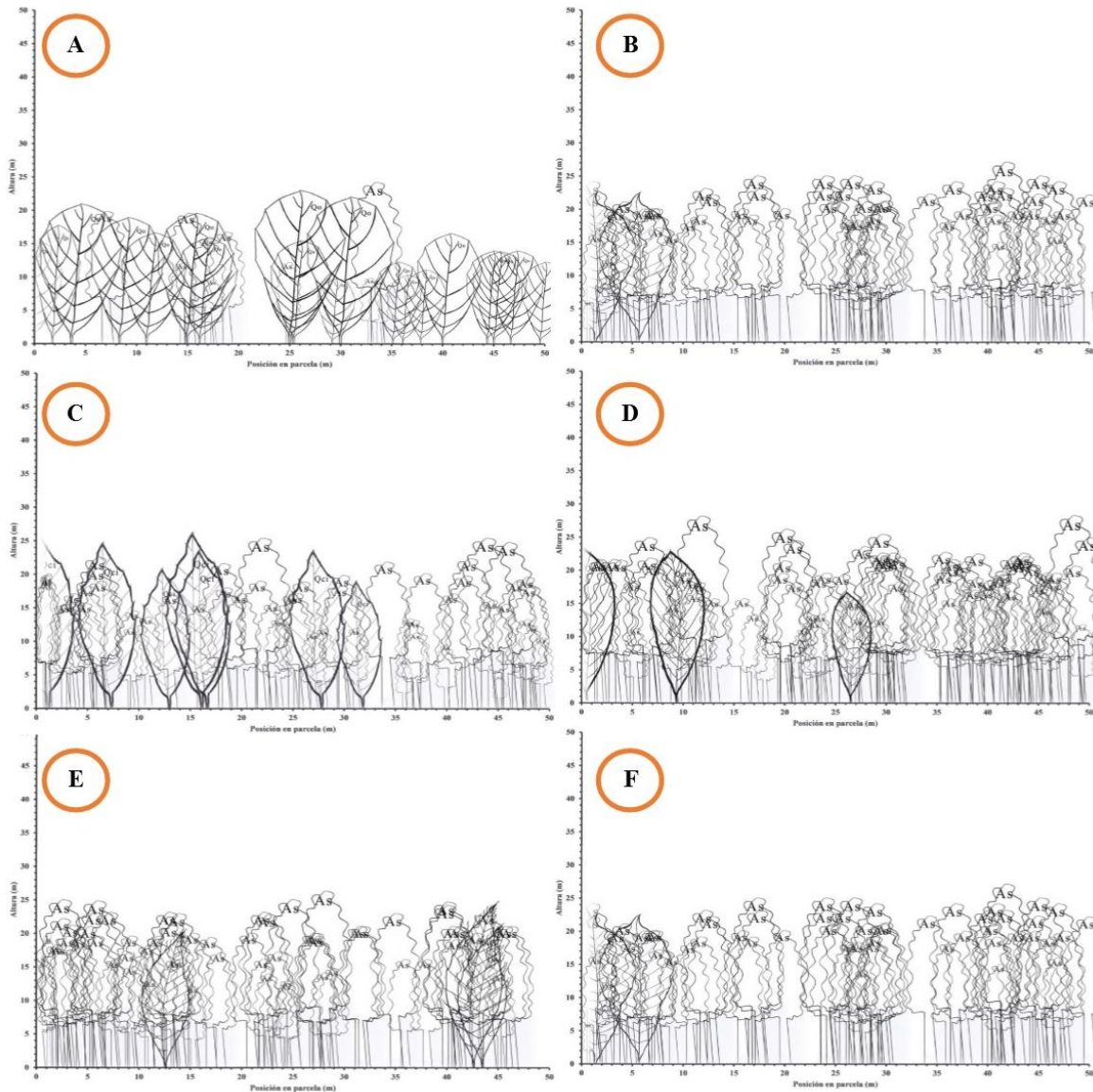
## SELVAS

Para las parcelas ubicadas en selvas bajas la especie de encino encontrada mayormente fue *Q. oleoides*.



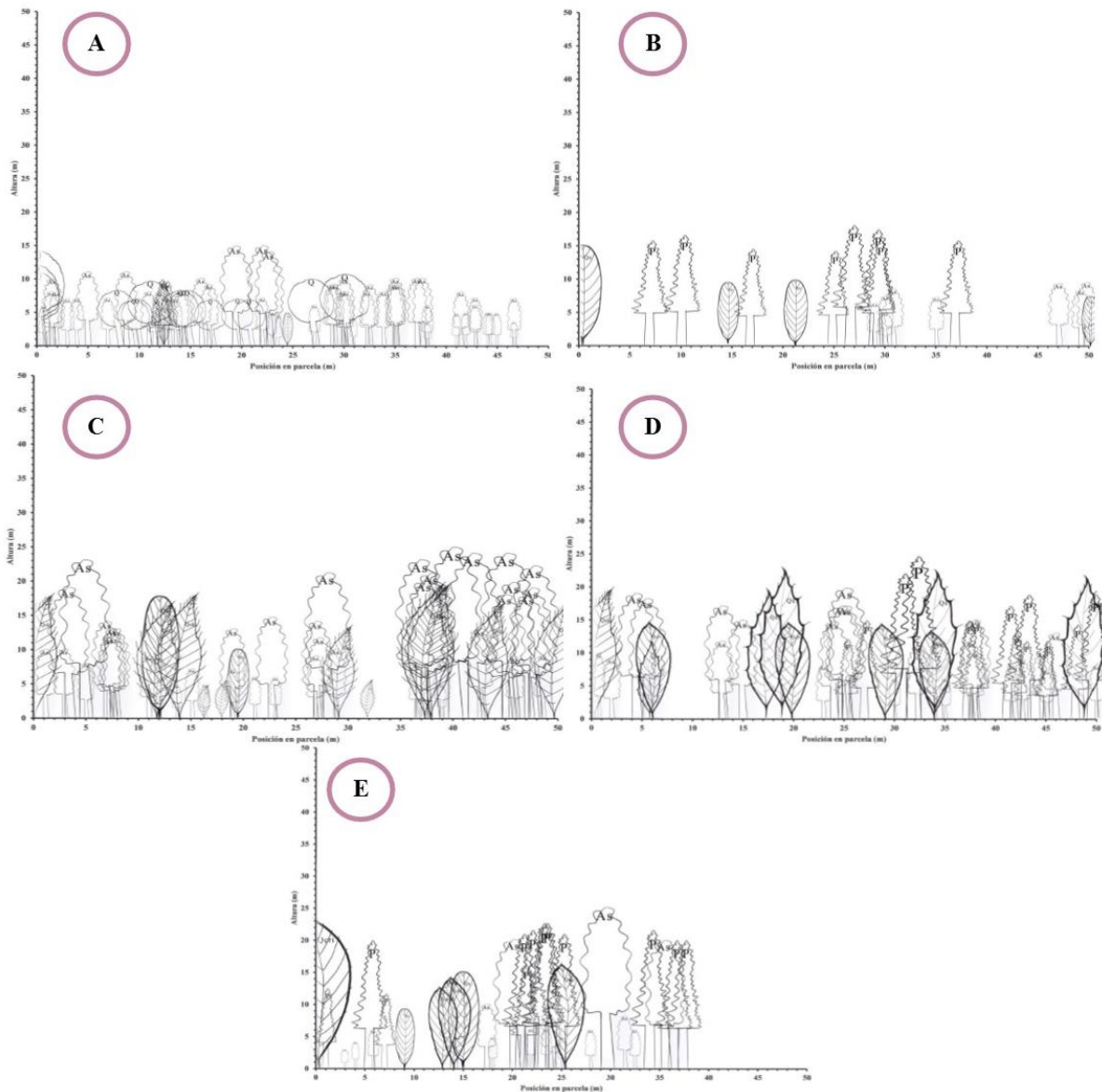
**Figura 24.** Perfil de vegetación vertical de Alta Verapaz e Izabal, selvas. A (Alta Verapaz, Parcela 33): m= metros, Qo=*Quercus oleoides*, As= *Vegetación asociada*; B (Izabal, Parcela ): m= metros Qo= *Quercus oleoides* As= *Vegetación asociada*.



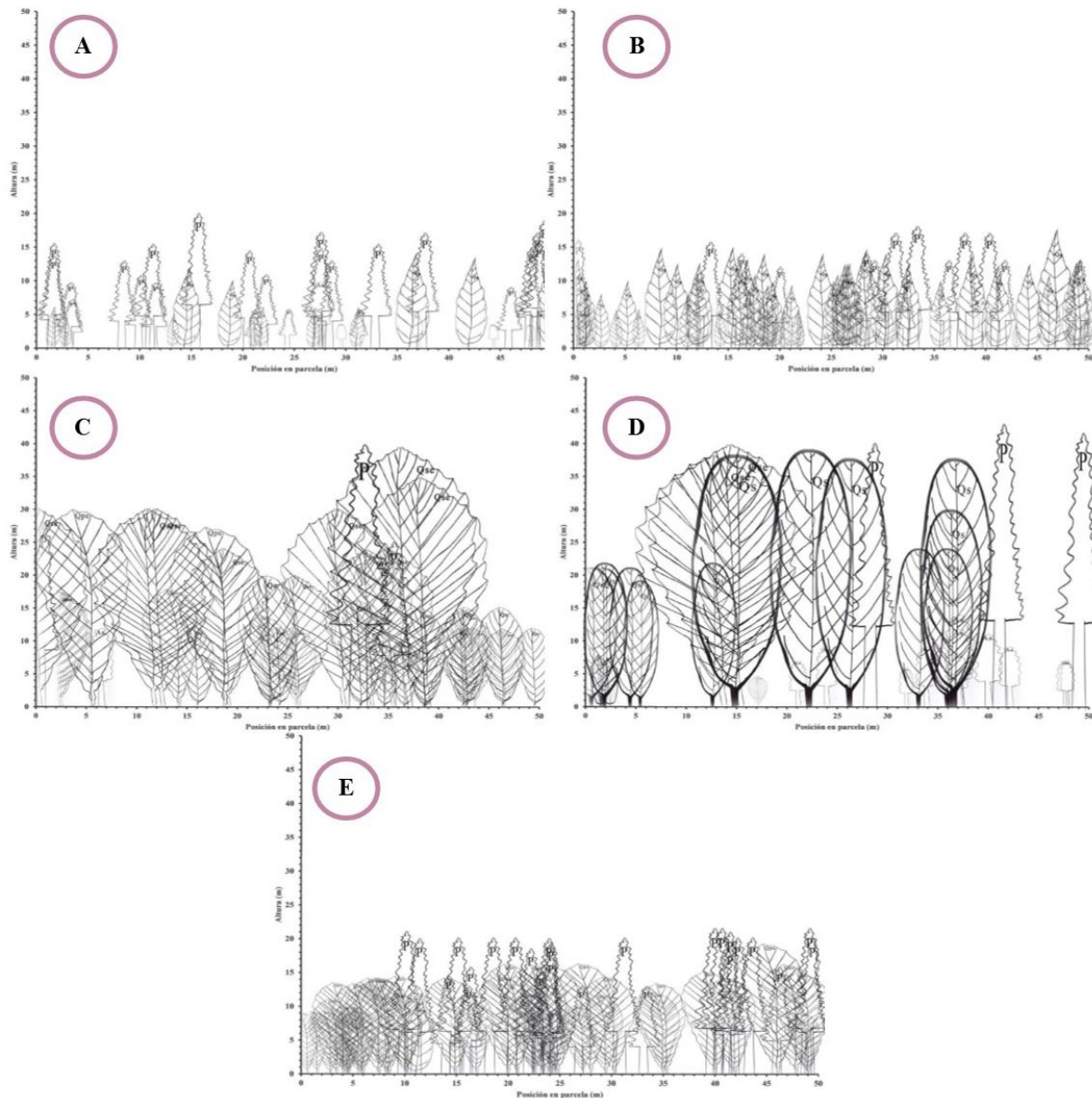


**Figura 25.** Perfil de vegetación vertical de Petén, selvas. A (Parcela 14): m= metros, Qo= *Quercus oleoides*, As= *Vegetación asociada*; B (Parcela 15): m= metros, Qi=*Quercus insignis*, As= *Vegetación asociada*; C (Parcela 16): m= metros, Qci=*Quercus cortesii*, As= *Vegetación asociada*; D (Parcela 17): m= metros, Qcr=*Quercus crispifolia*, As= *Vegetación asociada*; E (Parcela 18): m= metros, Qsk=*Quercus skimmeri*, As= *Vegetación asociada*; F (Parcela 19): m= metros, Qi=*Quercus insignis*, As= *Vegetación asociada*.

PINO ENCINO

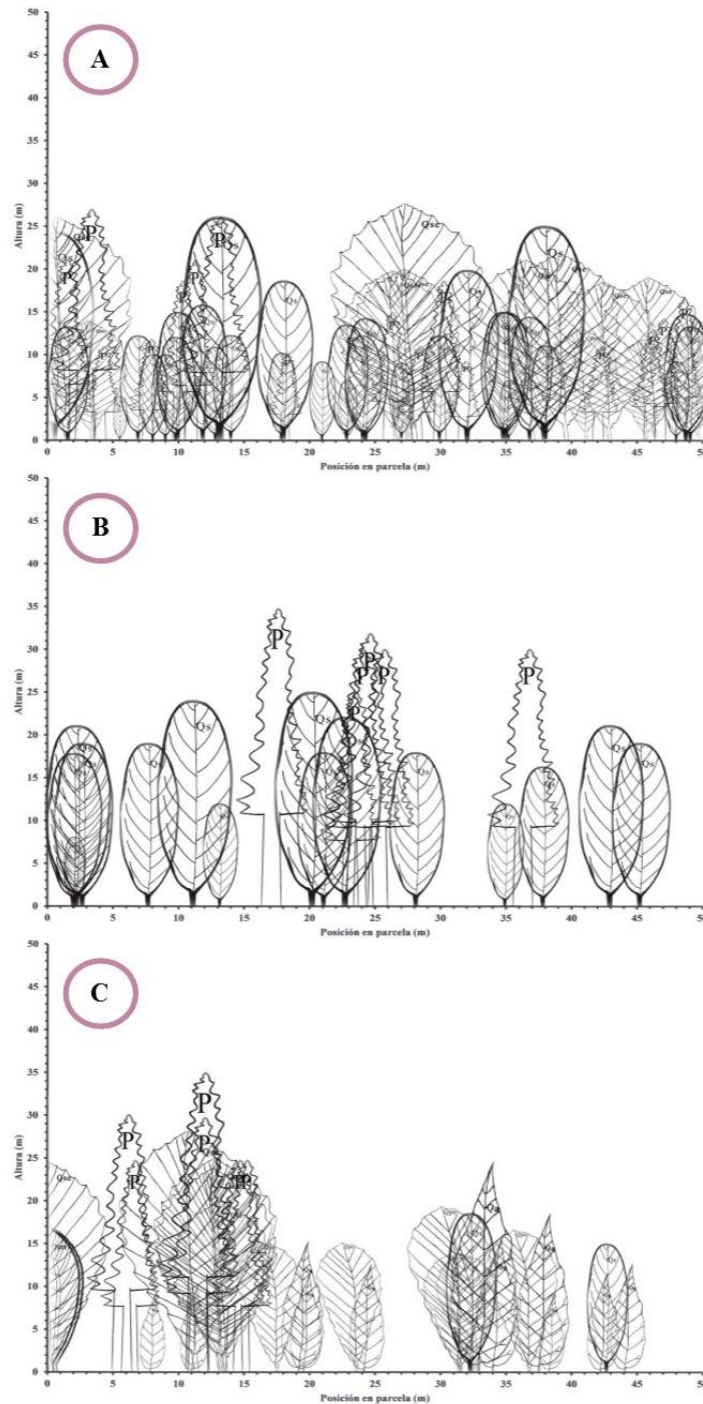


**Figura 26.** Perfil de vegetación vertical de Alta Verapaz, bosques de pino-encino. A (Parcela 20): m= metros, Q=*Quercus* sp., Qs=*Quercus sapotifolia*, As= *Vegetación asociada*; B (Parcela 21): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, P= *Pinus* sp., As= *Vegetación asociada*; C (Parcela 22): m= metros, Qsk= *Quercus skinneri*, P= *Pinus* sp., As= *Vegetación asociada*; D (Parcela 37): m= metros, Qcri=*Quercus crispifolia*, Qsk=*Quercus skinneri*, Qx=*Quercus xalapensis*, P= *Pinus* sp., As= *Vegetación asociada*; E (Parcela 39): m= metros, Qcri=*Quercus crispifolia*, Qs=*Quercus sapotifolia*, P= *Pinus* sp., As= *Vegetación asociada*.

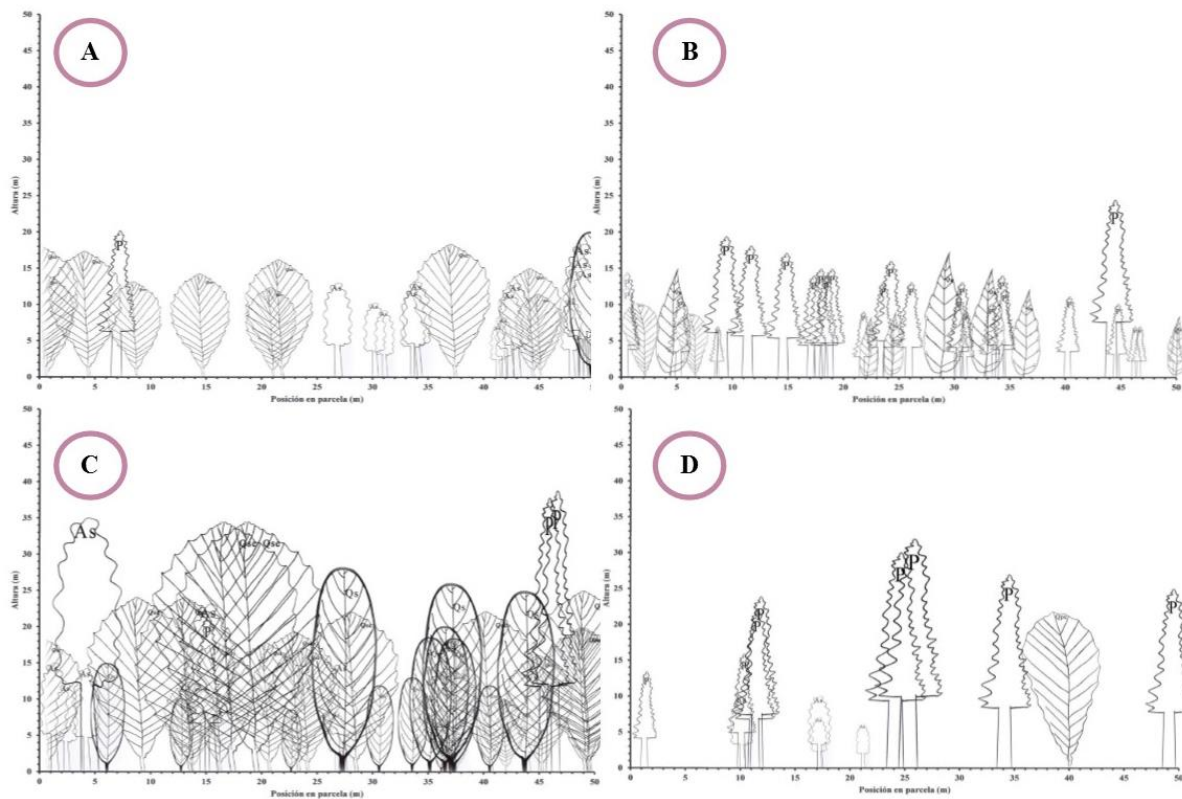


**Figura 27.** Perfil de vegetación vertical de Jalapa, bosques de pino-encino. A (Parcela 44): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, P=*Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; B (Parcela 45): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, P=*Pinus sp.*; C (Parcela 49): m= metros, Qe=*Quercus elliptica*, Qse=*Quercus segoviensis*, Qpe=*Quercus peduncularis*, P= *Pinus sp.*, As=*Vegetación asociada*; D (Parcela 53): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*, Qt=*Quercus tristis*, P=*Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; E (Parcela 54): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, Qp=*Quercus peduncularis*, P=*Pinus sp.*

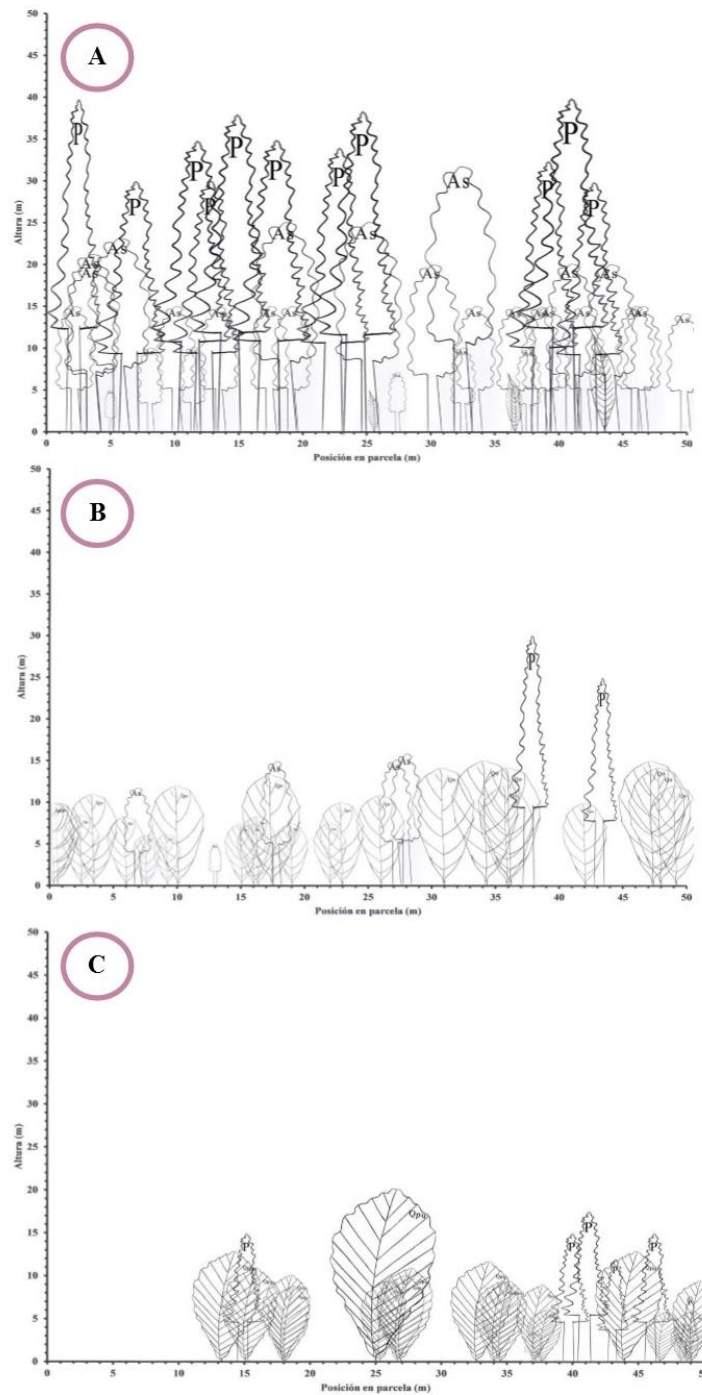




**Figura 28.** Perfil de vegetación vertical de Santa Rosa, bosques de pino-encino. A (Parcela 61): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*, P=*Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*, B (Parcela 62): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, P=*Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*, C (Parcela 67): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, Qcri= *Quercus crispifolia*, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qs=*Quercus sapotifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*, P= *Pinus sp.*



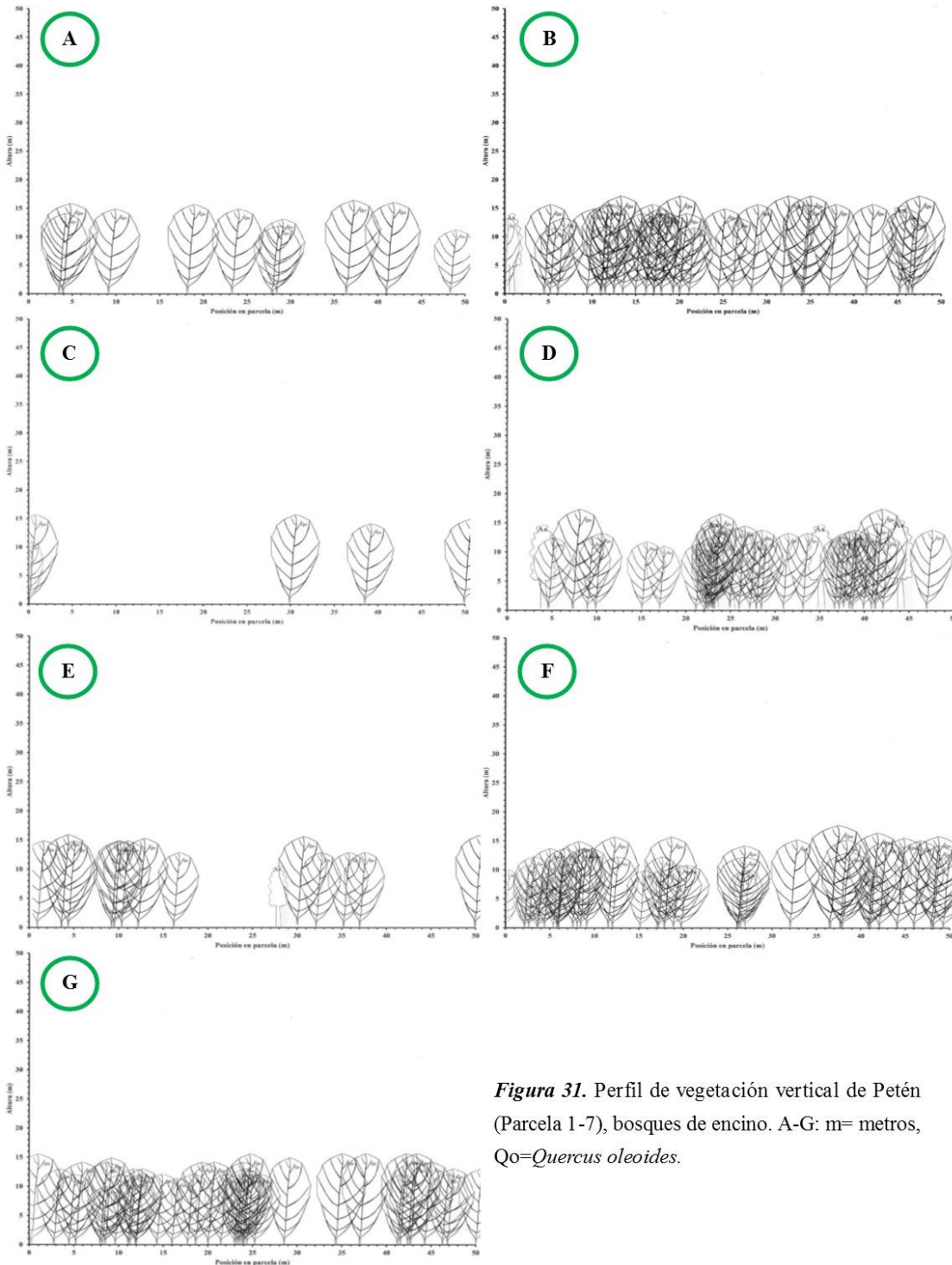
**Figura 29.** Perfil de vegetación vertical de Zacapa, bosques de pino-encino. A (Parcela 81): m= metros, Qs= *Quercus sapotifolia*, Qse= *Quercus segoviensis*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; B (Parcela 91): m= metros, Qa= *Quercus acutifolia*, Qpe= *Quercus peduncularis*, P= *Pinus sp.*; C (Parcela 93): m= metros, Qs= *Quercus sapotifolia*, Qse= *Quercus segoviensis*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; D (Parcela 94): m= metros, Qpe= *Quercus peduncularis*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*.



**Figura 30.** Perfil de vegetación vertical de Chiquimula, Izabal y Jutiapa, bosques de pino-encino. A (Chiquimula, Parcela 83): m= metros, Qg=*Quercus guillemi-treleasei*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; B (Izabal, Parcela 101): m= metros, Qo= *Quercus oleoides*, P= *Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*; C (Jutiapa, Parcela 42): m= metros, Qpu=*Quercus purulhana*, P=*Pinus sp.*, As= *Vegetación asociada*.

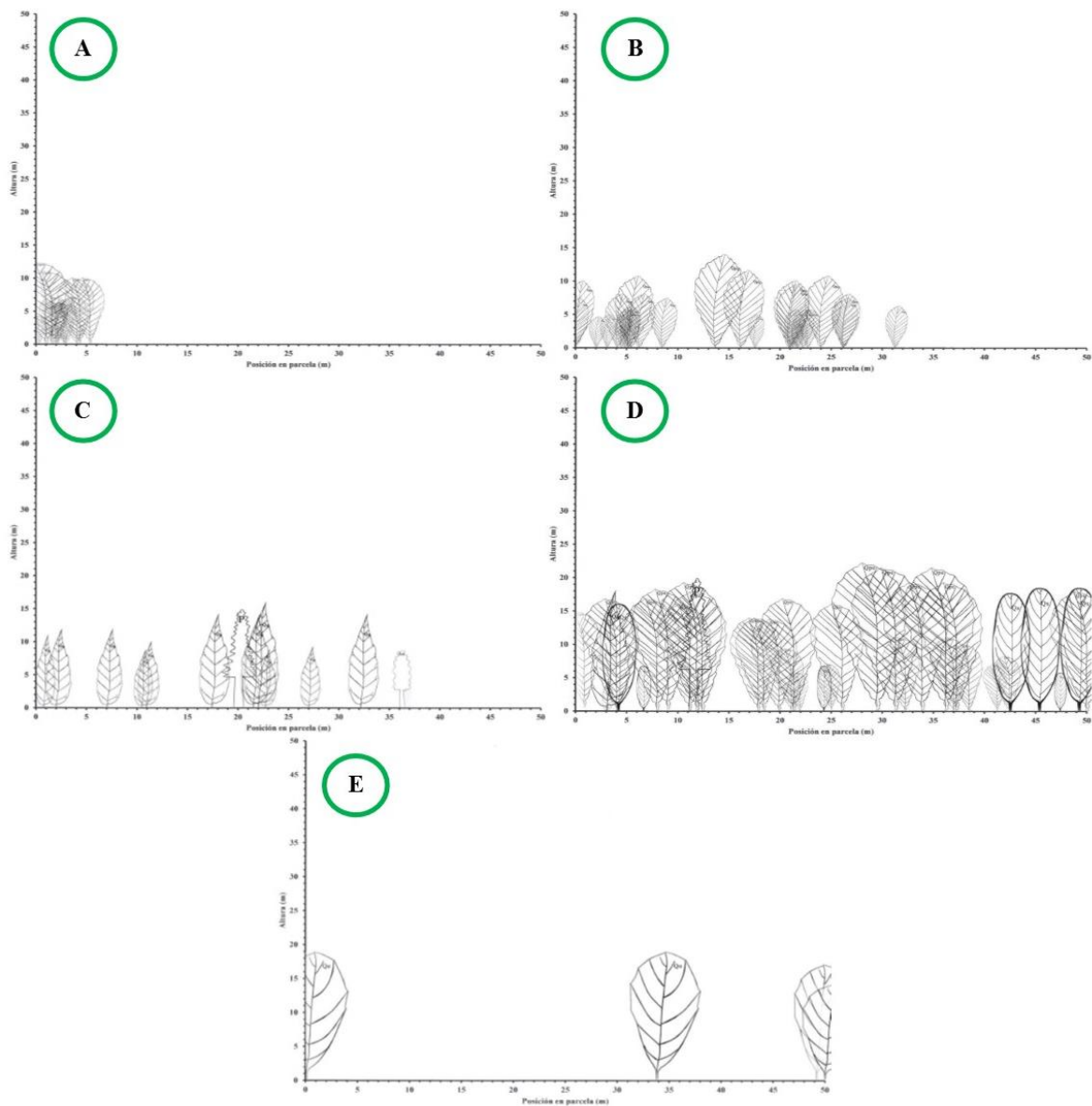
## BOSQUES DE ENCINO

Están compuestos mayormente por *Quercus* de diferentes especies. Las especies encontradas en los bosques de encinos son: *Q. peduncularis* y *Q. segoviensis*.



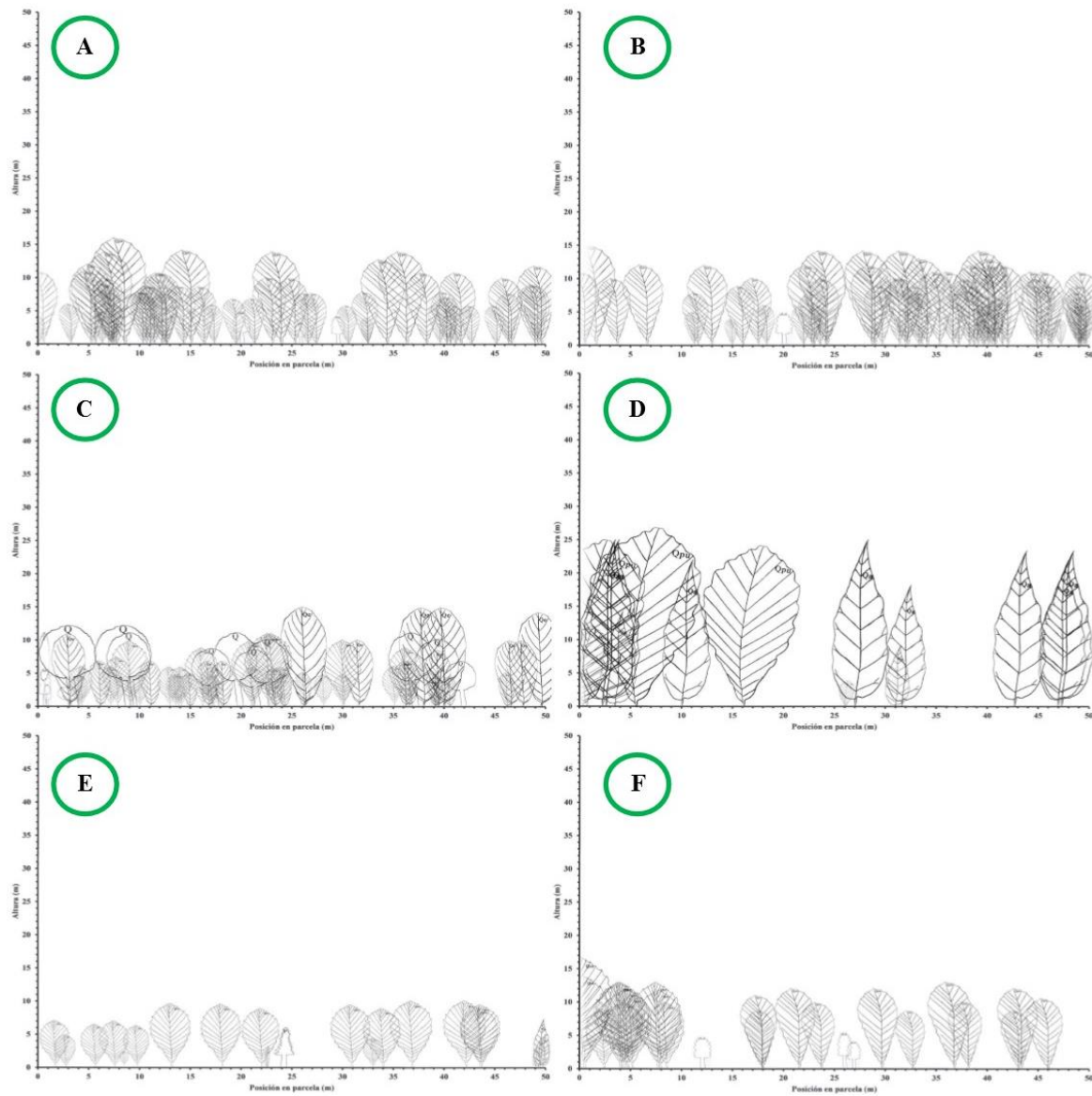
**Figura 31.** Perfil de vegetación vertical de Petén (Parcela 1-7), bosques de encino. A-G: m= metros, Qo=*Quercus oleoides*.



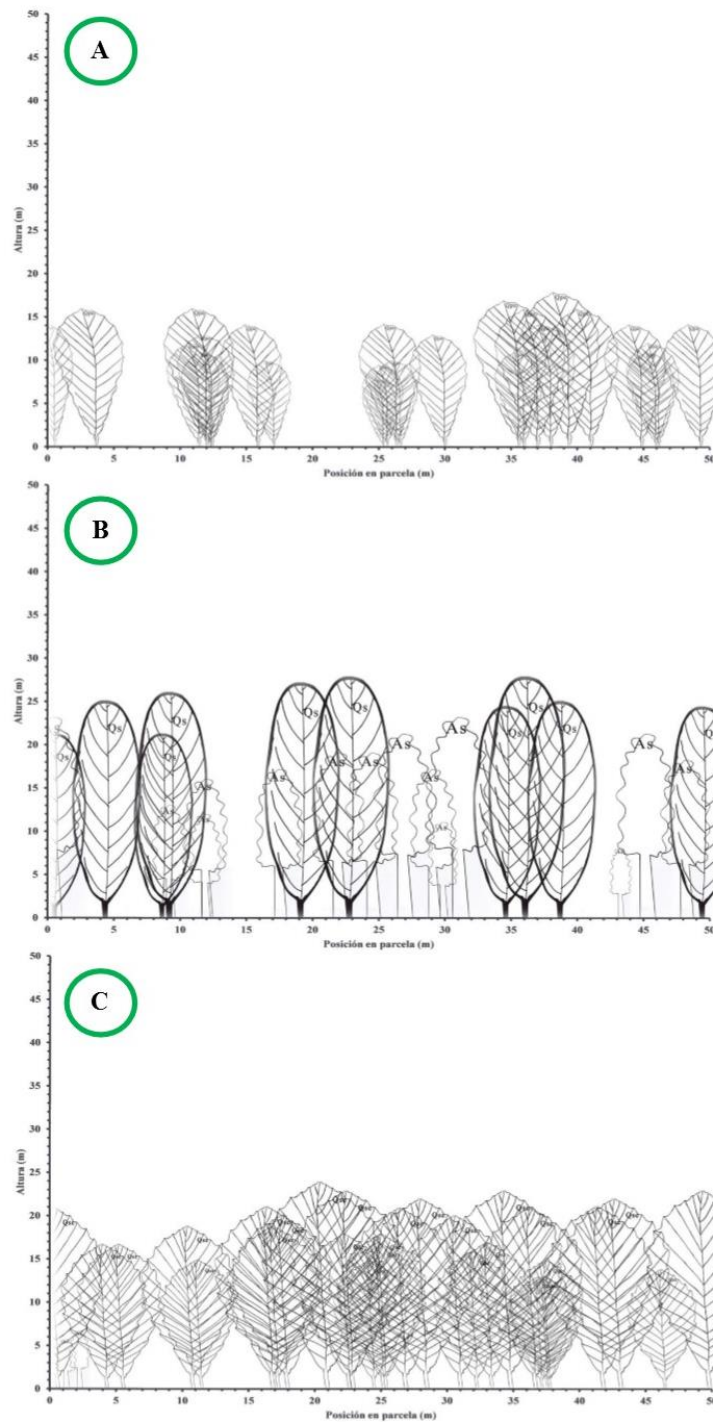


**Figura 32.** Perfil de vegetación vertical de Alta Verapaz y Baja Verapaz, bosques de encino. A (Baja Verapaz, Parcela 26): m= metros, Qp=*Quercus peduncularis*; B (Baja Verapaz, Parcela 27): m= metros, Qpu=*Quercus purulhana*; C (Baja Verapaz, Parcela 29): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, P=*Pinus sp.*, As= Vegetación asociada; D (Baja Verapaz, Parcela 31): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, Qs= *Quercus sapotifolia*, Qpe=*Quercus peduncularis*, P= *Pinus sp.*; E (Alta Verapaz, Parcela 35): m= metros, Qs=*Quercus oleoides*.

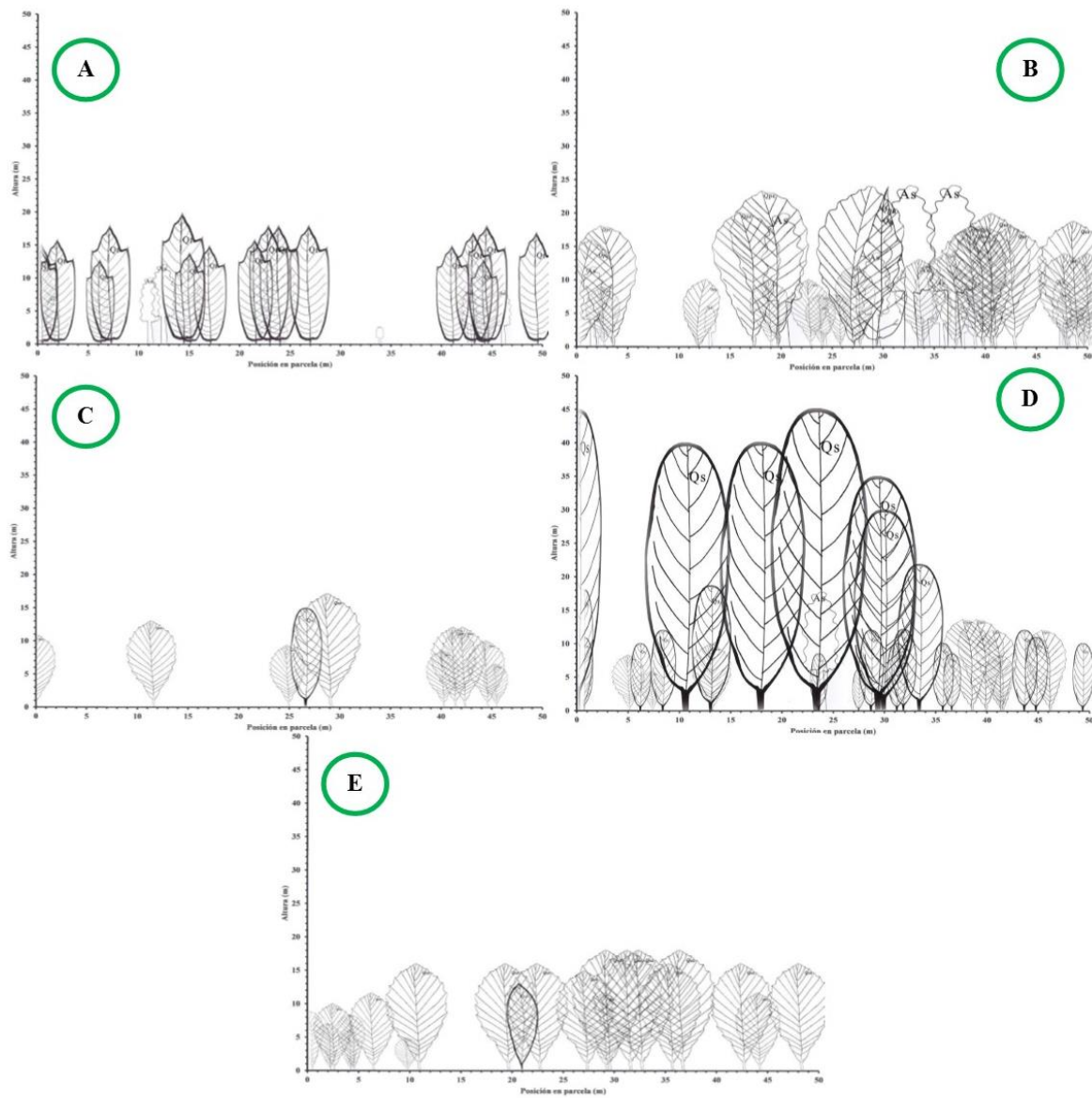




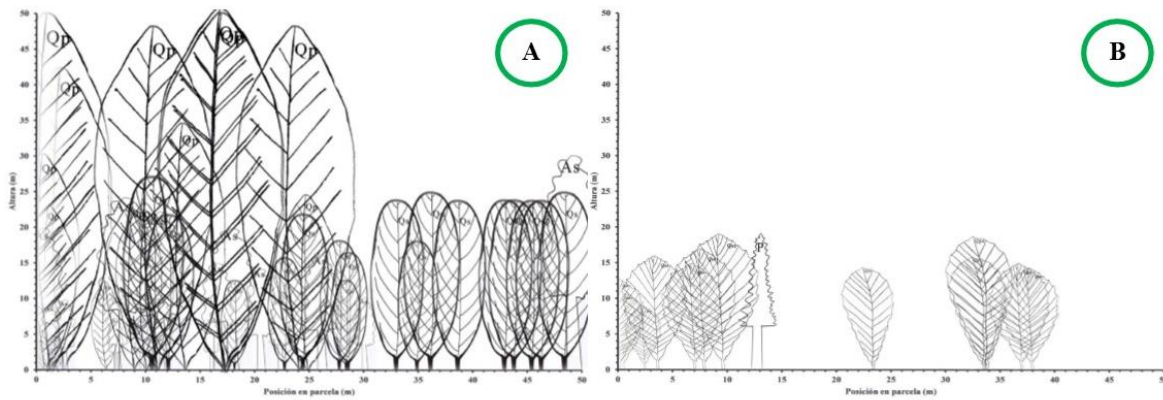
**Figura 33A.** Perfil de vegetación vertical de Jutiapa, bosques de encino. A (Parcela 40): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, As=Vegetación asociada; B (Parcela 41): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*; C (Parcela 43): m= metros, Qe=*Quercus elliptica*, Qse=*Quercus segoviensis*, Q=*Quercus* sp.; D (Parcela 46): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, Qpu=*Quercus purulhana*, P=*Pinus* sp., As= Vegetación asociada; E (Parcela 69): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, Qsl=*Quercus salicifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*, P=*Pinus* sp., As= Vegetación asociada; F (Parcela 71): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qse=*Quercus segoviensis*, As= Vegetación asociada.



**Figura 33B.** Perfil de vegetación vertical de Jutiapa, bosques de encino. A (Parcela 72): m= metros, Qpe=*Quercus pedunculata*; B (Parcela 73): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, As= Vegetación asociada; C (Parcela 74): m= metros, Qse=*Quercus segoviensis*, As= Vegetación asociada.

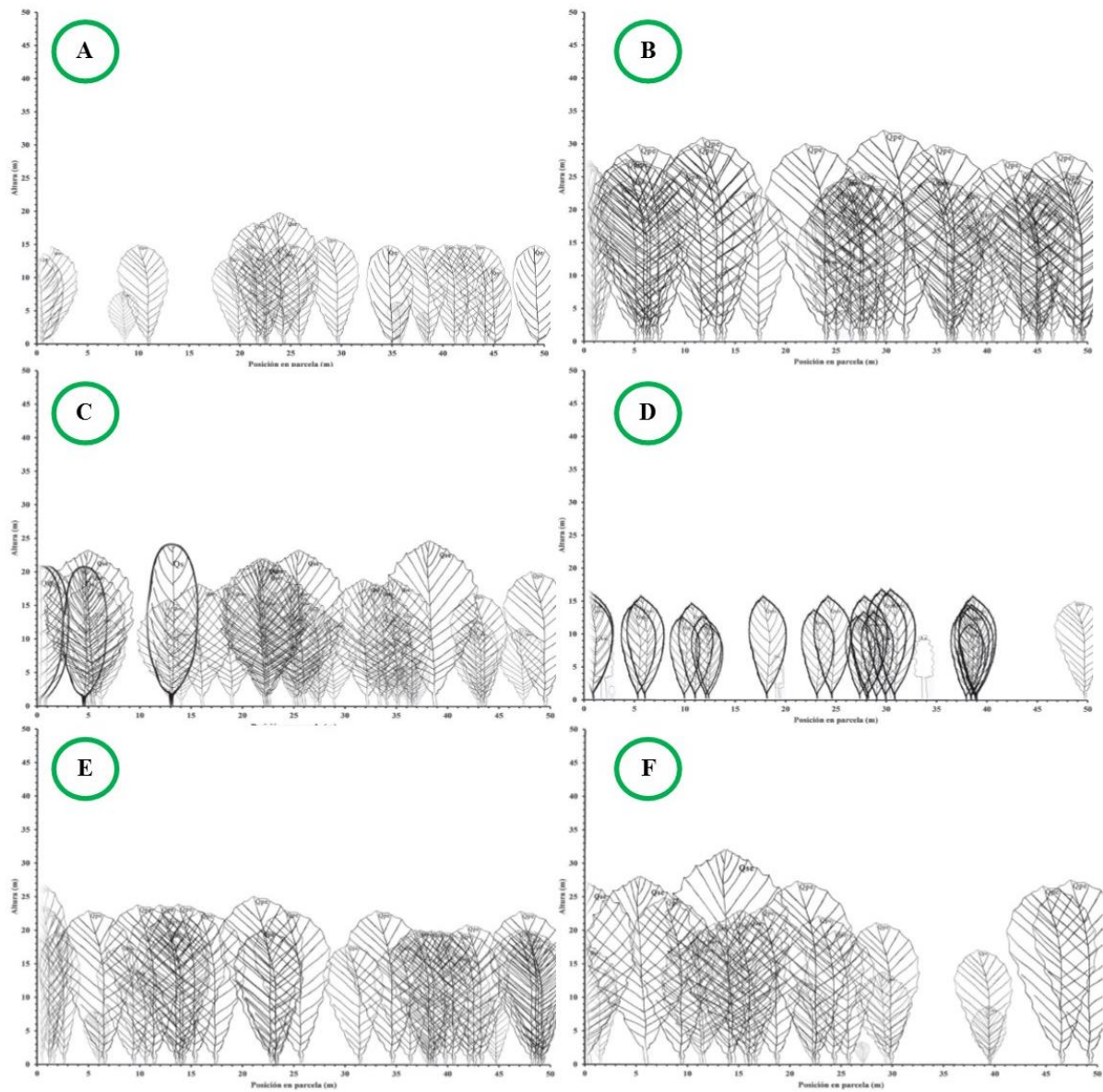


**Figura 344.** Perfil de vegetación vertical de Jalapa, bosques de encino. A (Parcela 47): m= metros, Qt=*Quercus tristis* As=*Vegetación asociada*; B (Parcela 48): m= metros, Qa=*Quercus acutifolia*, Qpu=*Quercus purulhana*, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qse= *Quercus segoviensis*, As= *Vegetación asociada*; C (Parcela 50): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*; D (Parcela 51): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*, Qpe=*Quercus peduncularis*, As=*Vegetación asociada*; E (Parcela 55): m= metros, Qcri=*Quercus crispifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*, Qpe=*Quercus peduncularis*.

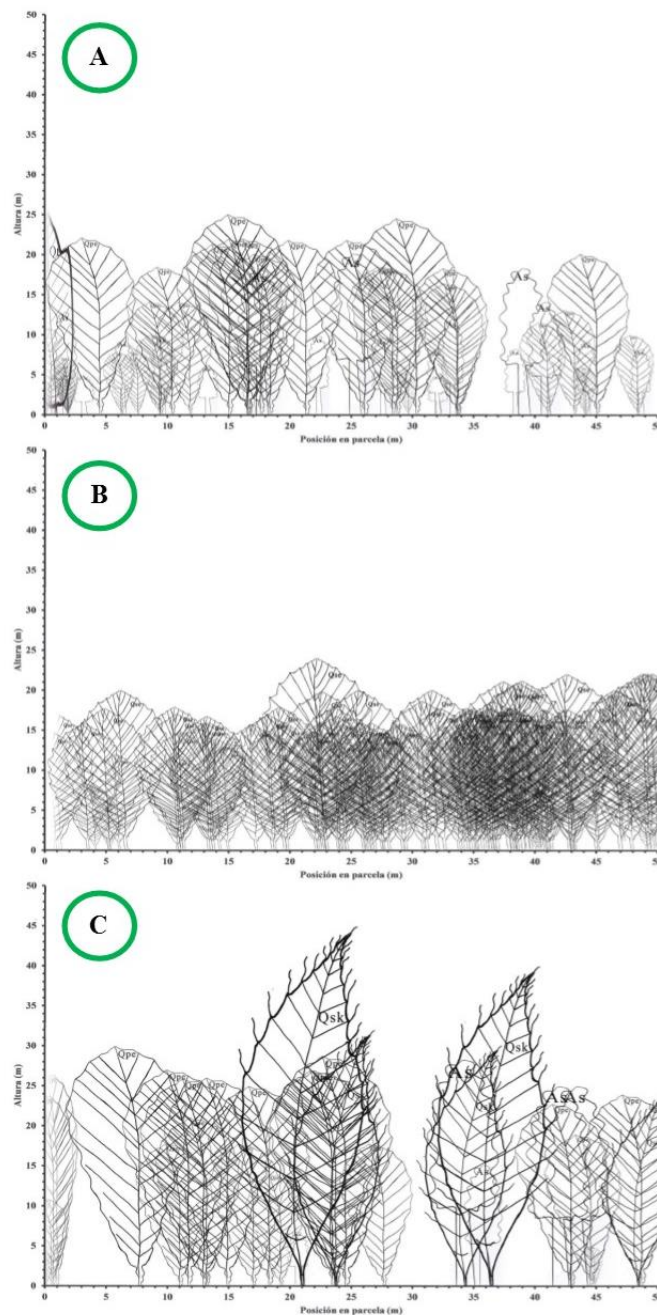


**Figura 34B.** Perfil de vegetación vertical de Jalapa, bosques de encino. A (Parcela 56): m= metros, Qs=*Quercus sapotifolia*, Qp=*Quercus pacayana*, As=*Vegetación asociada* G (Parcela 75): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qse=*Quercus segoviensis*, P=*Pinus sp.*

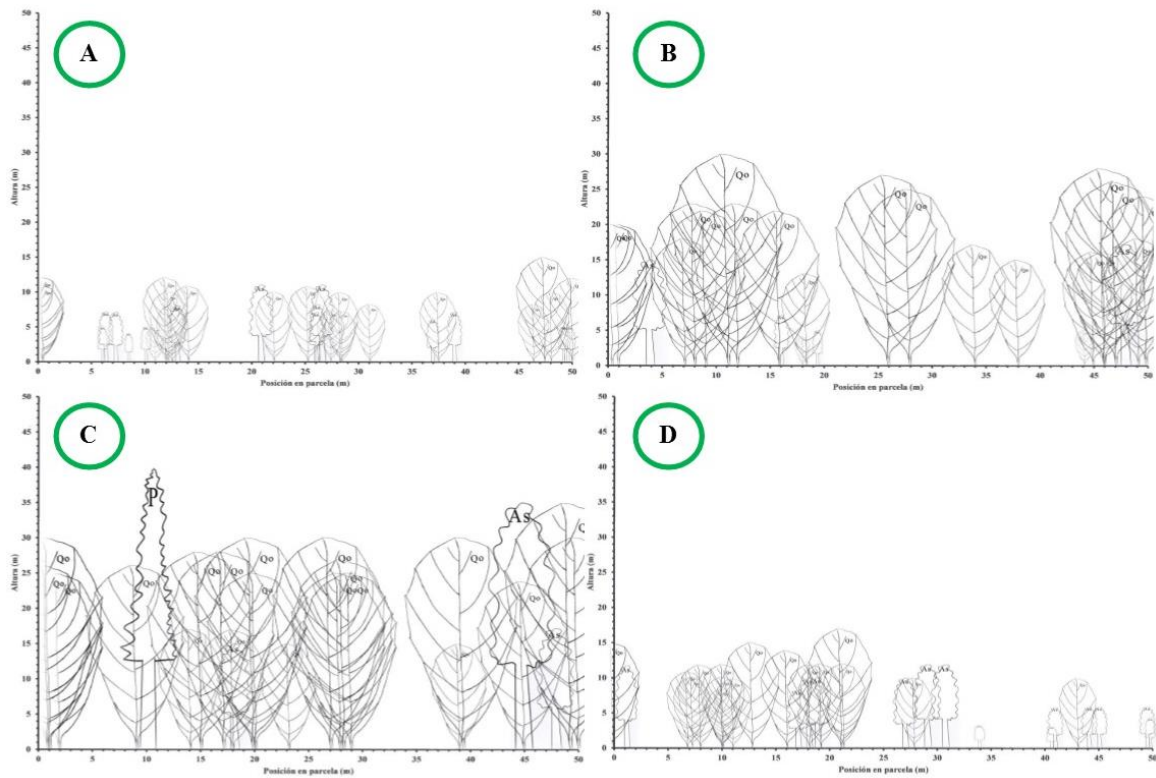




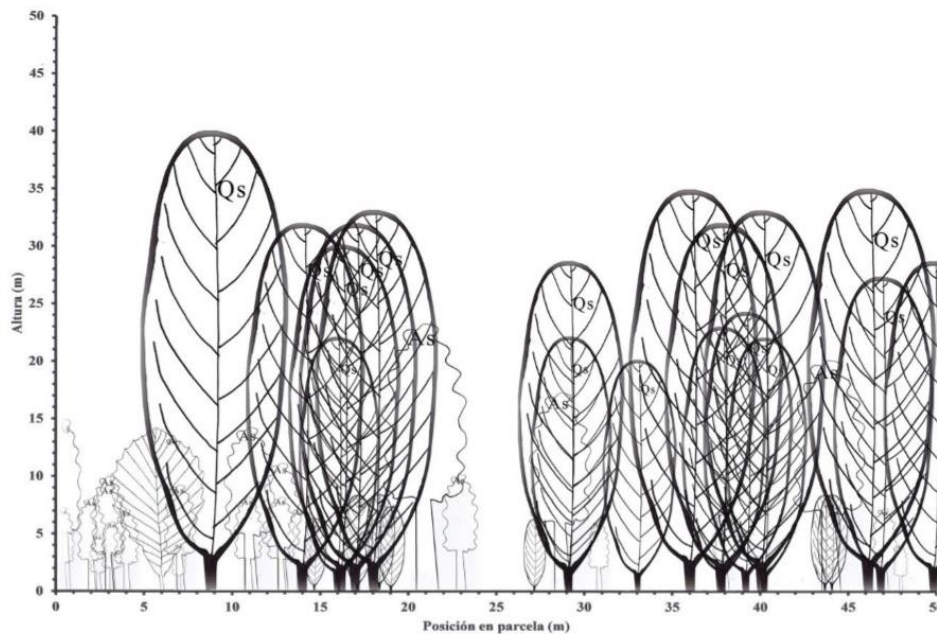
**Figura 35A.** Perfil de vegetación vertical de Santa Rosa, bosques de encino. A (Parcela 57): m= metros, Qe=*Quercus elliptica*, Qse=*Quercus segoviensis*, Qpe=*Quercus peduncularis*; B (Parcela 60): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, As=*Vegetación asociada*, C (Parcela 63): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qs=*Quercus sapotifolia*, Qse=*Quercus segoviensis*, As=*Vegetación asociada*; D (Parcela 64): m= metros, Qcri=*Quercus crispifolia*, Qpe=*Quercus peduncularis*, As=*Vegetación asociada*; E (Parcela 65): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*; F (Parcela 66): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qse=*Quercus segoviensis*.



**Figura 35B.** Perfil de vegetación vertical de Santa Rosa, bosques de encino. A (Parcela 68): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qt=*Quercus tristis*, As=Vegetación asociada; B (Parcela 58): m= metros, Qse=*Quercus segoviensis*; C (Parcela 59): m= metros, Qpe=*Quercus peduncularis*, Qsk=*Quercus skimmeri*, As=Vegetación asociada.



**Figura 36.** Perfil de vegetación vertical de Izabal, bosques de encino. A (Parcela 100): m= metros, Qo= *Quercus oleoides*, As= Vegetación asociada; B (Parcela 102): m= metros, Qo= *Quercus oleoides*, As= Vegetación asociada; C (Parcela 103): m= metros, Qo= *Quercus oleoides*, P= *Pinus sp.*, As= Vegetación asociada; D (Parcela 104): m= metros, Qo= *Quercus oleoides*, P= *Pinus sp.*, As= Vegetación asociada.



**Figura 37.** Perfil de vegetación vertical de Chiquimula, bosques de encino. Parcela 106: m= metros, Qs= *Quercus sapotifolia*, Qse= *Quercus segoviensis*, As= Vegetación asociada.



## 16. Análisis y discusión de resultados:

*Riqueza y distribución de encinos (Quercus spp.) para los departamentos de Huehuetenango y Quiché.*

De los 626 registros de encinos para los departamentos de Huehuetenango y Quiché, el 74% fue colectado durante el 2018, lo que evidencia la falta de estudio de este importante género en esos dos departamentos. En el departamento de Quiché se registraban únicamente con 31 colectas de Quercus, luego del desarrollo de este proyecto se registran 328 colectas, lo que demuestra el gran vacío de información que había en ese departamento. A diferencia de los anterior, en el departamento de Huehuetenango se registraban 133 colectas de Quercus, posteriormente los registros ascendieron a 295.

Hay muchos factores que han intervenido en la existencia de este gran vacío de colectas, entre ellos hay que considerar: la poca accesibilidad a los sitios por carreteras, la historia política del país ya que fue una de las áreas más afectadas por la guerra interna, conflictos comunitarios indígenas y de campesinos por el establecimiento de proyectos de hidroeléctricas y minería, entre otros (CIDH, 2015).

Además, se debe considerar que son áreas con altos valores de riqueza de biodiversidad en el país, como la Sierra de los Cuchumatanes, delimitada en los municipios de San Mateo Ixtatán, Barillas, Nentón y Santa Eulalia en el departamento de Huehuetenango y en el municipio de Nebaj en Quiché. Por lo tanto, es relevante la exploración con énfasis botánico para ir llenando vacíos de información en áreas tan importantes por sus altos índices de endemismo y riqueza (Estrada, García y Machuca, 2015).

Para estos departamentos, en 1952, Standley y Steyermark citaron 15 especies de encinos, mientras que el presente estudio cita 27 para los dos departamentos, evidenciando los vacíos de información, principalmente Quiché, que era uno de los menos explorados y con menos registros antes de la ejecución de este proyecto y con menos especies registradas. Dentro de las especies reportadas por el proyecto se encuentran las especies con ampliación de distribución departamental, que se registraban en al menos uno de los dos departamentos estudiados las cuales son: *Q. polymorpha*, *Q. rugosa*, *Q. segoviensis*, *Q. vicentensis*, *Q. benthamii* (Tabla 3).



Las especies que son nuevos registros departamentales, que no se registraban para ninguno de los dos departamentos estudiados, son: *Q. pacayana*, *Q. crispifolia*, *Q. salicifolia* y *Q. xalapensis* (Tabla 3). Se colectaron con mayor frecuencia las especies de encinos rojos (sect. Lobatae) y de este grupo las que presentaron mayor frecuencia de colecta fueron: *Q. acutifolia*, *Q. crassifolia*, *Q. acatenanguensis*, *Q. tristis* y *Q. crispipilis*. Las especies de encinos blancos (sect. Quercus) que presentaron mayor frecuencia de colecta fueron: *Q. purulhana*, *Q. peduncularis*, *Q. rugosa*, *Q. vicentensis* y *Q. pacayana*.

El total de registros para la fase 2017 son 253 y 26 especies de encinos. Al compararlo con el estudio del 2016 realizado en los departamentos de Zacapa, Chiquimula e Izabal donde se encontraron 145 registros y 16 especies de encinos (Quezada et al., 2017) obteniendo mayor cantidad de registros para 2017 y mayor número de especies de encinos. A la vez al compararlo con los números de registro de 2015, realizado en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, donde el número de registros encontrados 191 y al comparar con en el número de especies de Quercus sp. registrados para esos tres departamentos fueron 17 (Quezada et al., 2015), siendo el número de especies y registros de encinos de la fase 2017 mayor a los encontrados en 2015 y 2016.

#### *Diversidad de vegetación arbórea asociada a las especies de encino*

Al analizar este listado y observar la frecuencia de algunas especies según su sitio de colecta, se establecieron los siguientes ecosistemas: bosque de encino, bosque nuboso, bosque de pino-encino y selva. Las parcelas que presentaron una mayor riqueza de especies se caracterizan por estar ubicadas en un ecosistema de bosque nuboso. Entre las especies que podemos encontrar en el ecosistema de bosque nuboso están: *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Psychotria elata* (Sw.) Hammel, *Myrcia amazonica* DC., *Clusia lusoria* Standl. & Steyerm. y *Hedyosmum mexicanum* C.Cordem. Además de encontrar especies de las familias Lauraceae, Annonaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, entre otras. En estas parcelas se contabilizan hasta 15 especies, siendo las más diversas y con mayor riqueza de flora en estos departamentos. En estos sitios predominan once especies de encino como *Q. benthamii*, *Q. borucasana*, *Q. corrugata*, *Q. cortesii*, *Q. flagellifera*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. insignis*, *Q. lancifolia*, *Q. peduncularis*, *Q. sapotifolia*, *Q. segoviensis*. Las parcelas ubicadas en selva también presentaron una alta

riqueza de especies, pudiéndose encontrar hasta 9 especies, entre ellas *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth y *Psychotria poeppigiana* Müll.Arg., así como especies de las familias Meliaceae, Malvaceae, Sapindaceae y Euphorbiaceae.

Las parcelas que presentaron una menor riqueza de especies se caracterizan por estar ubicadas en un ecosistema de bosque de encino. En estos sitios se encontraron bosques donde predominan doce especies de encino como *Q. acutifolia*, *Q. cortesii*, *Q. crassifolia*, *Q. elliptica*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. insignis*, *Q. oleoides*, *Q. peduncularis*, *Q. purulhana*, *Q. sapotifolia*, *Q. segoviensis*, *Q. skinerii*, acompañadas hasta por dos especies arbóreas.

Comparando estos dos ecosistemas podemos observar que los sitios con alta riqueza de especies arbóreas, como los bosques nubosos, van a presentar el mismo número de especies de encinos y de especies de flora acompañante, a diferencia del ecosistema de bosque de encinos donde los que dominan son las especies de *Quercus*.

En el 2015 se colectaron 149 especímenes de árboles asociados a los bosques de encino de las Verapaces y Petén, distribuidas en 52 familias siendo las que presentaron mayor frecuencia de colectas Fabaceae, Melastomataceae y Rubiaceae. En 2016 se colectaron 48 especímenes de árboles asociados a los bosques de encinos de Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa, estos se distribuyen en 19 familias, 24 géneros y 22 especies, siendo las familias más frecuentes Fabaceae, Pinaceae, Primulaceae, Pentaphylaceae y Rubiaceae. Comparando estos dos años podemos denotar una diferencia entre la riqueza de las especies arbóreas asociadas, riqueza relacionada a los tipos de bosque ya que en 2015 los sitios de colecta se ubican en bosque nuboso y selva, sitios con una mayor disponibilidad de humedad lo que traduce en una mayor riqueza, a diferencia de los sitios estudiados en 2016 se ubican en bosques con características más secas o con menos disponibilidad de humedad lo que se traduce en una menor riqueza (Kappelle & Van Uffelen, 2006; Valencia-A & Gual-Díaz, 2014).

En comparación con las colectas realizadas en el 2017 se colectaron 112 especímenes de árboles asociados a los bosques de encino que corresponden a 38 familias botánicas y a 19 morfoespecies. Este aumento de riqueza, en comparación con otros años, se debe a la

variedad de ecosistemas donde se llevaron a cabo las colectas, en este caso cuatro ecosistemas: bosque nuboso, selva, pino-encino y bosque de encino, los cuales presentan diferencias en cuanto a sus características de humedad, temperatura y suelo, lo que permite el establecimiento de diferente tipo de flora (Kappelle, 2006a).

#### *Diversidad de macromicetos asociados a bosques de encino.*

El género *Quercus* es reconocido por su asociación con hongos ectomicorrizicos los cuales le proveen nutrientes y agua a las plantas, se estima que esta asociación, entre hongos y plantas, data desde hace unos 650 millones de años (Muller, 2006). En este estudio se registraron 48 morfoespecies de las cuales alrededor del 30% de los ejemplares recolectados corresponden a familias y géneros de hongos que forman ectomicorrizas principalmente con el género *Quercus*. Sin embargo, durante el presente estudio se observó una disminución considerable en relación a los años anteriores (Quezada et al., 2015, 2016, 2017), la cual se debe principalmente a la modificación de la toma de datos, ya que el número de parcela se disminuyó para abarcar más sitios para la colecta de encinos, y que las parcelas realizadas fueron durante el mes de abril, por lo cual no había iniciado la época de lluvias.

A pesar el bajo número de ejemplares, el número de familias fue alto 22 de las cuales seis son micorrizicas, donde Russulaceae y Boletaceae son las más constantes en esto cuatro años de registro. Mientras, que para las familias saprófitas Marasmiaceae y Polyporaceae continúan siendo las más abundantes y cuyos datos coinciden con lo registrado durante años anteriores (Quezada et al., 2015, 2016, 2017). Cabe mencionar que éstas familias son clave para el funcionamiento de los ecosistemas tropicales dada su alta rendimiento en el reciclaje de nutrientes (Moore et al., 2008, 2011). De las 48 morfoespecies registradas, solamente seis fueron determinados hasta especie, dada la complejidad del estudio de este taxón. Sin embargo, se reportan 27 géneros, evidenciando la necesidad de continuar con la determinación taxonómica de las restantes, principalmente las ectomicorrizicas las cuales son claves para comprender la ecología de los bosques de encino.

#### *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. En la realización de los talleres etnobotánicos en los departamentos de Huehuetenango y Quiché, se registró que los 74 participantes conocen a las especies de encino y reconocen además muchos de los servicios ecosistémicos que brindan estos bosques. Reconocieron 14 diferentes nombres comunes de especies de encinos, separándolos entre robles (rojos y blancos) y encinos (rojos y blancos) (Tabla 6), las cuales coinciden con las dos grandes secciones de encinos, sect. *Quercus* y sect. *Lobatae*.

Los participantes reconocen a las especies de encino de otros árboles por la disposición de las hojas, la corteza, y en pocas ocasiones por el fruto o bellota (Tabla 6), lo cual coincide con la información citada por Quezada y colaboradores (2015, 2016b, 2018), 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). Aunque de 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. Asimismo, todos los participantes reconoce que los bosques están amenazados, principalmente por la sobreexplotación y cambio de uso, lo cual evidencia esta tendencia por otros autores (Geis & Lambin, 2002; Mayaux et al., 2005), así como los incendios y poca importancia que le han dado a estos bosques. Además del uso de recurso energético, el segundo uso que hacen los pobladores es 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.

Además, se menciona que la leña de encino posee un mayor valor comercial que otras especies (Tabla 7-8). A pesar de ello, el costo esfuerzo-beneficio, demuestra que el valor económico del árbol por sí mismo es nulo, debido a que el valor comercial de la leña representa únicamente el costo del día de trabajo de las personas que viven del aprovechamiento de este recurso. La principal selección de leña para las comunidades, es

por medio de la recolección diaria, principalmente ramas caídas por lo cual no afecta la salud de los árboles y generalmente es para su propio consumo.

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). Estas comunidades reconocen que los bosques de encino además de ser la principal fuente energética, también proveen otros servicios ecosistémicos como fuente de agua, hábitat, evitan la erosión del suelo, suministro de oxígeno, materiales de construcción, recreación, entre otras. 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. Así mismo, los comunitarios reconocen la vulnerabilidad y peligro del ecosistema y de las especies de encino; principalmente por la extracción de leña, incendios y el uso de los mismos. Y al igual que se reporta en Quezada, et al, (2015, 2016b, 2018), 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. Es importante resaltar la importancia de los estudios etnobiológicos que permitan la incorporación de estos grupos en el manejo del patrimonio natural (Kappelle & Juárez, 2006).

#### *Importancia de los bosques de encino, en la disponibilidad de hongos comestibles*

Los hongos comestibles en Guatemala son parte importante de nuestra riqueza biológica y cultural, cuyo conocimiento es transmitido de abuelos a nietos en nuestras culturas indígenas a lo largo de los años (Morales, Bran, & Cáceres, 2010). Además, los hongos comestibles son considerados recursos forestales no maderables de importancia ecológica, económica y cultural (Garibay-Origel, Martínez-Ramos, & Cifuentes, 2009). En Guatemala, Flores y colaboradores (2012) citan 131 especies de hongos comestibles, los cuales se encuentran asociados principalmente a bosques de encino, pino-encino y bosque nubosos. Los participantes en los talleres participativos complementan estos datos, dado que reconocen a los bosques de encino como principal proveedor de hongos comestibles (0.8), lo cual a su vez concuerda con lo citado por Quezada y colaboradores (2015, 2016b, 2017) en otros departamentos de Guatemala. Aunque el principal uso que tienen los hongos silvestres es alimenticio (0.80), hay personas que registran su uso medicinal

(0.20), tóxicos (0.20) y utilizados como abono (0.20), siendo éste último un aporte importante en el conocimiento tradicional, reconociendo el papel de los hongos en los ciclos biogeoquímicos (Mueller et al. 2006).

Asimismo, mencionan que la mejor época para recolectar hongos comestibles es en los meses de la época de lluvias, lo que concuerda con otros investigadores (Garibay et al., 2009) y en otros departamentos de Guatemala (Quezada et al., 2015, 2016, 2017) donde mencionan que el aprovechamiento va a depender del conocimiento de la distribución y temporalidad de la fructificación del esporoma. Entre los hongos más apreciados por participantes se encuentran los *Pleurotus* ssp, *Lactarius* ssp. y *Cantharellus* spp. lo que coincide con lo citado por Quezada y colaboradores (2015, 2016, 2017). Esto probablemente porque los participantes de los talleres residen principalmente en el área urbana del municipio y la edad que poseen, por lo cual estos son los más reconocidos. Para el caso de estos departamentos, es importante mencionar que no existía esta información para los municipios en los cuales se llevó a cabo: Nebaj, Quiché, y Santa Eulalia, Huehuetenango. Por lo cual, aún debe profundizar más, dado que la mayoría de nombres fueron proporcionados en idioma Ixil o Q'anjobal. A diferencia de lo citado por Quezada y colabores (2015, 2016b, 2017) donde los principales encargados de recolectar los hongos son principalmente los varones, en estos departamentos son las mujeres, las principales encargadas de recolectarlos, y donde la es costumbre familiar ir a recolectarlos juntos. Las características principales por las cuales reconocen que el hongo está listo para ser consumido son tamaño y color, lo que coincide con los años anteriores... El 100% de los comunitarios que consumen hongos reportan que los obtienen por medio de la recolecta, y sólomente 20% menciona que una parte la venden en los mercados cercanos o recolectaron por encargo de una persona en particular. Por lo cual, los hongos además de ser clave en los ciclos biogeoquímicos del suelo, principalmente en el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas forestales dada el alto número de interacciones y su papel como degradadores de materia orgánica (Mueller et al. 2006), constituyen un aporte invaluable en la seguridad alimentaria de la población rural guatemalteca, así como de nuestra herencia cultural en el conocimiento de nuestro patrimonio cultural.



### *Perfiles ecológicos las comunidades de encino*

Los perfiles de vegetación muestran las características estructurales de los diferentes tipos de bosques. Rzedowski, (1978) indica que los bosques de encino son comunidades cuya altura varía entre 2 y 30 m, alcanzando en ocasiones hasta 50 m, generalmente son de tipo cerrado, pero también los hay abiertos y muy abiertos. Esto se puede observar claramente en los perfiles de vegetación. En los diferentes tipos de bosques los encinos pueden formar masas puras, pero al igual que México, es más frecuente que la dominancia se reparta entre varias especies del mismo género y a menudo admiten la compañía de pinos, así como otros árboles (Por ejemplo, Liquidambar) (Rzedowski, 1978).

Los bosques de tipo encinal están compuestos mayormente por *Quercus* de diferentes especies. Las especies encontradas en el bosque tipo encinal, de estas especies *Q. oleoides* es una de las que comúnmente se encuentran en rodales puros (García, 1998). Sin embargo, las especies mayormente encontradas fueron: *Q. peduncularis* y *Q. segoviensis*. Rzedowkoski (2006) indica que los encinares mexicanos son muy parecidos florística y ecológicamente a los que existen en Guatemala. Los encinares se pueden presentar como bosques puros, dominados por una o varias especies de *Quercus*. Rzedowkoski (2006) refiere que en Mexico se pueden observar en los perfiles de vegetación que los encinares son formaciones bastante densas o al menos cerradas. Otra de las observaciones de Rzedowkoski es que los bosques de *Quercus* de estatura baja no tienen sino un solo estrato arbóreo, mientras que en los más altos pueden distinguirse dos o tres.

Las parcelas realizadas en Bosques nubosos presentaron un rango altitudinal de 1300-2082 msnm, donde se reportaron 10 especies de encinos. De las cuales según lo reportado por García (1998) en Uyuca, Honduras, las especies: *Q. cortessi*, *Q. skinneri* y *Q. insignis* son codominantes en este tipo de bosque; *Q. insignis* y *Q. lancifolia* se encuentran en asociación con *Lyquidambar styraciflua*, y *Q. lancifolia* son individuos dominantes de los bosques nubosos, dichos reportes también se observaron en el Nororiente de Guatemala. Rzedowski (2006) también identifica este tipo de asociación *Quercus*-*Lyquidambar* en los bosques clasificados como mesófilos de montaña en México, los cuales presentan las mismas características de los bosques nubosos. Los rasgos de los encinos guardan ciertas correlaciones con el clima, por ejemplo, los bosques nubosos al presentar un clima húmedo permiten que abunden las especies de *Quercus* con hojas relativamente grandes como las encontradas en el Nororiente del país (*Q. borucasana*, *Q.*

*crispifolia*, *Q. flagellifera*, *Q. gulielmitreasei*, *Q. insignis*, *Q. lancifolia*, *Q. skinneri* ) (Rzedowski, 1978).

Para las parcelas ubicadas en bosques secundarios las especie de encino encontradas mayormente fue *Q. sapotifolia* y *Q. gulielmi-treasei*. Para las parcelas ubicadas en selvas bajas la especie de encino encontrada mayormente fue *Q. oleoides*. Está especie se caracteriza por formar un dosel más o menos abierto, con una cobertura promedio de 35% (Escobar-Coampo y Ochoa-Gaona, 2007).

## 17. Conclusiones

1. Los departamentos de Huehuetenango y Quiché presentaron 463 registros correspondientes a 21 especies, ocho de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 13 de la sección *Lobatae* (encinos rojos), citando 10 especies más de las registradas para estos departamentos según Standley & Steyermark (1952). Se encontró que en Huehuetenango y Quiché posee la misma cantidad diversidad de especies (18) (Tabla 3-6).
2. Se recolectó un total de 48 ejemplares de macrohongos correspondientes a seis especies, 27 géneros, 22 familias de 9 Órdenes, de dos phylum (Ascomycota y Basidiomycota).
3. El 30% de los ejemplares de macrohongos corresponden a géneros o familias registradas como micorrízicas, Russulaceae, Boletaceae, Amanitaceae, Cortinariaceae, Gomphaceae y Entolomataceae. El resto de ejemplares corresponden a familias consideradas de hábito saprófito.
4. Se documentaron siete hongos comestibles asociados a especies de encino: *Amanita caesarea* (Scop.) Pers., *Auricularia fuscusuccinea* (Mont.) Henn, *Favolus tenuiculus* P. Beauv., *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn., *Lactarius indigo* (Schwein) Fr., *Lactarius deliciosus* (L) Gray., *Lepista nuda* (Bull) Cooke. De las cuales los cantarules (*Craterellus ignicolor*, *Cantharellus lateritius*, *C. cibarius*) y Congos (*Amanita caesarea*) son los más populares en la región.

5. 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 los más utilizados roble blanco (saj) y rojo (Ka'j) (1).
6. 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.
7. 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.
8. Los participantes en los talleres reconocen al menos diecisiete nombres comunes para hongos comestibles asociados a los bosques de encino, éstos fueron dados en Q'anjob'al (Santa Eulalia, Huehuetenango) y en Ixil (Nebaj, Quiché).
9. El principal uso que se le da a los hongos es para alimento (0.8), reconociendo que algunos son utilizados para medicina (0.2), otro utilizado como abono de suelo (0.2) y algunos los identifican como tóxicos (0.4).
10. La época de año preferida para la recolecta de hongos es durante la época de lluvias.
11. La mayoría de participantes en los talleres han registrado un cambio negativo en la disponibilidad de hongos comestibles en los diferentes años, atribuyendo a los cambios en el régimen de lluvias.

## 18. Impacto esperado

Este proyecto generará 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 podrá establecer la importancia económica y cultural de estas especies y cuáles serían los impactos derivados de la disminución de estos recursos y qué problemas económicos generaría a las poblaciones que se benefician de los encinos, así como de los hongos comestibles. En el aspecto biológico se fortalece la información sobre los encinos con la generación de datos de riqueza, composición, diversidad y datos etnobotánicos. Se colectaron muestras de especímenes botánicos los cuales ahora forman parte de la colección de referencia del Herbario USCG, y que podrán ser consultados por investigadores nacionales y extranjeros. Dicha información podrá ser incorporada a los planes de manejo y restauración ecológica, fortaleciendo la información científica para la toma de decisiones. La guía de encinos y la aplicación serán un instrumento de divulgación para fomentar el cuidado y protección de las especies de encinos, así como de educación ambiental al presentar información botánica y ecológica relevante sobre dichas especies. Todos estos resultados estarán disponibles en el portal web, con el objeto que la información esté disponible para las instituciones usuarias tales como Inab, Conap, Marn, entre otras, así como para la población en general.

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.

## 19. 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. Recuperado de: [http://www.pronaturasur.org/web/docs/PLAN\\_CONSERVACION\\_bosques\\_pino-encino.pdf](http://www.pronaturasur.org/web/docs/PLAN_CONSERVACION_bosques_pino-encino.pdf)
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 136-147.
- Barrantes-Moreno, G. (2006). Economic valuation of water supply as a key environmental service provided by montane oak forest watershed areas in Costa Rica. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 435-446). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Cannon, P. & Kirt, P. (2007). *Fungal families of the world*. Reino Unido: Tenth ed. CAB International.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2009). Lista de especies amenazadas de Guatemala. Departamento de Vida Silvestre –Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Eds.). (Documento técnico). Guatemala.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2013). Política Nacional de Diversidad Biológica (Acuerdo Gubernativo 220-2011) Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y Su Plan de Acción (Resolución 01-16-2012) La Década de la Vida y El Desarrollo. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Eds.). (Documento técnico). Guatemala.
- 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.
- Dobbs, C., Escobedo, F. J., & Zipperer, W. C. (2011). A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and urban planning*, 99(3-4), 196-206

- Garibay-Orijel, R., Martínez-Ramos, M., & Cifuentes, J. (2009). Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(2), 521-534.
- Geist, H. J. & Lambin, E.F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience*, 52(2), 143–150.
- Halling, R. E., & Mueller, G. M. (2005). Common mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica: New York Botanical Garden.
- Hoffman, B., & Gallaher, T. (2007). Importance Indices in Ethnobotany. *Ethnobotany Research & Applications*, 5, 201-218.
- Instituto Nacional de Bosques. (2015). Estrategia nacional de producción sostenible y uso eficiente de la leña 2013-2014. Instituto Nacional de Bosques (Eds.). (Documento técnico). Guatemala.
- 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. & Juárez, M. E. (2006). Land use, ethnobotany and conservation in Costa Rican montane oak forests. En *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 393-406). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Kappelle, M. (2006b). *Neotropical montane oak forests: overview and outlook*. En *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 449-467). Heidelberg, Alemania: 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
- Largent, D. & Baroni, T. (1977). *How to Identify Mushrooms to Genus IV: Microscopic Features*. Eureka: Mad River Press, Inc. USA.
- 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
- Martínez, D., Solano, A., & CorraL. (2010). *Diagnóstico Ecológico y Socioeconómico de la Ecorregión Bosques Pino-Encino de Centroamérica*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala.
- Mata, M. (1999). *Hongos de Costa Rica* (Vol. 1). Costa Rica: INBIO.
- Mayaux, P., Holmgren, P., Achard, F., Eva, H., Stibig, H.J., Branthomme, A. (2005) Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Phil Trans R Soc B* 360, 373–384. doi: 10.1098/rstb.2004.1590
- Melgar, W. (2003). Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Guatemala. Manuscrito inédito. En Documentos de Trabajo sobre Recursos



- Genéticos Forestales (Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Documento de trabajo FGR/53S). Roma: Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Mendoza-Díaz, M. M., Zavala-Chávez, F., & Estrada-Martínez, E. (2006). Hongos asociados con encinos en la porción noroeste de la Sierra de Pachuca, Hidalgo. *Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(1), 13-18.
- 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.
- Morales O., Bran M. C., & Cáceres R. (2010). Los hongos comestibles de uso tradicional en Guatemala. En *Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI*. (pp.237-464). Puebla, México: Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales –COLPOS-UNS-CONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP-
- Muller, C. H. (1942). *The Central American Species of Quercus (Miscellaneous, No. 477)*. Washington, D.C.: Department of Agriculture, Government Printing Office.
- Mueller, G. M., Halling, R. E., Carranza, J., Mata, M. & Schmit, J. P. (2006). Saprotrophic and ectomycorrhizal macrofungi of Costa Rican oak forests. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 55-68). Heidelberg, Alemania: Springer
- Nixon, K. C. (1993). The genus *Quercus* in Mexico.. En T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa (Ed.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution* (pp. 447-458). New York: Oxford University Press.
- Nixon, K. C. (2006). Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forest. En M. Kappelle (Ed.). *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 3-13). Berlin: Springer.
- 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, L. del 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, L. del R., & Marroquín-Tintí, A. A. (2017). *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., Chew, D., & Marroquín-Tintí, A.A. (2017). Riqueza, distribución y estado de conservación de las especies de encino en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 4(2), 141-158.
- 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(2006)60[62:CPAEVO]2.0.CO;2
- 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.
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in modern taxonomy*. (4a ed.). Germany: Koeltz Scientific Books,
- Standley, P. C., & Steyermark, J. A. (1952). Flora of Guatemala (Fieldiana: Botany, Vol. 24, part.3, pp. 369-396). Chicago: Field Museum of Natural History.
- Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A., & Montiel, O. M. (2001). Flora de Nicaragua. Angiospermas (Fabaceae-Oxalidaceae) (Vol. 85, Tomo 2). Missouri: Botanical Garden Press.
- Valencia-A, S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53.
- Valencia-A S., Flores-Franco, G., & Jiménez-Ramírez, J. (2015). A nomenclatural revision of *Quercus acutifolia*, *Q. conspersa* and *Q. grahamii* (Lobatae, Fagaceae). *Phytotaxa*, 218(3), 289-294
- Valencia-A, S., Coombes, A., & Villaseñor, J. (2018). *Quercus candicans* (Fagaceae) is not a *Quercus* but a *Roldana* (Asteraceae). *Phytotaxa*, 333 (2), 251-258.
- Véliz, M. E (2013) *Determinación, caracterización y evaluación del estado actual y uso de las especies endémicas de Guatemala (Proyecto FODECYT 10.02)*. Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Zak, J. C., & Willig, M. R. (2004). Fungal biodiversity patterns. En Muller, G. M., Bills, G. F., & Foster, M. S. (Eds.) Biodiversity of Fungi, Inventory and Monitoring Methods (pp. 59-75). Boston: Elsevier Academic Press. doi: 10.1016/B978-012509551-8/50008-8

## 20. Apéndice

Anexo 1: Localidades de colecta, puntos y parcelas de vegetación.

Codigo	Localidad	Municipio	Departamento	Y (long)	X (latitud)	Altitud
				-		
P110	Finca Vilajam	Nebaj	Quiché	89.62593	14.70891	2507
				-		
P111	Mujlá	San Juan Cotzal	Quiché	91.10743	15.36921	1873
	San Felipe			-		
P112	Chenlá	San Juan Cotzal	Quiché	91.00692	14.44258	1754
				-		
P113	Xolcuay	Chajul	Quiché	91.05923	14.44864	1963
				-		
P114	Aldea Cajixay	San Juan Cotzal	Quiché	90.87865	15.39949	1902
	Cascadas			-		
	Chichel, Aldea			-		
P115	Chichel	San Juan Cotzal	Quiché	90.97867	15.39947	1552
				-		
P116	Aldea Suchum	Nebaj	Quiché	91.13334	15.4942	1402
	AsumlaQ			-		
	(Parque	Santa Cruz		-		
P117	Municipal)	Barillas	Huehuetenango	91.31609	15.83221	2200
	Bosque del			-		
	caserío San	San Mateo		-		
P118	Lucas	Ixtatán	Huehuetenango	91.44227	15.95092	2278
	Caserío Las			-		
P119	Milpas	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	-91.4446	15.53243	2704
	Montaña de			-		
P120	Chimel	Uspantán	Quiché	90.77629	15.47687	2276
				-		
P121	Piedras Blancas	Pachalum	Quiché	90.77283	14.98724	1248
P122	Tunales	Pachalum	Quiché	-90.6002	14.97583	1998
				-		
A1			Quiché	91.10487	15.36972	2553
				-		
A2		San Juan Cotzal	Quiché	91.04804	15.41311	2016
A3	Putz Cuy	San Juan Cotzal	Quiché	-91.0403	15.426009	1881

A4	Aldea Xon Q'a	Nebaj	Quiché	91.10236	15.44892	2026
A5	Sontzaj	Chajul	Quiché	91.08956	15.45302	2001
A6	Xetze	Chajul	Quiché	91.01159	15.47606	1895
A7	Chemal	Chajul	Quiché	90.94617	15.49296	1949
A8	Chemal	Chajul	Quiché	90.95858	15.4859	1838
A9	Aldea Xon Q'a	Nebaj	Quiché	91.10236	15.44892	2026
A10	Aldea Chichel	San Juan Cotzal	Quiché	90.98834	15.47203	1570
A11	Camino, Xemamatze	Nebaj	Quiché	91.14114	15.40209	1900
A12	Jul Tx'o	Nebaj	Quiché	91.12582	15.39038	1029
A13	Los arenales	Nebaj	Quiché	91.12667	15.46511	1525
A14	Los arenales	Nebaj	Quiché	91.13023	15.4723	1634
A15	Carretera a Santa Avelina	San Juan Cotzal	Quiché	91.13333	15.4943	1605
A16	Cascada de Santa Avelina	San Juan Cotzal	Quiché	90.96841	15.44491	1414
B1	Asumlaq, Parque Regional Municipal	Santa Cruz Barillas	Huehuetenango	91.31609	15.83221	2200
B2	Camino de Santa Cruz Barillas a San Mateo Ixtatán		Huehuetenango	91.31608	15.83227	2491
B3	Camino de Santa Cruz Barillas a San Mateo Ixtatán		Huehuetenango	91.44072	15.94118	2768
B4	Caserío Las Milpas	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	-91.4446	15.53243	2704
B5	Carretera a San Pedro Soloma	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.44006	15.64211	2441
B6	Carretera de San Pedro Soloma a San Juan Ixcoy	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	-91.4397	15.64227	2149
B7	Aldea Chenway	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.43203	15.6157	2132

	Aldea			-		
B8	Chenway	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.42477	15.61073	2268
				-		
B9	Aldea Tixap	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.41153	15.60432	2351
				-		
B10	Aldea Sachan	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.41153	15.60432	2580
				-		
B11	Aldea Sachan	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	90.37415	15.5944	2657
	Aldea San			-		
B12	Carlos Yajaucú	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	-91.3335	15.60623	2208
	Aldea San			-		
B13	Carlos Yajaucú	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.32897	15.60358	2084
	Después de			-		
	Aldea San			-		
B14	Carlos Yajaucú	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.32373	15.60604	1844
	Poxlac Las			-		
B15	Brisas	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	91.31596	15.60541	1635
				-		
B16	San José	Chiantla	Huehuetenango	91.29703	15.59345	1838
				-		
B17	San José	Chiantla	Huehuetenango	91.32208	15.57652	2500
				-		
B18	San José	Chiantla	Huehuetenango	91.32679	15.57317	2582
	San José Las			-		
B19	Flores	Chiantla	Huehuetenango	91.33145	15.54576	2709
				-		
B20	El Cruce Palop	Chiantla	Huehuetenango	91.31886	15.5158	1882
	Camino de			-		
	Aguacatán a			-		
B21	Sacapulas	Chiantla	Huehuetenango	91.31886	15.5158	1882
	Salida de			-		
	Uspantán a			-		
C1	Chicamán	Uspantán	Quiché	90.87165	15.34665	1770
	Camino de			-		
	Uspantán a			-		
C2	Chicamán	Uspantán	Quiché	90.84321	15.34853	1715
	Camino de			-		
	Uspantán a			-		
C3	Chicamán	Uspantán	Quiché	90.83191	15.34758	1611
				-		
C4	Los Plátanos	Chicamán	Quiché	90.79934	15.35453	1482
				-		
C5	Los Plátanos	Chicamán	Quiché	90.78563	15.36129	1454
	Camino a			-		
	Caserío Chipaj,			-		
	de la Aldea El			-		
C6	Pinal	Uspantán	Quiché	90.77703	15.37954	1567

	Camino a			-		
C7	Aldea El Pinal	Uspantán	Quiché	90.77096	15.39638	1578
	Camino a La			-		
C8	Parroquia	Uspantán	Quiché	90.76279	15.40886	1560
				-		
C9		Uspantán	Quiché	90.71906	15.45828	1747
				-		
C10	Cumbre Amay	Uspantán	Quiché	90.71413	15.45959	1754
				-		
C11		Uspantán	Quiché	90.72141	15.45793	1747
				-		
C12		Uspantán	Quiché	90.77832	15.38791	1606
	Camino de			-		
	Sacapulas a			-		
C13	Cunén	Sacapulas	Quiché	91.07084	15.30291	1468
	Camino de			-		
	Sacapulas a			-		
C14	Cunén	Sacapulas	Quiché	91.05992	15.30215	1609
	Camino de			-		
	Sacapulas a			-		
C15	Cunén	Sacapulas	Quiché	91.06078	15.30871	1753
	Camino de			-		
	Sacapulas a			-		
C16	Cunén	Sacapulas	Quiché	91.06084	15.30877	1874
	Camino de			-		
	Sacapulas a			-		
C17	Cunén	Sacapulas	Quiché	90.05606	15.31751	1961
	Camino de			-		
	Sacapulas a			-		
C18	Cunén	Sacapulas	Quiché	-91.0328	15.32845	1992
	Camino de			-		
	Sacapulas a			-		
C19	Cunén	Sacapulas	Quiché	91.03535	15.33453	1902
	Aldea Laguna			-		
C20	Danta	Uspantán	Quiché	90.80803	15.44507	2233
				-		
C21			Quiché	90.81464	15.42585	2295
				-		
C22			Quiché	90.82415	15.41019	2330
				-		
C23			Quiché	90.84408	15.39322	2301
				-		
C24			Quiché	90.84979	15.38971	2224
				-		
C25			Quiché	90.85404	15.38973	2211
				-		
C26			Quiché	90.86754	15.38158	2200



	Camino de Cunén a Uspantán	Cunén	Quiché	91.01197	15.33359	1822
C27				-		
	Camino de Cunén a Uspantán	Cunén	Quiché	91.00761	15.32874	1739
C28				-		
		Cunén	Quiché	90.80526	15.45169	2092
C29				-		
		Cunén	Quiché	90.94963	15.32955	1968
C30				-		
	Aldea La Hacienda	Cunén	Quiché	90.97793	15.32574	1920
C31				-		
	Camino a Aldea Santa Cecilia	Cunén	Quiché	90.98631	15.32149	1737
C32				-		
	Camino a Santa Cruz Barillas por Ixcán	Santa Cruz Barillas	Huehuetenango	-90.5041	14.66364	1483
D1				-		
	Camino de San Mateo a Santa Eulalia	Santa Cruz Barillas	Huehuetenango	91.50978	15.80954	2969
D2				-		
	Camino de Santa Cruz Barillas a Santa Eulalia	Santa Cruz Barillas	Huehuetenango	91.51028	15.80975	2728
D3				-		
	Camino de Santa Cruz Barillas a Santa Eulalia	Santa Cruz Barillas	Huehuetenango	91.49862	15.74555	2801
D4				-		
	Centro de Santa Eulalia	Santa Eulalia	Huehuetenango	91.45472	15.72911	2549
D5				-		
	Sulculqe	Huehuetenango	Huehuetenango	-91.5116	15.28299	2128
D6				-		
	Cambole, zona 11	Huehuetenango	Huehuetenango	91.51049	15.28362	1939
D7				-		
	Camino a Aldea Xetenam	Malacatancito	Huehuetenango	91.42198	15.2693	2065
D8				-		
	Camino a Aldea Xetenam	Malacatancito	Huehuetenango	91.39962	15.26251	1741
D9				-		
	Camino a Aldea Xetenam	Malacatancito	Huehuetenango	-91.3977	15.25863	1716
D10				-		
	Camino a Aldea Xetenam	Malacatancito	Huehuetenango	91.40795	15.24355	1705
D11				-		
	Camino a Huehuetenango	Malacatancito	Huehuetenango	91.46193	15.25622	1894
D12				-		
	San Francisco el Retiro	Cuilco	Huehuetenango	91.94926	15.41965	1427
D13				-		
	San Francisco el Retiro	Cuilco	Huehuetenango	91.92111	15.44667	2447
D14				-		

D15	San Francisco el Retiro	Cuilco	Huehuetenango	-91.9212	15.45078	2683
D16	San Francisco el Retiro	Cuilco	Huehuetenango	91.92005	15.4549	2645
D17	San Francisco el Retiro	Cuilco	Huehuetenango	91.92004	15.45493	2836
D18		Cuilco	Huehuetenango	91.93063	15.46603	2915
D19		Cuilco	Huehuetenango	91.92275	15.44231	2257
D20		Cuilco	Huehuetenango	91.95876	15.44062	2186
D21		Cuilco	Huehuetenango	91.95878	15.44064	1711
D22	Aldea Pzisbaj	Jacaltenango	Huehuetenango	91.77497	15.70008	1031
D23	Namuxal, Pzisbaj	Jacaltenango	Huehuetenango	91.76307	15.68779	1363
D24	Camino a Jacaltenango	Jacaltenango	Huehuetenango	91.74878	15.68993	1422
D25		Jacaltenango	Huehuetenango	91.78857	15.66086	1124
D26	Camino a Santa Ana hacia cruce de Huehuetenango	Jacaltenango	Huehuetenango	-91.9398	15.68573	851
D27		La Democracia	Huehuetenango	91.93982	15.68579	1126
D28	Petzal	San Rafael La Independencia	Huehuetenango	91.65851	15.40083	1595
D29	Camino a San Rafael Petzal	San Sebastián	Huehuetenango	91.60426	15.38332	1689
D30	Ruinas de Zaculeu	Huehuetenango	Huehuetenango	91.49198	15.33364	1878
D31	Carretera hacia Colotenango	Huehuetenango	Huehuetenango	91.59425	15.35722	1764
D32	Camino llegada hacia Huehuetenango	Huehuetenango	Huehuetenango	91.57858	15.3334	1860
D33	Frente a Cunoroc, USAC	Huehuetenango	Huehuetenango	91.53276	15.31112	1872
D34		Huehuetenango	Huehuetenango	91.42463	15.28473	2119
D35		Huehuetenango	Huehuetenango	91.42465	15.28473	1514
D36		San Pedro Jocopilas	Quiché	-91.3138	15.26136	1674

D37		San Pedro Jocopilas	Quiché	- 91.23432	15.23675	1796
D38	San Luis	San Pedro Jocopilas	Quiché	-91.2185	15.17811	2057
D39	Camino a San Pedro Jocopilas	San Pedro Jocopilas	Quiché	- 91.19915	15.12129	2053
E1	Camino de Pachalum a Joyabaj	Pachalum	Quiché	- 90.93419	14.93419	1323
E2	Caserío Guachipilín, camino de Pachalum a Joyabaj	Pachalum	Quiché	- 90.67873	14.93418	1356
E3	Límite Joyabaj - Pachalum	Pachalum	Quiché	- 90.69753	14.94444	1425
E4	Límite Joyabaj - Pachalum	Pachalum	Quiché	- 90.70365	14.94928	1407
E5	Camino de Pachalum a Joyabaj	Joyabaj	Quiché	- 90.95074	14.95074	1362
E6	Camino de Pachalum a Joyabaj	Joyabaj	Quiché	- 90.72643	14.9701	1281
E7	Camino de Pachalum a Joyabaj	Joyabaj	Quiché	- 90.72861	14.96999	1321
E8		Pachalum	Quiché	- 90.68109	14.96799	2001
E9		Pachalum	Quiché	- 90.68142	14.97231	2049
E10		Pachalum	Quiché	-90.6813	14.96259	1928
E11		Pachalum	Quiché	- 90.66822	14.91179	1175
E12	Camino a Aldea Talaxcoc	Joyabaj	Quiché	- 90.74953	14.97608	1573
E13	Aldea Talaxcoc	Joyabaj	Quiché	-90.75	14.97612	1338
E14	Aldea Talaxcoc hacia Ríos	Joyabaj	Quiché	- 90.75528	14.94945	1362
E15	Aldea Talaxcoc hacia Ríos	Joyabaj	Quiché	- 90.72817	14.94353	1258
E16	Chuaquenum camino a Santa Cruz del Quiché	Joyabaj	Quiché	- 90.77823	14.98655	1399
E17	Camino hacia Santa Rosa	Santa Cruz del Quiché	Quiché	- 91.12633	15.04611	2098

E18		Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.10876	15.06428	2319
E19		Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.10351	15.06917	2400
E20	Aldea Chujuyub	Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.10346	15.06915	2426
E21		Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.03148	15.1284	1832
E22		Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.03142	15.12845	1754
E23		Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.00087	15.14181	1560
E24	Canton Chiul, Aldea Chujuyub	Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.04802	15.08474	2358
E25	Ruinas de Gumarkaaaj	Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.15721	15.01797	2011
E26	Caserio Sualchoj, La Estancia	Santa Cruz del Quiché	Quiché	91.19463	15.00636	2002
E27	Xechiquimula	Patzité	Quiché	91.22173	14.97811	2201
E28	Pocoil segundo centro	Chichicastenango	Quiché	91.11698	14.93829	2054
E29	Pocoil segundo centro	Chichicastenango	Quiché	91.12586	14.9349	2225
E30	Pocoil segundo centro	Chichicastenango	Quiché	91.13135	14.92833	2372
E31	Pocoil segundo centro	Chichicastenango	Quiché	91.13391	14.92497	2439
E32		Chichicastenango	Quiché	91.13673	14.90521	2304
E33		Chichicastenango	Quiché	91.13794	14.87674	2414
E34	Chicua segundo	Chichicastenango	Quiché	-91.1162	14.89678	2378
E35	Subida camino a Chichicastenango centro	Chichicastenango	Quiché	91.10305	14.92159	2075
E36	Carretera camino a Santa Cruz del Quiché Km. 150.5	Chichicastenango	Quiché	91.10838	14.97737	1921
E37	Carretera camino a Santa	Chichicastenango	Quiché	91.12432	14.99864	1976

	Cruz del Quiché					
	Camino de San Andrés					
E38	Sajcabajá a Canillá	San Andrés Sajcabajá	Quiché	- 90.91142	15.17322	1242
	Camino de San Andrés					
E39	Sajcabajá a Canillá	San Andrés Sajcabajá	Quiché	- 90.84196	15.14703	1356
E40	Aldea Chichaj	Canillá	Quiché	- 90.81777	15.12927	1896
E41	Aldea Chichaj	Canillá	Quiché	- 90.81667	15.11784	2079
E42	Cruxchich	Joyabaj	Quiché	- 90.80161	15.11221	2252
	Camino bajando de Cruxchich a Joyabaj					
E43	Joyabaj	Joyabaj	Quiché	- 90.80428	15.07881	2328
	Paraje Samabaj, Caserío Pajopop					
E44	Pajopop	Joyabaj	Quiché	- 90.80042	15.04233	2125
E45	Xoraxaj	Joyabaj	Quiché	- -90.7783	15.03589	1680
	Paraje Xerabaj					
E46	Xerabaj	Joyabaj	Quiché	- 90.75375	15.05433	1828



**Anexo 2:** Láminas hongos micorrícicos registrados en los bosques de encinos. A. *Ramaria*, B. *Cortinarius*, C. *Russula*, D. *Amanita* E. *Phylloporus*. F. *Entoloma*.



**Anexo 3:** Láminas hongos saprófitos registrados en los bosques de encinos A. *Marasmius*, B. *Mycena*, C. *Polyporus*, D. *Marasmiellus* E. *Mycena*. F. *Hygrophorus*. G. *Ganoderma*





**Anexo 4.** Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Asociación de Mujeres Pinax Konob AMEDIPK, Santa Eulalia, Huehuetenango.



**Anexo 5:** Listado de asistentes a taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Asociación de Mujeres Pinax Konob AMEDIPK, Santa Eulalia, Huehuetenango.

Ubicación				GRUPO 03	
Georreferenciación				OBSERVACIONES	
Localidad/Comunidad	CANTÓN VISTA HERMOSA			Latitud	15.738677
Municipio	SANTA EULALIA			Longitud	-91.491374
Departamento	HUEHUETENANGO			Altitud	
Identificación del encuestador				OBSERVACIONES	
Nombres y apellidos: MQ, RR, AMT, JM			Fecha: 7/AUGUSTO/2018		
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá
301	ANA PEDRO	VISTA HERMOSA SANTA EULALIA	CANJOBAL	65	NACIMIENTO
302	CATALINA LORENZO	CANTÓN BUENA VISTA SANTA EULALIA	CANJOBAL	64	NACIMIENTO
303	MARÍA DIEGO	ALDIA TICHUJIL CANTÓN BUENA VISTA SANTA EULALIA	CANJOBAL	48	28 AÑOS
304	CATALINA MATERO	VISTA HERMOSA SANTA EULALIA	CANJOBAL	46	NACIMIENTO
305	JUANITA HERNÁNDEZ DOMINGO	SANTIAGO PIPIRITAN MUNICIPIO	MAYA	19	2 MESES
306	SANDRA ANDRÉS PEDRO	SANTA EULALIA	MAYA	25	NACIMIENTO
307	JUAN DIAZ	SANTA EULALIA	CANJOBAL	38	NACIMIENTO
308	EULALIA ESTEBAN	SANTA EULALIA	MAYA CANJOBAL	27	NACIMIENTO
309	BEATRIZ DÍAZ	JACALTEHUENANGO	POPTÍ	23	1 MES
310	ANA DÍAZ	JACALTEHUENANGO HUEHUETENANGO	POPTÍ	19	2 DÍAS (PRÁCTICAS)

PROYECTO DIGI 4.01 Diversidad de encinos en Guatemala. Fase III. 2017

\* Ingeniero Arvin De León, INAB.



**Anexo 6:** Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Nebaj, Quiché.





Anexo 7: Listado de asistentes a taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de los encinos y hongos asociados”. Nebaj, Quiché.

HERBARIO USCG						CECON	USAC TRICENTENARIA	DG	ENCINOS DE GUATEMALA
<b>GRUPO 01</b>						<b>Georreferenciación</b>			
Ubicación						Localidad/Comunidad			
Municipio						Latitud			
Departamento						Longitud			
Identificación del encuestador						Altitud			
Nombres y apellidos:						OBSERVACIONES			
Fecha:									
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá				
101	Jorgis Rodrigo Mabán Brito	Nebaj-Quiché	Ixil	22	22				
102	Pedro Ulises de León Corio	Aldea Real, Nebaj, Quiché	Ixil	21	21				
103	Miguel Estuardo Guzman	Nebaj, Quiché	Ixil	23	23				
104	Miguel Raymundo Gallego	Aldea Tealbal, Nebaj, Quiché	Ixil	18	18				
105	Juana Kimberly Sánchez	Nebaj-Quiché	Ixil	17	17				
106	Juan Carlos Herrera Brito	Aldea Virentinos, Nebaj, Quiché	Ixil	18	18				
107	Bernal Raymundo Araúz	San Antonio, Nebaj, Quiché	Ixil	22	22				
108	Sánchez Brito Lenny Dalbana	Nebaj-Quiché	Ixil	19	19				
109	Brito Chel Francisco Eliso	Nebaj-Quiché	Ixil	18	18				
110	Sandra Elizabeth C.R	Nebaj-Quiché	Ixil	78	74				

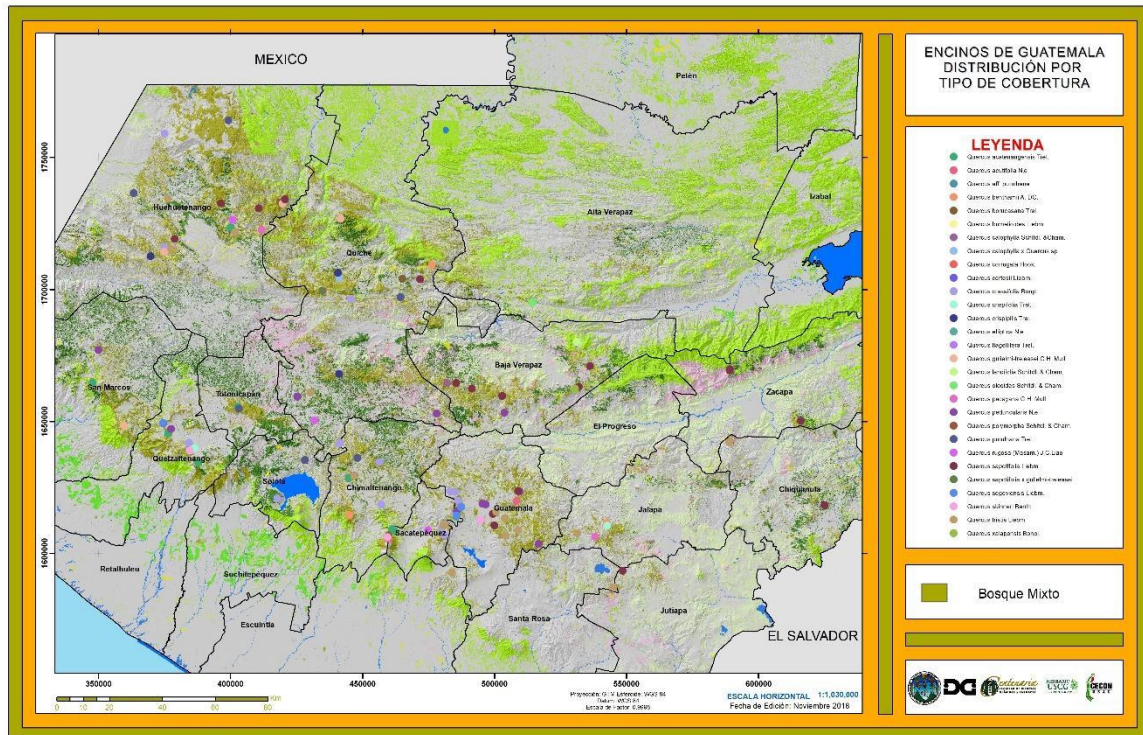
HERBARIO USCG						CECON	USAC TRICENTENARIA	DG	ENCINOS DE GUATEMALA
<b>GRUPO 02</b>						<b>Georreferenciación</b>			
Ubicación						Localidad/Comunidad			
Municipio						Latitud			
Departamento						Longitud			
Identificación del encuestador						Altitud			
Nombres y apellidos:						OBSERVACIONES			
Fecha:									
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá				
201	Diego Yanna Pérez Santiago	Nebaj, Quiché	Ixil	20	20				
202	Diego Guatzo Cobo	Nebaj, Quiché	Ixil	21	21				
203	Diego Giovanni Ciel Cobo	Nebaj, Quiché	Ixil	21	21				
204	Sandra Melissa López Box	Nebaj, Quiché	Ixil	17	17				
205	Miguel Ulises de León Corio	Nebaj, Quiché	Ixil	21	21				
206	Elizabeth Mayra Naborne Guzman	Nebaj, Quiché	Ixil	19	19				
207	Gasper Fivero Berma	Nebaj, Quiché	Ixil	24	26				
208	Marganta Celo Brito	Nebaj, Quiché	Ixil	21	21				

HERBARIO USCG						CECON	USAC TRICENTENARIA	DG	ENCINOS DE GUATEMALA
<b>GRUPO 04</b>						<b>Georreferenciación</b>			
Ubicación						Localidad/Comunidad			
Municipio						Latitud			
Departamento						Longitud			
Identificación del encuestador						Altitud			
Nombres y apellidos:						OBSERVACIONES			
Fecha:									
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá				
101	Ornery Rodríguez Juan David	Cetzal	Ixil	25	Toda la vida				
102	Miguel Celo Chávez	Nebaj	Ixil	36	Toda la vida				
103	Brito Celo Carlos N.	Nebaj	Ixil	32	Toda la vida				
104	Raymundo Chel Nicolás	Nebaj	Ixil	32	Toda la vida				
105	Dionel Chel Velasco	Nebaj	Ixil	33	Toda la vida				
106	María Jiménez	Nebaj	Ixil	32	Desde nacimiento				
107	Juan Bernarri Brito	Nebaj	Ixil	36	Toda la vida				
108	Edyson Franklin Celo Celilo	Nebaj	Ixil	24	Desde nacimiento				
109	Vicente Raúl María López	Nebaj	Ixil	79	Toda la vida				
110	Francisco Velasco Brito	Nebaj	Ixil	20	Toda la vida				

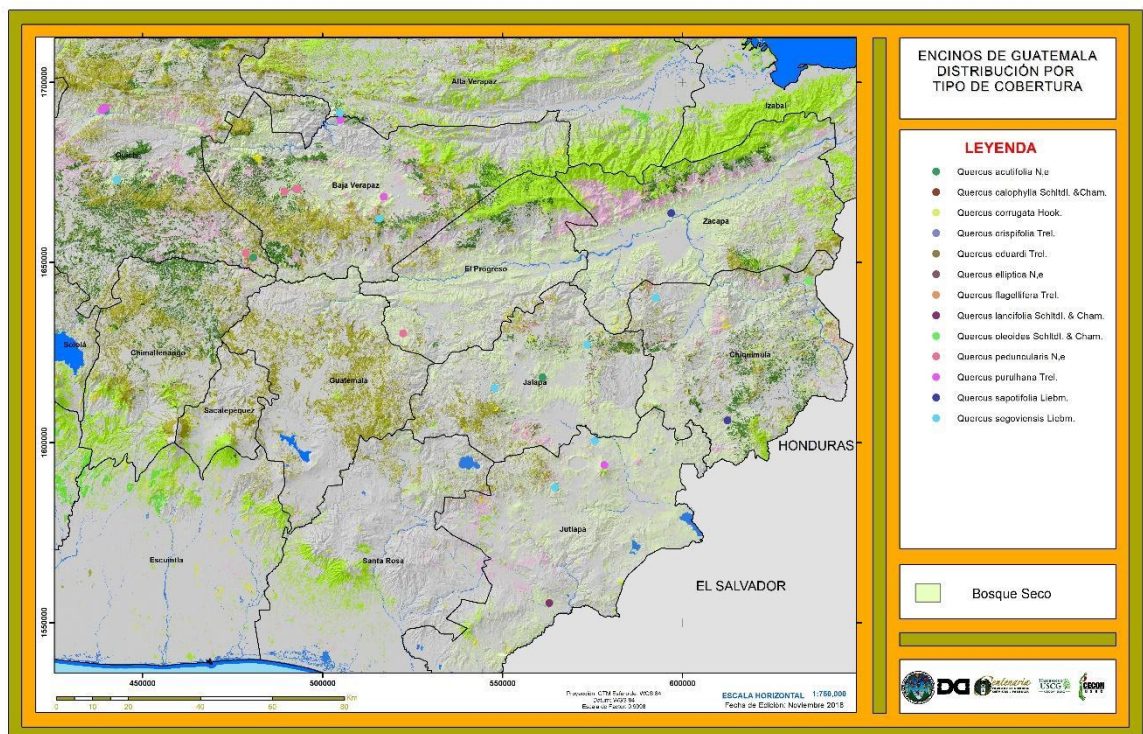




**Anexo 10:** Mapa de distribución de encinos en bosques de pino-encino.



**Anexo 11:** Mapa de distribución de encinos en bosques de encino.





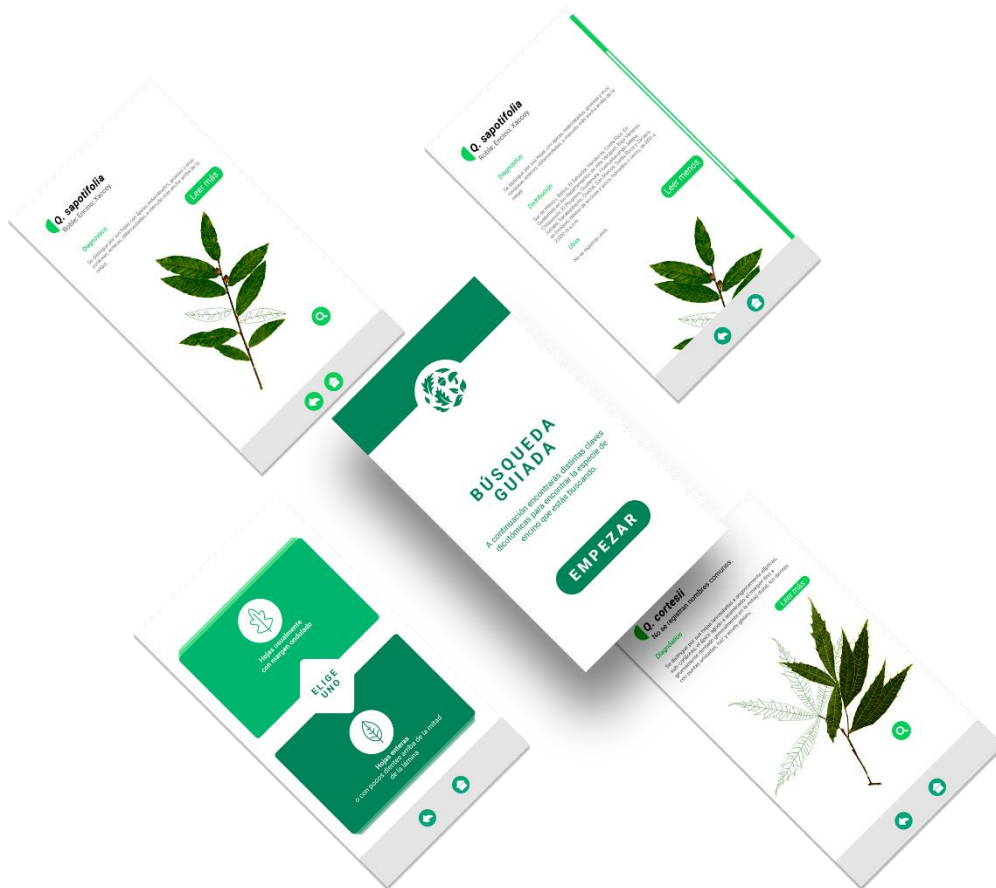
**Anexo 12:** Material de divulgación. Guía rápida para la identificación de robles o encinos.



**Anexo 13:** Material de divulgación. Calendario 2019. Tipos de ecosistemas donde se encuentran los encinos y las especies representativas para cada ecosistema.



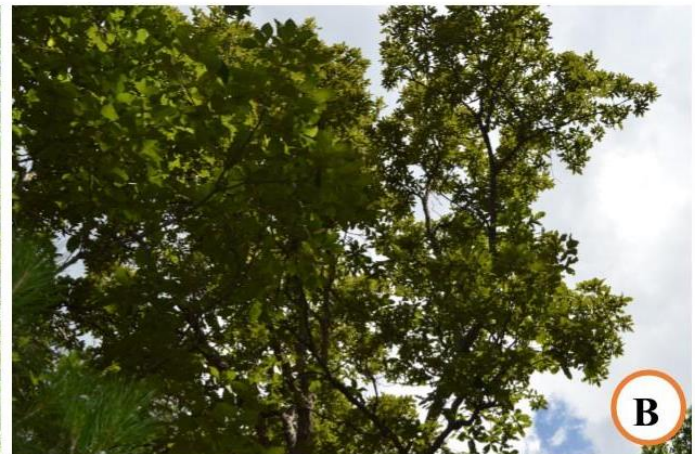
**Anexo 14: Material de divulgación. Aplicación para identificación de encinos.**





**Anexo 15:** Láminas de especies de encinos blancos colectadas en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.

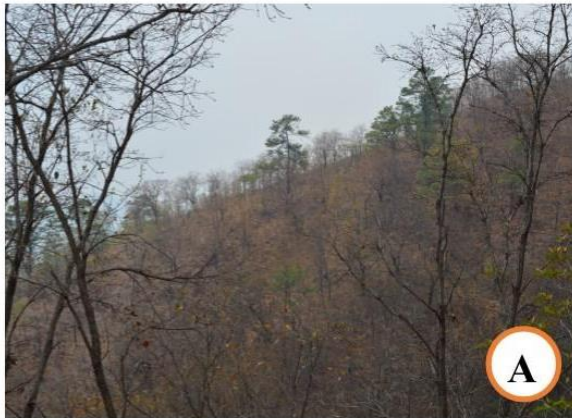
# Encinos Blancos (*Quercus* sect. *Quercus*)



***Quercus vicentensis* Trel.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Muestra de herbario.

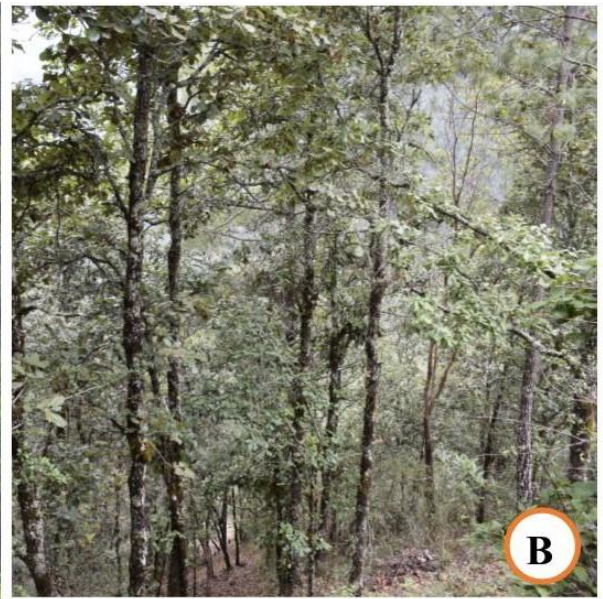




***Quercus segoviensis* Liebm.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Fruto, F. Muestra de herbario.

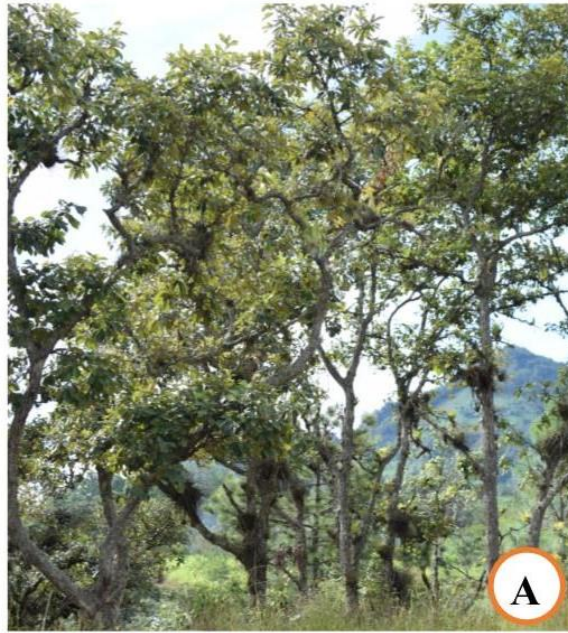




***Quercus rugosa* (Masam.) J.C.Liao**

A. Hábitat, B. Arbol, C. Haz de la hoja, D. Envés de la hoja, E. Fruto, F. Muestra de herbario.

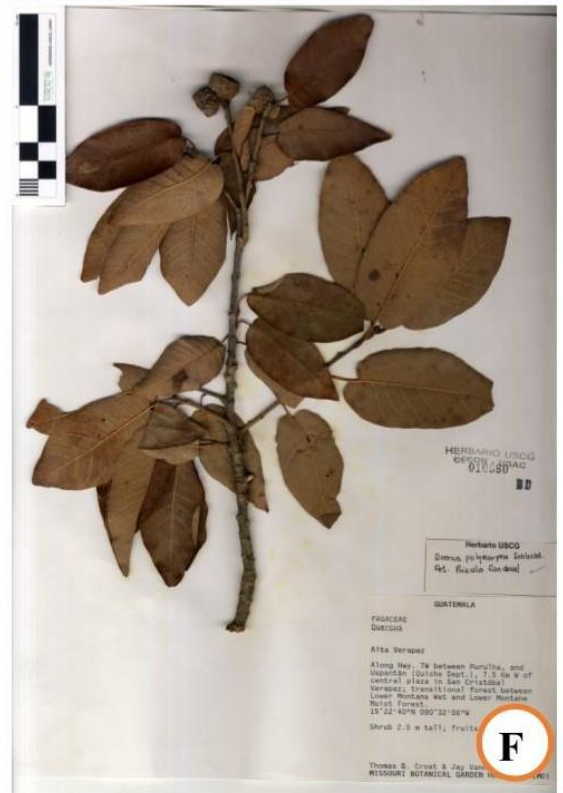




***Quercus purulhana* Trel.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Hojas, D. Fruto, E. Muestra de herbario.





***Quercus polymorpha* Schlttdl. & Cham.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Fruto, F. Muestra de herbario.





A



C



B



D



E



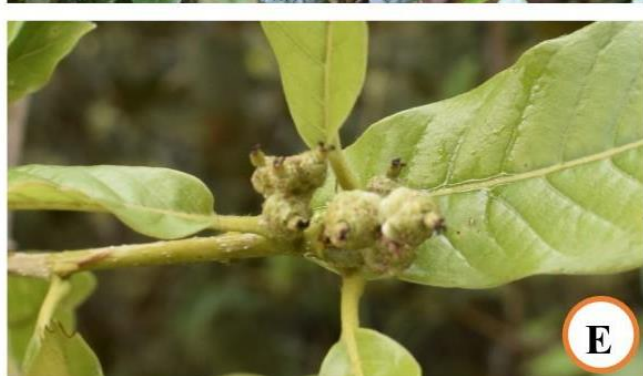
F

USCC 42853  
 FLORA DE GUATEMALA  
 FAGACEAE  
*Quercus peduncularis* Née  
 S. Tulecia  
 Dic. 19/2017  
 Campesinato Cristiano Monte de  
 Heredia, Zacapa, Guatemala  
 -99 51871 O, 15.12210N, 76.6  
 A. Matamoros, AMT 181  
 Col. 21/1/2017  
 A. Matamoros, M. Quacada, B. Herrerías  
 Herbario Universidad de San Carlos de Guatemala  
 DSGC 4.01, Kaimon 82

***Quercus peduncularis* Née**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Fruto, F. Muestra de herbario.

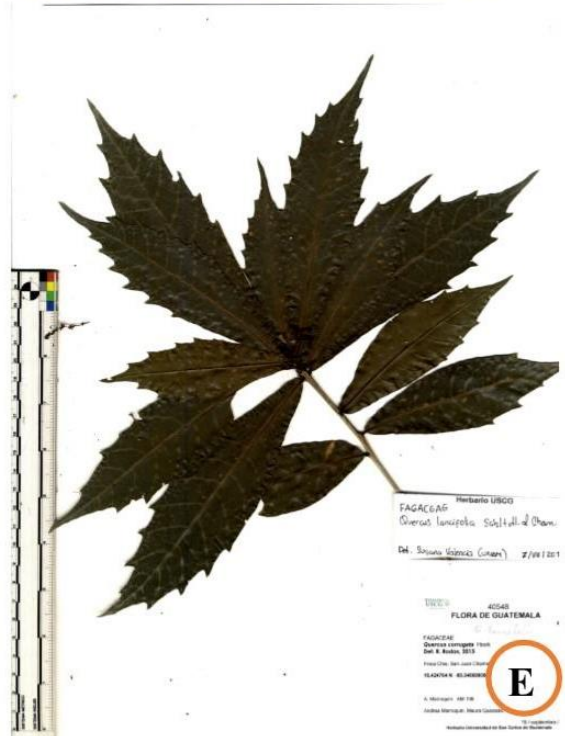
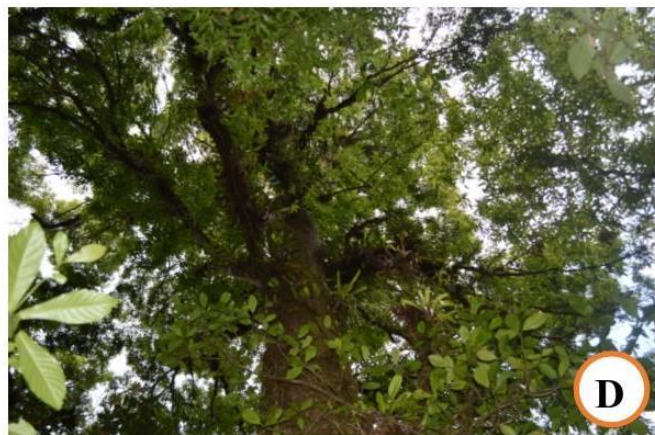




***Quercus pacayana* C.H. Mull.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Fruto, F. Muestra de herbario.





***Quercus lancifolia* Schltdl. & Cham.**  
 A. Hábitat, B. Arbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Muestra de herbario.



**Anexo 16:** Láminas de especies de encinos rojos colectadas en los departamentos de Huehuetenango y Quiché.

# Encinos Rojos (*Quercus*, sect. *Lobatae*)



***Quercus xalapensis* Bonpl.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Fruto, F. Muestra de herbario.





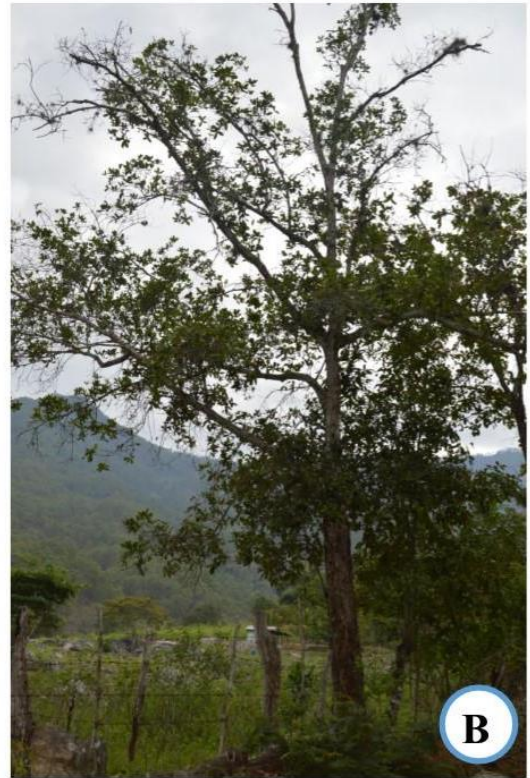
***Quercus tristis* Liebm.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Envés de la hoja, E. Haz de la hoja, F. Muestra de herbario.





**A**



**B**



**C**



**D**



**E**

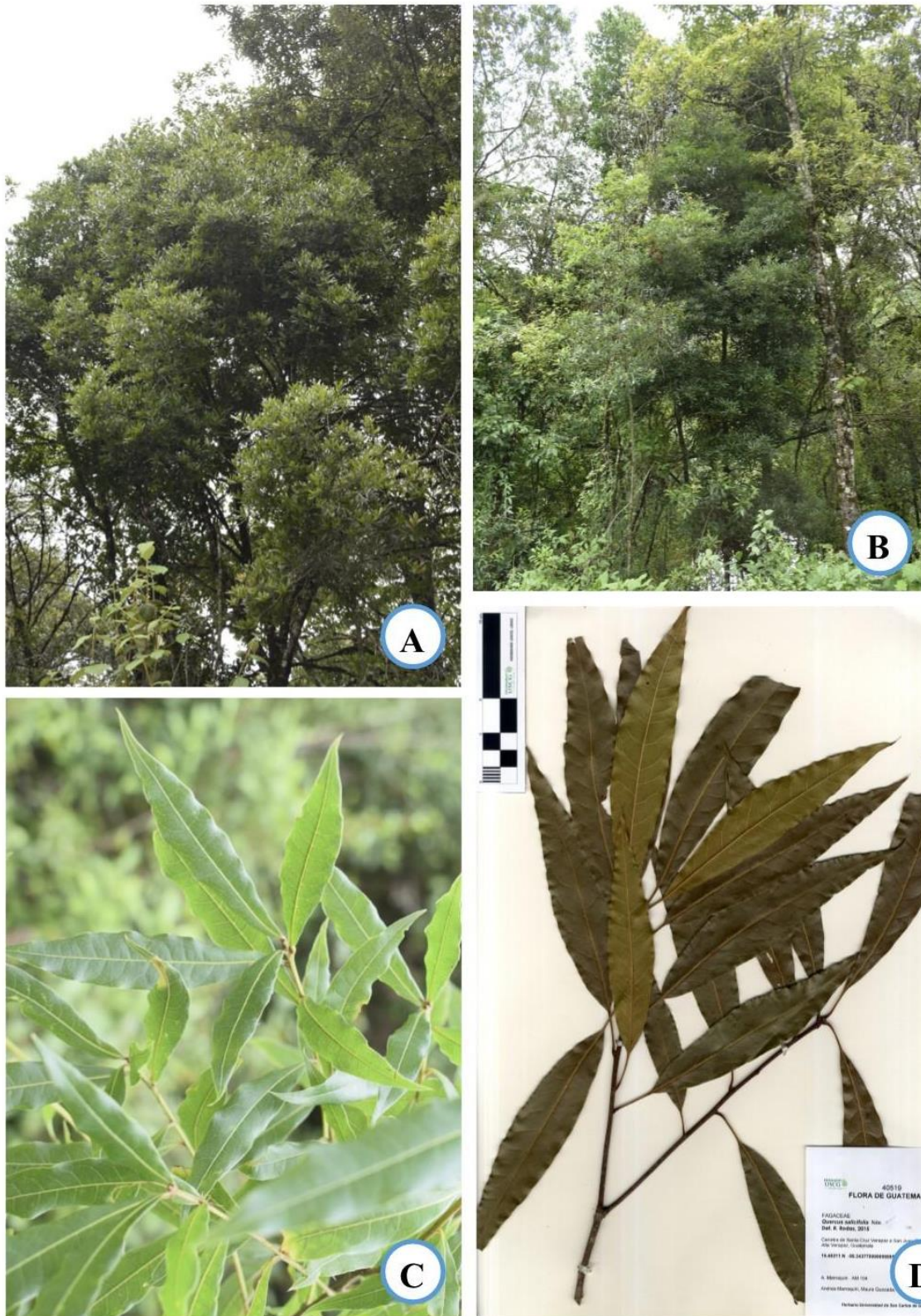


**F**

***Quercus sapotifolia* Liebm.**

A. Hábitat, B. Arbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Fruto, F. Muestra de herbario.





*Quercus salicifolia* Née  
 A. Hábitat, B. Árbol, C. Hojas, D. Muestra de herbario.





A



B



C



D



E

***Quercus guilelmi-treleasei* C.H. Mull.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Muestra de herbario.





**A**



**B**



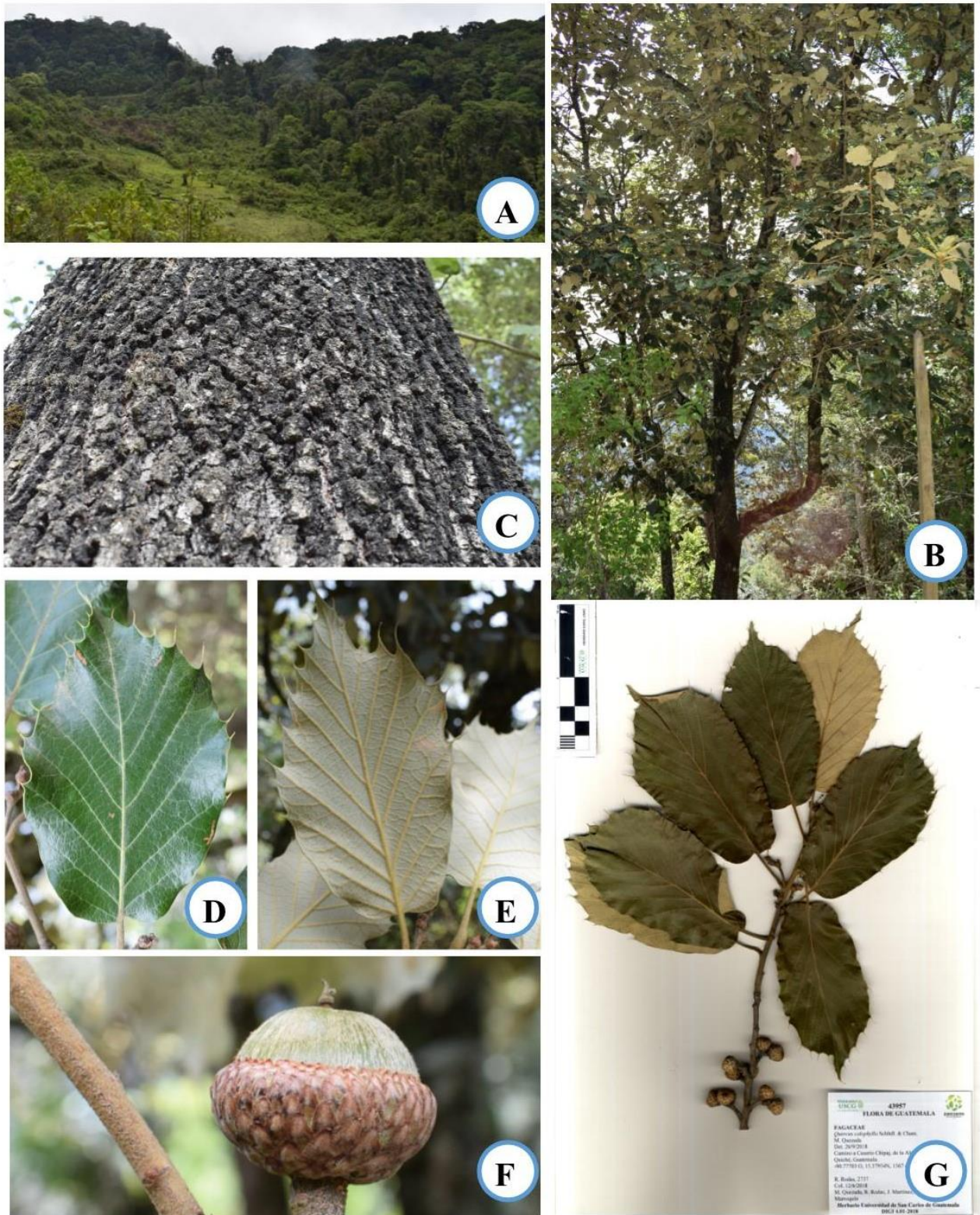
**C**

*Quercus crispifolia* Trel.  
 A. Corteza, B. Fruto, C. Muestra de herbario.



***Quercus crassifolia* Bonpl.**  
 A. Hábitat, B. Fruto, C. Muestra de herbario, D. Hojas.





***Quercus calophylla* Schldl. & Cham.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Envés de la hoja, E. Haz de la hoja, F. Fruto, G. Muestra de herbario.





**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**

***Quercus borucasana* Trel.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Haz de la hoja, E. Envés de la hoja, F. Fruto, G. Muestra de herbario.





***Quercus benthamii* A. DC.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Hojas, E. Fruto, F. Muestra de herbario.





**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**G**



**F**

***Quercus acutifolia* Née**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Envés de la hoja, E. Haz de la hoja, F. Fruto, G. Muestra de herbario.





***Quercus acatenangensis* Trel.**

A. Hábitat, B. Árbol, C. Corteza, D. Envés de la hoja, E. Haz de la hoja, F. Fruto, G. Muestra de herbario.

**Anexo 17:** Listado de especies arbóreas asociadas a encinos según talleres etnobotánicos.

Árbol asociado	Frecuencia
Pino	0.8
Ciprés	0.6
Aliso	0.6
Yema de huevo	0.2
Palo de agua	0.2
K'ate	0.2
Saquel	0.2
Kaqni	0.2
Paxuch	0.2
Pol poj	0.2
Xu kun	0.2
Kab'te	0.2
K'isb'al	0.2
Q'aq	0.2
Tawuxq'aq	0.2
Ichte'	0.2
K'uxb'al ch'en	0.2
Kuxmaj	0.2
Txab'yak	0.2

**Listado de los integrantes del equipo de investigación**
**Contratados por contraparte y colaboradores**

Nombre	Firma
Maura Liseth Quezada Aguilar	
Andrea Azucena Marroquín Tintí	
Alicia Elena Eufragio Blanco	

**Contratados por la Dirección General de Investigación**

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
Maura Liseth Quezada Aguilar	Coordinadora	20020158	X		
Lourdes del Rosario Rodas Duarte	Investigadora	20090184	X		
Bianka Analí Hernández Ruano	Auxiliar de Investigación II	20170873	X		

Guatemala 28 de noviembre de 2018

**Maura Liseth Quezada Aguilar**

**Coordinadora**

Proyecto de Investigación

**Ing. Agr. Rufino Salazar**

**Coordinador**

Programa Universitario de Investigación

Programas

**Ing. Agr. Rufino Salazar**

Coordinador General de