

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 III: Izabal, Zacapa y Chiquimula.**

Equipo de investigación

Nombre de la coordinadora: Maura Liseth Quezada Aguilar, Ph.D.
Nombre de Investigadora: Licda. Lourdes del Rosario Rodas Duarte
Nombre de Auxiliar de Investigación II: Br. Bianca Analí Hernández Ruano
Auxiliar de Herbario USCG. Br Andrea Azucena Marroquín Tintí

Guatemala, 05 de marzo de 2018

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AVALADORA
Instituto de Investigaciones Química y Biológicas -IIQB-
Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-
Facultad de Ciencias Químicas y Biológicas



M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán
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
Coordinadora del proyecto.

Licda. Lourdes del Rosario Rodas Duarte.
Investigadora

Br. Bianka Analí Hernández Ruano.
Auxiliar de Investigación II

Partida Presupuestaria 4.8.63.4.01

Año de ejecución: 2017

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Marco teórico y estado del arte	5
Materiales y métodos	12
Resultados	21
Discusión	48
Conclusiones	56
Referencias	58
Anexos	66
Actividades de gestión, vinculación y divulgación	112
Orden de pago	114

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	9
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 Zacapa, Izabal y Chiquimula	23
Tabla 4	Riqueza de Quercus registrada para el departamento de Zacapa	25
Tabla 5	Riqueza de encinos para el departamento de Izabal.	27
Tabla 6	Riqueza de encinos reportada hasta el momento para el departamento de Chiquimula	30
Tabla 7	Especies colectadas en las parcelas de vegetación.	35
Tabla 8	Riqueza de familias de macromicetos colectadas en asociación con especies de encino	36
Tabla 9	Listado de especies de macromicetos identificadas asociadas a encino	37
Tabla 10	Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, sobre el conocimiento de los encinos	40
Tabla 11	Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, sobre la comercialización de los productos de encino	42
Tabla 12	Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, sobre la comercialización de los productos de encino.	42
Tabla 13	Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles por los pobladores de El Amate, Izabal; Usulután, Zacapa y Esquipulas, Chiquimula.	43
Tabla 14	Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles por los pobladores de El Amate, Izabal; Usulután, Zacapa y Esquipulas, Chiquimula.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Localidades de muestreo en los tres departamentos estudiados.	14
Figura 2	Parcela modificada de Whitaker (20 x 50 m)	15
Figura 3	Frecuencia de Colecta en las parcelas de estudio de los especímenes del género <i>Quercus</i> sp. en los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula.	24
Figura 4	Especies de encinos registrados para el departamento de Zacapa.	26
Figura 5	Especies de encinos registradas para el departamento de Izabal.	28
Figura 6	Especies de Encinos registrados para el departamento de Chiquimula.	31
Figura 7	Frecuencia de familias colectadas en parcelas de vegetación.	33
Figura 8	Frecuencia de géneros colectadas en parcelas de vegetación.	34
Figura 9	Porcentaje de ejemplares de hongos colectados según ecosistema.	38

ANEXOS

		Página
Anexo 1	Listado de los sitios de colecta establecidos para el estudio de encinos en el departamento de Izabal, Zacapa y Chiquimula..	66
Anexo 2	Listado de los sitios de colecta visitados y donde no se encontraron encinos para el departamento de Izabal	67
Anexo 3	Láminas de encinos y robles registrados hasta el momento para el país.	68
Anexo 4	Registro de las especies arbóreas identificadas en las parcelas de vegetación	96
Anexo 5	Láminas hongos micorrízicos registrados en los bosques de encinos	99
Anexo 6	Láminas hongos saprófitos registrados en los bosques de encinos	100
Anexo 7	Taller en Aldea el Paraíso, Usumatlán, Zacapa	101
Anexo 8	Taller en Caserío Plan de Arada, Esquipulas, Chiquimula	102
Anexo 9	Taller en Colonia Nueva Jerusalén, Los Amates, Izabal.	103
Anexo 10	Vegetación acompañante, documentada por los comunitarios de Zacapa, Izabal y Chiquimula.	104
Anexo 11	Boleta Etnobiológica utilizada para toma de datos	105
Anexo 12	Docuemtos de divulgación generados	106
Anexo 13	Listado de los registros de las especies de encinos colectados.	108

Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase III: Izabal, Zacapa y Chiquimula.**RESUMEN**

Los encinos o robles (*Quercus*) constituyen un elemento importante en la estructura de los bosques del hemisferio norte y regiones tropicales, además, de su importancia socioeconómica. Para la región del sur de México y Centroamérica citan 46 especies, siendo Guatemala el segundo país más diverso. A pesar de su importancia, desde la Flora de Guatemala (1952) la información de este grupo no ha sido revisada. Es en 2015 donde se inicia el estudio sistemático de estos árboles con el objetivo de actualizar el conocimiento de la diversidad, función ecológica e importancia socioeconómica. Durante el 2017 se trabajó en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, completando la región oriente del país con ésta fase. Para los tres departamentos se colectaron 253 ejemplares de encinos correspondientes a 26 especies, 12 de encinos blancos y 14 de encinos rojos. Se registra la ampliación de distribución de ocho especies de encinos rojos y cuatro de encinos blancos. Las colectas se realizaron en al menos cuatro ecosistemas, registrándose 38 familias botánicas asociadas a estas especies. Se colectaron 274 ejemplares de macrohongos de 36 familias, siendo Russulaceae y Marasmiaceae las más diversas. Se realizaron tres talleres participativos, en donde la mayoría de personas identifica las especies de encino y resalta su importancia en la provisión de agua y oxígeno. De la misma manera, las reconoce como las preferidas para la leña. La mayoría de participantes asocia los hongos comestibles con los bosques de encino, siendo los hongos de San Juan (*Amanita caesarea*) los preferidos.

Palabras Clave

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

Abstract

Oaks (*Quercus*) constitute an important element in the structure of the forests of the northern hemisphere and tropical regions, in addition to their socioeconomic importance. For the southern region of Mexico and Central America, they cite 46 species, with Guatemala being the second most diverse country. Despite its importance, since the Flora of Guatemala (1952) this group has not been studied in the country. It is in 2015 that the systematic study of these trees begins with the aim of updating the knowledge of diversity, ecological function and socio-economic importance. During 2017, we worked in the departments of Izabal, Zacapa and Chiquimula, completing the region of the country with the phase. For the three municipalities, 174 specimens of oaks were collected, corresponding to 26 species, 12 of white oak and 14 of red oak. There is an increase in the distribution of eight species of red oak and four species of white oak. The collections were made in at least four plant associations, registering 34 botanical families associated with these species. We collected 274 macrofungi from 36 families, Russulaceae and Marasmiaceae being the most diverse. Three participatory workshops were held, where most of the people identified the species of oak and highlight its importance in the provision of water and oxygen. In the same way, it recognizes them as the preferred ones for firewood. Most of the participants use the edible fungi with the oak forests, being the fungi of San Juan (*Amanita caesarea*) the preferred ones.

Key words:

Cloud Forest, Rainforest, Oak Forest, Pine-oak Forest, Ethnobiology

INTRODUCCIÓN

De las plantas leñosas del hemisferio norte y de las regiones tropicales, el género *Quercus* es considerado uno de los más importantes en términos de diversidad de especies, dominancia ecológica y valor económico (Manos, Doyle, & Nixon, 1999; Nixon, 2006). Suelen ocupar una variedad de ecosistemas que van desde el nivel del mar hasta más de 3,000 m, en hábitats secos y húmedos (Nixon, 2006). Se estiman más de 500 especies en el mundo y alrededor de la mitad para el continente americano, en donde México presenta el mayor número de especies, las cuales disminuyen hacia las regiones tropicales hasta llegar a una sola especie en Colombia (Nixon, 2006). Para la región mesoamericana se registran aproximadamente 40-46 especies, siendo Guatemala el país más diverso en esta región con aproximadamente 25 especies (Muller, 1942; Nixon, 2006). Nixon (2006) describe que la disminución de especies, así como el recambio de especies, está asociado a los cambios latitudinales e historia de la formación de centroamérica. Por lo cual, esta región representa un punto clave para comprender los patrones de especiación y distribución del grupo, considerando los procesos geológicos y biológicos ocurridos en la formación del norte de centroamérica (Nixon, 2006; Rodríguez-Correa, Oyama, MacGregor-Fors, & González-Rodríguez, 2015; Rodríguez-Correa et al., 2017).

Guatemala, es un país cuyas características fisiográficas y latitudinales proporcionan condiciones para el desarrollo de una serie de microclimas que dan lugar a la existencia de alrededor de 8,900 especies de flora en el país (Castañeda, 2008; Véliz-Pérez, 2008). Sin embargo, en las últimas décadas es la región que ha sufrido las mayores tasas de deforestación, incrementándose la pérdida y fragmentación de los hábitats, las cuales son de las principales amenazas de la diversidad biológica asociada a los bosques, aunado a la sobreexplotación de los recursos y el cambio climático (Aide et al., 2013; Bonan, 2010; Carr, 2005; Díaz-Gallegos, Mas, & Velásquez, 2010; Gesist & Lambin, 2002; Hayes, Sader, & Schwartz, 2002; Mendoza & Dirzo, 1999; Quezada, Arroyo-Rodríguez, Pérez-Silva, & Aide, 2014; Redo, Grau, Aide, & Clark, 2012; Wassenaar et al., 2007). En este sentido, los árboles de encinos constituyen un elemento invaluable en los diferentes ecosistemas que se desarrollan en el país, los cuales proporcionan a la sociedad

guatemalteca servicios ecosistémicos como la captación de agua, regulación de la temperatura, provisión energética, entre otros (Barrantes-Moreno, 2006; Pérez-Ramos, Villar & Marañón, 2014). A pesar de la importancia económica y ecológica de los encinos, a la fecha se desconoce el número de especies y tipos de hábitats donde se distribuyen en Guatemala, y con ello se desconocen estrategias que permitan mantener los bienes y servicios que proveen a la sociedad. Tomando en cuenta lo anterior, a partir del 2015 se inicia un estudio sistemático cuyo objetivo es actualizar la información de estas especies en relación a su riqueza, distribución, hábitats asociados y percepción de la población de la importancia de las mismas (Quezada, Rodas-Duarte, & Marroquín-Tintí, 2015; 2016; 2017). Durante el 2017, se actualizó la información de las especies que se distribuyen en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. Para ello se realizó 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 colectas de campo mediante 36 parcelas de vegetación (0.1 ha), 12 en cada departamentos, además de las especies de encino fue considerada la vegetación arbórea y hongos asociados. Asimismo, se realizaron tres talleres participativos para documentar la percepción de la población en relación al conocimiento y utilidad de las éstas especies y hongos asociados.

MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Fagaceae

La familia Fagaceae con alrededor de 1000 especies distribuidas en nueve géneros: *Fagus* L., *Castanea* L., *Castanopsis* Spach., *Chrysolepis* Hjelmquist, *Colombobalanus* Nixon & Crepet, *Formanodendron* (Camus) Nixon & Crepet, *Lithocarpus* Bl., *Quercus* L., y *Trigonoalanus* Forman, es considerada una de las más importantes ecológica y económicamente en el Hemisferio Norte (Bouchal, Zetter, Grimsson, & Denk, 2014; Manos, Zhou, & Cannon, 2001)). Según los registros fósiles, esta familia data del Paleoceno tardío al Eoceno temprano (Crepet & Nixon, 1998), en donde tuvo una rápida diversificación, principalmente de *Quercus*, la cual se extendió hasta el Oligoceno tardío. El cambio climático hacia temperaturas más frías durante el Oligoceno y Mioceno causó la expansión del taxa tanto por distribución ancestral como por vicarianza causando la colonización de la Familia en todo el hemisferio norte (Manos et al., 2001).

Los caracteres más distinguibles de la familia son su hábito arbóreo o arbustivo, hojas alternas y pecioladas, persistentes o deciduas y poseen estípulas deciduas. Sus flores son monoicas, usualmente axilares en ramas jóvenes. Los amentos estaminados son delgados, usualmente elongadas, flexibles y colgantes, cada bráctea engloba una sola flor. Las flores masculinas tienen tantos estambres como los lóbulos del perianto (4-7) o el doble. Los filamentos usualmente delgados y anteras biceldadas, con celdas erectas, paralelas, sésiles o cortas-estipitadas en el ápice, filamentos dehiscentes por una abertura longitudinal. Las flores pistiladas son solitarias o en tríos. El fruto es una nuez, solitaria o 2-3, parcialmente o totalmente cerrada por un involucro o cúpula, la semilla es larga, sin endospermo, los cotiledones gruesos y carnosos (Standley & Steyenmark, 1952)

Distribución Fagaceae

Los registros fósiles han determinado que Fagaceae cuenta con una presencia longeva con patrones diferenciales de diversificación de especies a través del Terciario y Cuaternario en el hemisferio norte del planeta (Manos & Standford, 2001). Esta diversificación, se observa en los patrones de distribución característicos del género tanto en el Atlántico como en el

Pacífico, creando disyunciones. Muchas de estas disyunciones son el resultado de restricciones de rango del Terciario, de una distribución previamente paratropical y de comunidades de bosques mesófitos, como respuesta a la reducción de temperatura y precipitación en latitudes medias y altas. Los registros fósiles del Terciario, indican que en América del Norte, existió una diversidad alta a nivel de género, sin embargo, la reducción de los nichos causó una extinción de los géneros *Castanopsis*, *Fagus* y *Trigonobalanus* del oeste de Norteamérica. El mismo fenómeno causó la extinción de *Castanopsis* y *Lithocarpus* en Europa central. En contraste, en el sureste de Asia, la diversidad no fue afectada por los procesos geológicos del Terciario, lo que hace que sea actualmente la zona de mayor diversidad actual a nivel de género, en los bosques montanos, donde convergen siete de los nueve géneros actualmente extantes (Manos & Standford, 2001).

Origen y filogenia del género *Quercus*

El género *Quercus* comprende más de la mitad de las especies dentro de Fagaceae, presenta la distribución fósil y viviente más amplia y está muy bien representada tanto por especies siempreverdes como deciduas. La mayor diversidad se encuentra en el norte y centro de América (cerca de 300 sp). La historia fósil del grupo sugiere que la mayoría evolucionó en Norteamérica, con radiaciones mayormente localizadas y raras instancias de grupos monofiléticos con distribuciones transcontinentales (Axelrod, 1983; Manos & Standford, 2001). *Quercus* parece haber alcanzado su mayor patrón de distribución a finales del Eoceno y principios del Oligoceno (MacGinitie, 1941). También se estima que existe un patrón filogenético monofilético entre los taxa de Asia y Norteamérica, basado en aislamiento de largos períodos y divergencia por una distribución de vicarianza ancestral. La distribución amplia de *Quercus* también puede ser por acción del estrecho de Bering (Daghlian & Crepet, 1983). Hipp y colaboradores (2018) establecieron que la filogenia del grupo de norteamérica demuestra una diversificación simpátrica paralela en relación a la ocupación de nichos, los cuales se adaptaron rápidamente a los diferentes hábitats.

Se estima que hay más de 500 especies en el mundo (Manos et al., 1999), alrededor de 220 especies para el nuevo mundo (Nixon, 2006) y Muller (1942) reconoce 46 especies en Centroamérica, la mayoría de estos se encuentran en Guatemala (25), pero muchas otras

especies crecen hacia el sur en Costa Rica y Panamá. Sin embargo, esta información puede variar debido a que existen trabajos en proceso como la Flora Mesoamericana, y el inicio en la actualización de este género en Guatemala (Quezada et al., 2017). A pesar de la disminución del número de especies en esta región es poco predecible estimar los patrones de distribución debido a su historia evolutiva ya que la mayoría son endémicas de esta región (Nixon, 2006; Rodríguez-Correa et al, 2015, 2017). En relación a los patrones de fenología existen dos grupos dentro de estas especies, las especies distribuidas en los bosque montanos, que generalmente crecen arriba de los 1,500 msnm y las especies tropicales las cuales se distribuyen debajo de los 1,500 msnm. A pesar que Centroamérica no presenta una alta diversidad del género, compartiendo la mayoría de especies con México (Valencia-A, 2004), esto no disminuye la importancia ecológica del género, pues siguen siendo componentes estructurales de los bosques de esta región (Nixon, 2006).

Características morfológicas de *Quercus*

Los encinos son árboles grandes o medianos, a veces arbustos; la corteza puede ser lisa cuando son jóvenes, pero cuando maduran llegan 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 y Steyermark, 1952). Estas especies se clasifican en dos secciones propuestas por Nixon (2006): sección *Lobatae* (encinos rojos) y sección *Quercus s.s* (encinos blancos).

Las flores masculinas no tienen pétalos y presentan únicamente estambres, se disponen en amentos, que son inflorescencias colgantes compuestas por flores unisexuales, 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 nuez (Standley y Steyermark, 1952).

Dado que la determinación de las especies se realiza utilizando caracteres foliares poseen taxonomía complicada. Además presentan una alta variación inter e intra específica, así

como una alta hibridación, presentando características intermedias entre las formas parentales (Torres-Miranda, 2014), lo que dificulta su identificación. De la misma manera, se conoce poco sobre aspectos particulares de su distribución como el tipo de hábitat, suelo, clima, entre otros (Zavala-Chavez, 1998), por lo que es necesario llevar a cabo estudios exhaustivos, así como una revisión del género y nomenclatura.

Riqueza de *Quercus* en Guatemala

Standley y Steyermark, (1952), reportan para Guatemala 27 especies de encinos catalogadas como de corteza suave, gris y escamosa (Sect. *Quercus*; Subgénero *Lepidobalanus*) y 15 especies como de corteza dura, oscura y agrietada (Sect. *Lobatae* subgénero *Erythrobalanus*). Nixon (2006) estima una diversidad para el país entre 25-26 especies. Sin embargo, Quezada, Rodas, Chew y Marroquín-Tintí (s.a), citan 29 especies, principalmente de la región del oriente del país, donde se registraron cuatro especies más de las citadas por Standley y Steyermark (1952), la cuales se listan a continuación:

Encinos blancos (sect. *Quercus*): *Quercus bumelioides* Liebm.; *Quercus corrugata* Hook.; *Quercus insignis* M. Martens & Galeotti; *Quercus lancifolia* Schltdl. & Cham.; *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham., *Quercus pacayana* C.H. Mull., *Quercus peduncularis* Née, *Quercus polymorpha* Schltdl. & Cham., *Quercus purulhana* Trel. *Quercus rugosa* (Masam.) J.C.Liao, *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* Schltdl. & Cham., *Quercus cortesii* Liebm., *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) registran 14 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

Especies	Zacapa	Chiquimula	Izabal
<i>Quercus acatenanguensis</i> Trel.	*		
<i>Quercus acutifolia</i> Née	*		
<i>Quercus borucasana</i> Trel.	*		
<i>Quercus corrugata</i> Hook		*	
<i>Quercus crispifolia</i> Trel		*	
<i>Quercus flagellifera</i> Trel.		*	
<i>Quercus oleoides</i> Schlecht. & Cham.	*	*	*
<i>Quercus oocarpa</i> Liebm.	*	*	
<i>Quercus pacayana</i> Mull.	*		
<i>Quercus peduncularis</i> Née	*	*	
<i>Quercus polymorpha</i> Schlecht. & Cham.	*	*	
<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.		*	
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm	*		
<i>Quercus tristis</i> Liebm.		*	

Los bosques de *Quercus* de Guatemala

Los encino en los bosques tropicales pueden encontrarse desde el nivel del mar, como *Q. oleoides*, hasta altitudes mayores de 3,000 m. Se localizan en una alta variedad de ecosistemas, incluyendo bosques secos, hasta selvas lluviosas (Nixon, 2006; Pérez-Ramos et al., 2014; Rzedowski, 1978; Valencia-A, 2004; Zavala-Chávez, 1998). La Flora de Guatemala (1952), cita que los encinos a menudo se encuentran donde no hay árboles de pino y frecuentemente 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). En Cobán, el lugar habitual de los encinos es ocupado por árboles de Liquidambar, pero también existen extensos rodales de encino y en las montañas áridas

de Baja Verapaz es probablemente el lugar donde se podrán encontrar los encinos más grandes en Guatemala (Standley & Steyermark, 1952).

Asimismo, los bosques de encino son considerados altamente diversos y éstas especies poseen una alta variedad de interacciones con otros organismos. Tal es el caso de las ectomicorrizas, los encinos son además hospederos para epífitas, con avispa formadoras de agallas, lepidopteros, así como con varias especies de vertebrados en donde sus frutos son parte esencial de su dieta (Encina-Domínguez & Villareal-Quintanilla, 2002; García-Ríos, Pérez-Ramos, & Medoza, 2013; García-Rojas, 2006; Holz, 2006; Köhler, Hölscher, & Leuschner, 2006; López-Barrera & Manson, 2006; Manos & Stanford, 2001; Marañón, Padilla-Díaz, Pérez-Ramos, & Villar, 2014; Nixon, 2006; Oyama, Scareli-Santos, Mondragón-Sánchez, Tovar-Sánchez, & Cuevas-Reyes, 2006; Van den Bergh & Kappelle, 2006; Wilms & Kappelle, 2006; Wolf & Flamenco-S, 2006). Por lo que la conservación de las especies de plantas, animales, hongos y otros organismos que se desarrollan dentro de éstos bosques, dependenden de la dinámica y la permanencia de las poblaciones de *Quercus* en el tiempo (Herrera & Chaverri, 2006; Kappelle, 2006b; Pérez-Ramos et al., 2014)

Estado de conservación de *Quercus* en Guatemala

La Lista de Especies Amenazadas (CONAP 2009) incluye dentro de su listado 22 especies de encino, de las cuales siete se encuentran en la Categoría 2 que incluye las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas). Quinc 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.

Quezada y colaboradores (s.a) en base a la propuesta para la categorización de LEA, de las 29 especies registradas, seis se ubicaron en la categoría En Peligro Crítico, 22 dentro de la categoría de Amenazada y una en la categoría de Vulnerable, asimismo 26 especies se encuentran en Lista de Especies Amenazadas – UICN. Sin embargo, se debe resaltar que aún no se ha analizado la distribución de las especies y ecosistemas o hábitats asociados.

Otros trabajos de conservación de bosque de encinos

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

No experimental, exploratoria y descriptiva.

Instrumento

Para recabar la información en campo y gabinete se utilizó el siguiente equipo:

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

Técnica

Datos botánicos

Esta investigación se realizó en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. Las principales fuentes de información están conformadas por: las bases de datos de herbarios nacionales y extranjeros que están disponibles en línea y por las colectas realizadas durante el 2017.

Revisión de bases de datos en herbarios nacionales y extranjeros

La recolección de los datos se realizó por medio de la revisión de las ejemplares de herbario presentes en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. Los herbarios nacionales consultados son Herbario Universidad del Valle de Guatemala (Uval), Herbario Agronomía de Guatemala (Aguat), Herbario Biología de Guatemala (Bigu) y Herbario Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG). Se utilizaron las bases que se encuentran en línea, tales

como Missouri Botanical Garden (MOBOT)(Tropicos®), Herbario del Museo Nacional de Historia Natural de Estados Unidos, Herbario del Real Jardín Botánico de Kew, Herbario del Museo de Chicago, Herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México, Oaks of the Americas, Oaks of the World, Global Biodiversity Information Facility (GBIF), The Plant List v. 1.1 (<http://www.theplantlist.org/>), y de las citadas en la literatura revisada.

Colecta de ejemplares en campo

Se seleccionaron 12 sitios de colecta para Zacapa, 12 para Chiquimula y 14 para Izabal, de los cuales sólo en nueve localidades de éste último departamento se colectaron encinos. Los sitios fueron seleccionados por conveniencia y fueron condicionados por la accesibilidad, ausencia de registros de encinos en los herbarios, presencia de remanentes boscosos, y el permiso de los propietarios de las reservas estatales y privadas para la toma de los datos. Asimismo, se consideraron localidades intermedias con el fin de colectar posibles individuos híbridos, ya que este género tiene a hibridarse con facilidad (Figura 1).

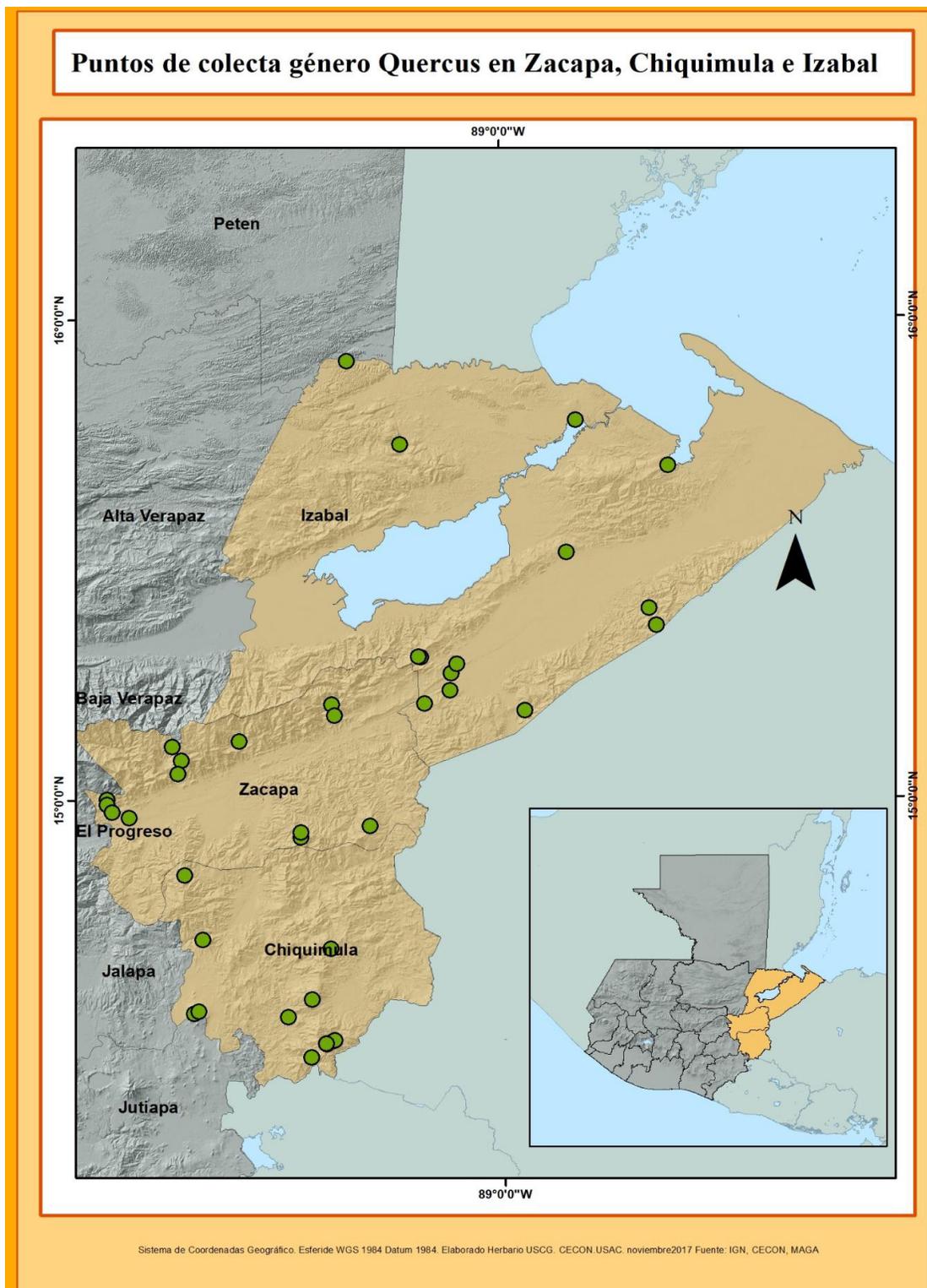


Figura 1.

Localidades de muestreo en los tres departamentos estudiados.

El muestreo se llevó a cabo durante los meses de mayo a octubre, con el fin de poder encontrar los ejemplares de encinos con hojas, así como hongos asociados en las parcelas seleccionadas. En cada sitio se tomaron datos en una parcela modificada de Whitaker (20 x 50 m) (Figura 2), utilizando una boleta para cada una de ellas (Anexo 11). Cada parcela solamente se visitó en una ocasión, para poder abarcar un mayor rango de distribución altitudinal y latitudinal.



Figura 2

Parcela modificada de Whitaker (20 x 50 m)

Las boletas fueron diseñadas para registrar de la forma más sencilla datos de la estructura del bosque y poblaciones de encino tales como: especies presentes, cobertura de dosel, altura de los árboles, diámetro a la altura del pecho (DAP), abundancia, coordenadas geográficas, altitud. Se colectaron muestras de los encinos encontrados dentro de las parcelas y de la vegetación asociada, estas fueron procesadas en el Herbario USCG para confirmar su identidad taxonómica.

Datos etnobiológicos

Se realizaron talleres participativos en base a un cuestionario semiestructurado utilizado en 2016, 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 noviembre 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.*

Sección boleta etnobotánica	Preguntas en cada sección
Conocimiento de encinos y robles	¿Conoce los árboles de encino o roble? ¿Cómo distingue los encinos de otros árboles? ¿Qué variedades de encinos o robles conoce? ¿Cómo se diferencian las diferentes variedades? ¿Qué variedades botan las hojas? ¿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? ¿Que usos tienen los hongos?

Importancia socioeconómica

- ¿Consumen usted los hongos como alimento?
- ¿Los hongos que come 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?

Procesamiento de datos*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 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 (Anexo 13).

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 Izabal, Zacapa e Chiquimula.

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. Los registros que presentaban datos incompletos de localidad fueron georreferenciados. 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). Todos los ejemplares fueron revisados y curados por la especialista Susana Valencia en Agosto 2017.

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.

Elaboración de material de divulgación de resultados

Guía de Encinos

Con la información recabada en las parcelas de estudios y la identificación de especímenes de *Quercus* sp. encontrados y en base a las fichas realizadas durante 2015 y 2016, así como la curación de todos los ejemplares por la especialista, se realizó la diagramación de una guía de encinos, cuyo público objetivo son: técnicos forestales, guardarecursos, estudiantes universitarios y personas interesadas en los árboles. Esto se realizó con el apoyo de la estudiante de EPS de diseño Gráfico, Sara Ortega (Anexo 3).

Calendario 2018

El objetivo del calendario es transmitir algunos de los bienes y servicios que prestan los bosques de encino a la sociedad guatemalteca. Estos documentos servirán para la divulgación de los resultados del estudio y para difundir el conocimiento sobre estas especies al público en general, instituciones encargadas de manejo de bosque y actores importantes que intervienen en la conservación de las especies en el país (Anexo 12).

Operacionalización de las variables o unidades de análisis

Objetivo específicos	VARIABLES	Técnicas	Instrumentos	Medición o cualificación
Determinar la diversidad de especies de <i>Quercus</i> que ocurren en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula.	Diversidad de encinos que ocurren en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. (Cuantitativa)	Parcelas modificadas de Whitaker (20 x 50 m).	Boleta de toma de datos de composición y estructura de vegetación. Base de datos generada a partir de revisión bibliográfica.	Número de especies de encino. Estructura de los ejemplares de encinos y especies arbóreas asociadas (DAP, altura, frecuencia, forma y ancho de copa)
Determinar la distribución actual de las especies de <i>Quercus</i> que se reportan para los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula.	Distribución de especies de encinos que ocurren en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. (Cuantitativa)	Análisis de distribución actual.	Base de datos generada a partir de revisión bibliográfica, ejemplares de herbario, y colectas, utilizando el programa Arc GIS 10.3 ®	Localidades reportadas para la distribución de encinos.
Documentar la importancia socio-económica de estas especies en las poblaciones rurales y urbanas.	Uso y valoración cultural de las especies de encino en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. (Cuantitativas y cualitativas)	Entrevista semi-estructurada y talleres participativo.	Cuestionario de preguntas claves.	Número de especies de encinos identificadas por los pobladores. Número de usos registrados para especies de encino. Valoración económica y cultural de las especies de encino.
Establecer la importancia de los encinos en la disponibilidad de hongos	Uso y valoración cultural de las especies de hongos comestibles	Entrevista semi-estructurada y talleres participativo.	Cuestionario de preguntas claves.	Número de especies de hongos identificadas por los pobladores. Número de usos registrados para las

comestibles en la región.	asociadas a encinos en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. (Cuantitativas y cualitativas)			<p>especies de hongos por los pobladores.</p> <p>Valoración económica y cultural de las especies de hongos asociados por los pobladores.</p>
---------------------------	---	--	--	--

RESULTADOS

Riqueza y distribución de encinos (*Quercus*) para los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula.

Tomando en cuenta las bases de los herbarios y las colectas realizadas durante este estudio se obtuvieron 253 registros correspondientes a 26 especies, 12 de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 14 de la sección *Lobatae* (encinos rojos), citando 13 especies más de las registradas para estos departamentos según Standley & Steyermark en la Flora de Guatemala (Tabla 3, Figura 3). De las colectas, cinco especímenes no pudieron ser identificados hasta especie debido a que la información de las claves taxonómicas no coincidía con las características de las muestras, por lo que se nombraron como *Quercus* sp. Las especies de encinos que presentaron mayor frecuencia de colecta fueron: *Q. sapotifolia* (26), *Q. oleoides* (18), *Q. peduncularis* (15) y *Q. gulielmi-treleasei* (14) (Figura 3).

El mayor número de registros se localizó en el departamento de Zacapa (147), seguido de Chiquimula (87) y en menor cantidad, el departamento de Izabal (19). De las fuentes de referencia consultadas, el Herbario USCG, CECON, es el que posee hasta el momento el mayor número de registros y representatividad de las especies de encinos para estos departamentos (174), lo que corresponde al 87% de las colectas con las que contaba el Herbario.

Tabla 3
Riqueza y distribución de encinos registrada para los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula.

	ESPECIES	Standley y Steyermark, 1952	Bases Herbarios	Colectas 2017 DIGI 4.01
Encinos Rojos (Quercus, sect. Lobate)	<i>Quercus acatenanguensis</i> Trel.	ZAC		
	<i>Quercus acutifolia</i> Née	ZAC	ZAC	ZAC
	<i>Quercus benthamii</i> A DC *		ZAC, CHI	ZAC, CHI
	<i>Quercus borucasana</i> Trel. †	ZAC		ZAC, CHI
	<i>Quercus calophylla</i> Schltdl. & Cham.*		ZAC, CHI	
	<i>Quercus cortesii</i> Liebm. *			ZAC, CHI
	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl. *		ZAC	ZAC
	<i>Quercus crispifolia</i> Trel	CHI	CHI	
	<i>Quercus elliptica</i> Née*		CHI	ZAC, CHI
	<i>Quercus flagellifera</i> Trel. †	CHI		ZAC, CHI
	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i> C.H.Mull. *			ZAC, CHI
	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm. †	CHI	ZAC, CHI, IZA	ZAC, CHI
	<i>Quercus skinneri</i> *			ZAC, CHI
	<i>Quercus tristis</i> Liebm. †	CHI	ZAC, CHI	
	<i>Quercus bumelioides</i> Liebm *		IZA	
	<i>Quercus corrugata</i> Hook†	CHI		ZAC, CHI
	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti *			ZAC, CHI
<i>Quercus lancifolia</i> Schltdl. & Cham*		ZAC, CHI	ZAC.	
<i>Quercus oleoides</i> Schlecht. & Cham.	ZAC, CHI, IZA		ZAC, IZA.	
<i>Quercus pacayana</i> Mull.	ZAC,	CHI, IZA	ZAC	
<i>Quercus peduncularis</i> Née	ZAC, CHI	CHI, IZA	ZAC, CHI	
<i>Quercus polymorpha</i> Schlecht. & Cham.	ZAC, CHI	CHI		
<i>Quercus purulhana</i> Trel*.		CHI	ZAC, CHI	
<i>Quercus rugosa</i> (Masam.) J.C.Liao*.		CHI		
<i>Quercus oocarpa</i> Liebm.	ZAC, CHI	ZAC, CHI, IZA		
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm†	ZAC	CHI	ZAC, CHI	

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

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

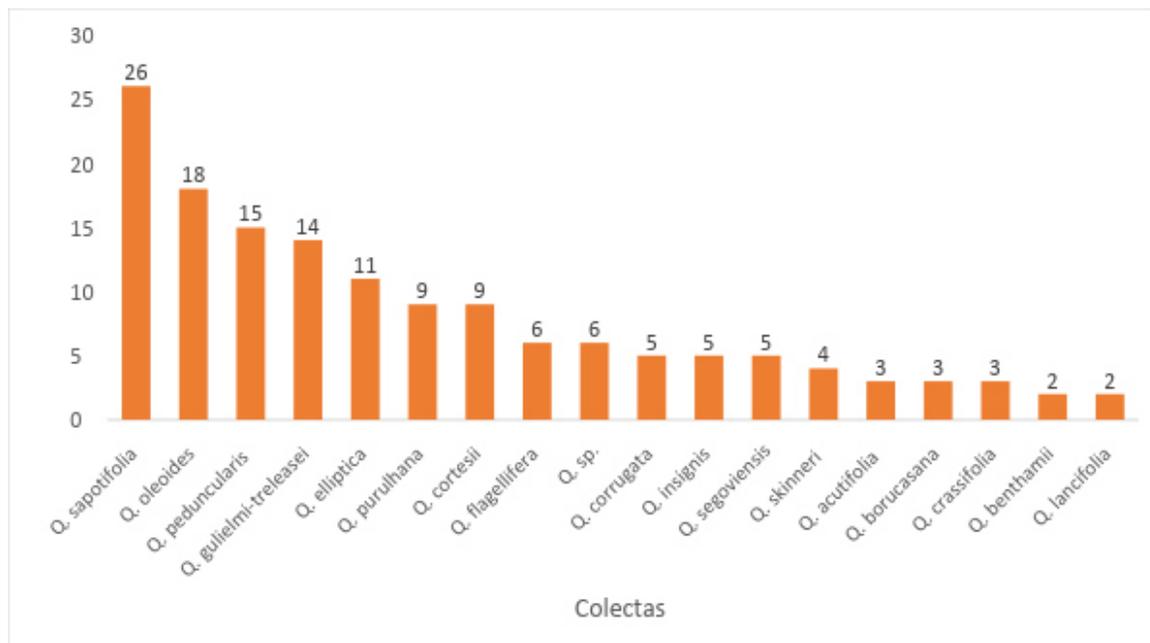


Figura 3

Frecuencia de colecta en las parcelas de estudio de los especímenes del género *Quercus* sp. en los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula.

Riqueza de *Quercus* para el departamento de Zacapa

El departamento de Zacapa registra hasta el momento **20** especies de encino, de las cuales **14** no fueron citadas por Standley y Steyermark (1952) para el departamento, siendo éstas: *Q. benthamii*, *Q. calophylla*, *Q. cortesii*, *Q. crassifolia*, *Q. elliptica*, *Q. flagellifera*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. sapotifolia*, *Q. skinneri*, *Q. tristis*, *Q. corrugata*, *Q. insignis*, *Q. lancifolia*, y *Q. purulhana*, por lo tanto, se amplía el rango de distribución de estas especies y son considerados nuevos registros departamentales (Figura 4). De los 147 registros encontrados en el departamento de Zacapa, 67 corresponden a registros encontrados en las bases de datos nacionales e internacionales, por lo que el 54% de los datos corresponden a las colectas realizadas durante el presente estudio (Tabla 4, Figura 4).

Tabla 4

Riqueza de *Quercus* registrada para el departamento de Zacapa

Especies	Herbarios Internacionales	Herbarios Nacionales				Proyecto DIGI 4.01
		USCG	BIGU	AGUAT	UVAL	
<i>Q. acatenanguensis</i>	-	-	1	-	-	-
<i>Q. acutifolia</i>	2	1	4	-	3	2
<i>Q. benthamii</i>	-	2	2	-	-	1
<i>Q. borucasana</i>	-	-	-	-	-	3
<i>Q. calophylla</i>	-	-	2	-	-	-
<i>Q. corrugata</i>	-	1	-	-	-	3
<i>Q. cortesii</i>	-	1	-	-	-	5
<i>Q. crassifolia</i>	2	2	-	-	-	1
<i>Q. elliptica</i>	-	6	-	-	-	1
<i>Q. flagellifera</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Q. gulielmi-treleasei</i>	-	-	-	-	-	9
<i>Q. insignis</i>	-	1	-	-	1	-
<i>Q. lancifolia</i>	-	-	6	-	-	2
<i>Q. oleoides</i>	-	4	-	-	-	-
<i>Q. pacayana</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Q. peduncularis</i>	1	9	-	-	1	6
<i>Q. purulhana</i>	-	3	-	-	-	1
<i>Q. sapotifolia</i>	-	10	6	-	-	9
<i>Q. segoviensis</i>	-	3	-	-	-	3
<i>Q. skinneri</i>	-	1	-	-	-	2
<i>Q. sp</i>	1	-	21	-	2	3

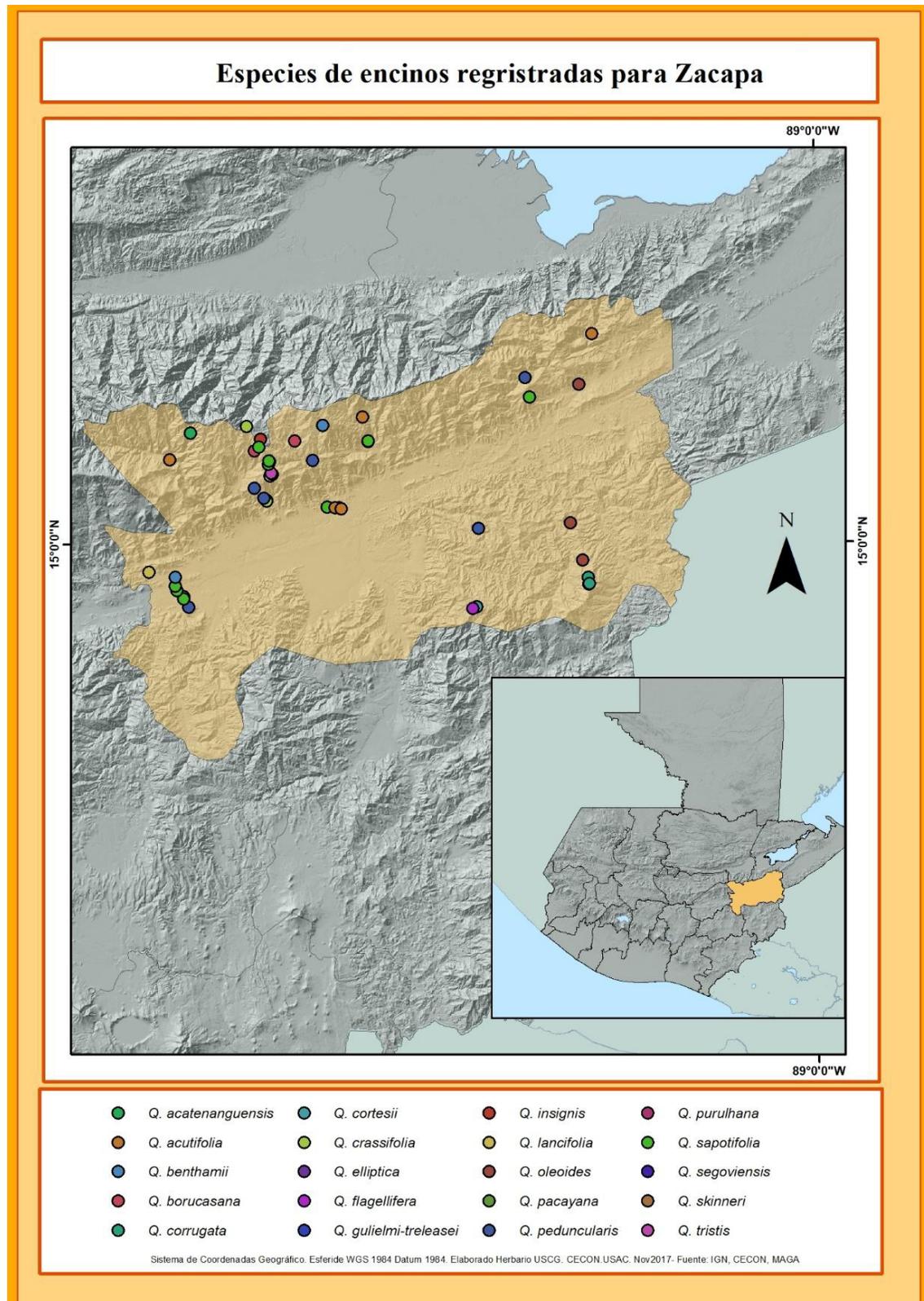


Figura 4

Especies de encinos registradas para el departamento de Zacapa

Riqueza de especies de encino (*Quercus* spp) para el departamento de Izabal

Para el departamento de Izabal se citan a la fecha tres especies de encino, *Q. insignis*, *Q. bumelioides* y *Q. oleoides*, siendo el departamento con menor riqueza. Cabe resaltar que *Q. oleoides* es el encino más abundante para este departamento con 12 registros colectados durante el proyecto, siendo este departamento que mayor cantidad de registros tiene para *Q. oleoides* (Tabla 5, Figura 5).

Tabla 5

Riqueza de encinos para el departamento de Izabal

Especies	Herbarios Internacionales	Herbarios Nacionales				Proyecto DIGI 4.01
		USCG	BIGU	AGUAT	UVAL	
<i>Q. bumelioides</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Q. insignis</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Q. oleoides</i>	2	4	-	-	1	12

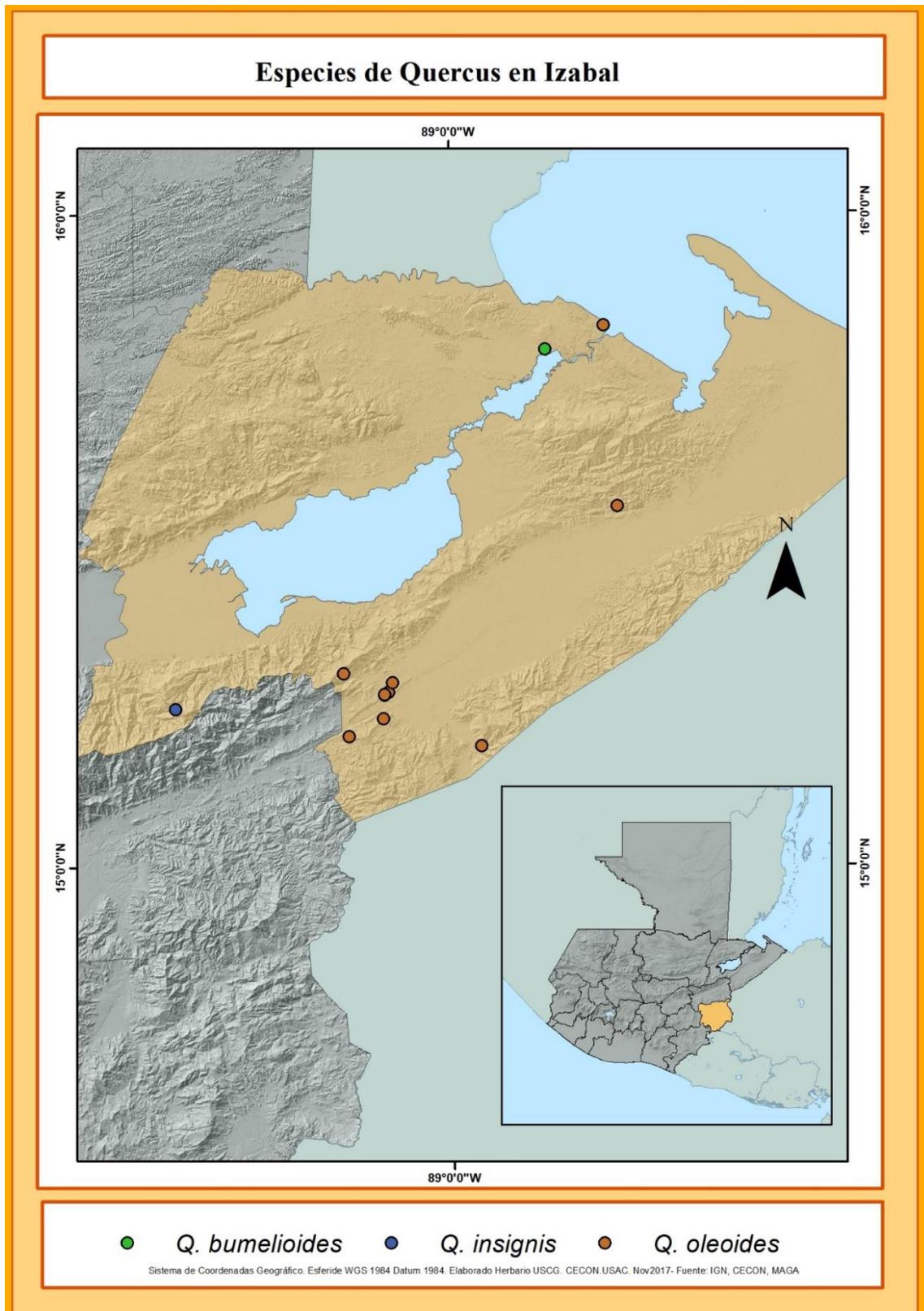


Figura 5 Especies de encinos registradas para el departamento de Izabal

Riqueza de *Quercus* para el departamento de Chiquimula

Para el departamento de Chiquimula se citan **21** especies de encino, siendo el departamento con mayor riqueza. De las especies registradas **13** no fueron citadas por Standley y Steyermark (1952) para el departamento siendo éstas: *Q. benthamii*, *Q. borucasana*, *Q. calophylla*, *Q. cortesii*, *Q. eduardi*, *Q. elliptica*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. skinneri*, *Q. insignis*, *Q. lancifolia*, *Q. purulhana*, *Q. rugosa*, *Q. segoviensis*, por lo tanto, se amplía el rango de distribución de estas especies y son considerados nuevos registros departamentales (Figura 6, Tabla 6).

De los 81 registros encontrados en el departamento de Zacapa, únicamente 6 corresponden a registros encontrados en las bases de datos nacionales e internacionales, por lo que el 93% de los datos corresponden a las colectas realizadas durante el presente estudio, con 75 registros de *Quercus* para Chiquimula.

Tabla 6

Riqueza de encinos reportada hasta el momento para el departamento de Chiquimula

Especies	Herbarios Internacionales	Herbarios Nacionales				Proyecto DIGI 4.01
		USCG	BIGU	AGUAT	UVAL	
<i>Q. benthami</i>	-	1	2	-	-	-
<i>Q. borucasana</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Q. calophylla</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Q. corrugata</i>	-	-	-	-	-	1
<i>Q. cortesii</i>	-	-	-	-	-	4
<i>Q. crispifolia</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Q. eduardi</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Q. elliptica</i>	-	4	-	-	1	3
<i>Q. flagellifera</i>	-	2	-	-	-	2
<i>Q. gulielmi-treleasei</i>	-	-	-	-	-	5
<i>Q. insignis</i>	-	3	-	-	1	1
<i>Q. lancifolia</i>	1	-	-	-	1	-
<i>Q. oleoides</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Q. peduncularis</i>	1	4	-	-	5	2
<i>Q. polymorpha</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Q. purulhana</i>	1	4	-	-	-	1
<i>Q. rugosa</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Q. sapotifolia</i>	1	6	4	-	2	6
<i>Q. segoviensis</i>	1	1	-	-	1	1
<i>Q. skinneri</i>	-	-	-	-	-	1
<i>Q. tristis</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Q. sp.</i>	-	-	4	-	1	3

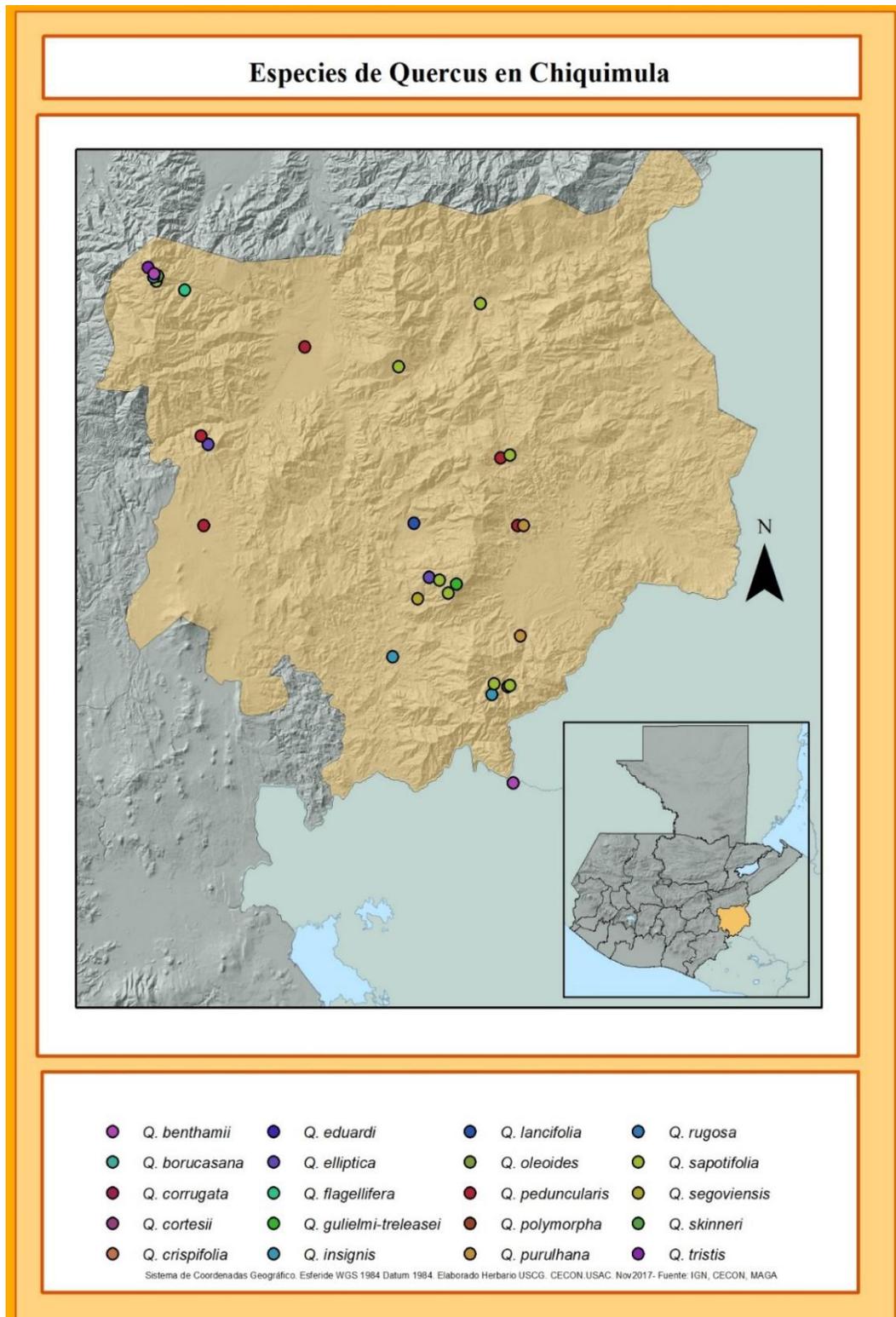


Figura 6
Especies de encinos registrados para Chiquimula

Diversidad de vegetación arbórea asociada a las especies de encino

Se colectaron 112 especímenes de árboles asociados a los bosques de encino, los cuales corresponden a 38 familias botánicas y a 19 morfoespecies. Se identificaron 64 especímenes en 43 géneros y 43 especímenes en 31 especies. Las familias con mayor frecuencia de colecta fueron: Araliaceae (8), Rubiaceae (8), Euphorbiaceae (6), Leguminosae (6), Elaeocarpaceae (5), Lauraceae (5) y Meliaceae (5) (Figura 7). Los géneros con mayor frecuencia de colecta fueron: *Dendropanax* (7), *Sloanea* (6), *Byrsonima* (3), *Hedyosmum* (3), *Pinus* (3) y *Psychotria* (3) (Figura 8). Las especies con mayor frecuencia de colecta fueron: *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. (7), *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (3), *Hedyosmum mexicanum* C.Cordem. (3) y *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. (3) (Tabla 7).

Las parcelas que tuvieron una mayor riqueza de especies vegetales colectadas fueron la parcela Encinos_76, Encinos_80, Encinos_96, Encinos_98 y Encinos_78 con 15, 11, 9, 7 y 7 especies de árboles respectivamente. Éstas parcelas se ubican en los siguientes sitios: Finca las Granadillas y Finca San José El Olvido en Zacapa; Negro Norte y Finca Municipal en Izabal, caracterizadas por tener ecosistemas de bosque nuboso y selvas (Anexo 1).

Las parcelas que presentaron menor cantidad de especies fueron las parcelas Encinos_81, Encinos_104 y Encinos_106 con 2, 2 y 1 especies de árboles respectivamente. Éstas parcelas se ubican en los siguientes sitios: Finca San José El Olvido en Zacapa; Filo Tolté, Aldea Quiriguá en Izabal y Monte Negro, Concepción Las Minas en Chiquimula. Éstos sitios se caracterizan por presentar ecosistemas de bosques de encino (Anexo 1).

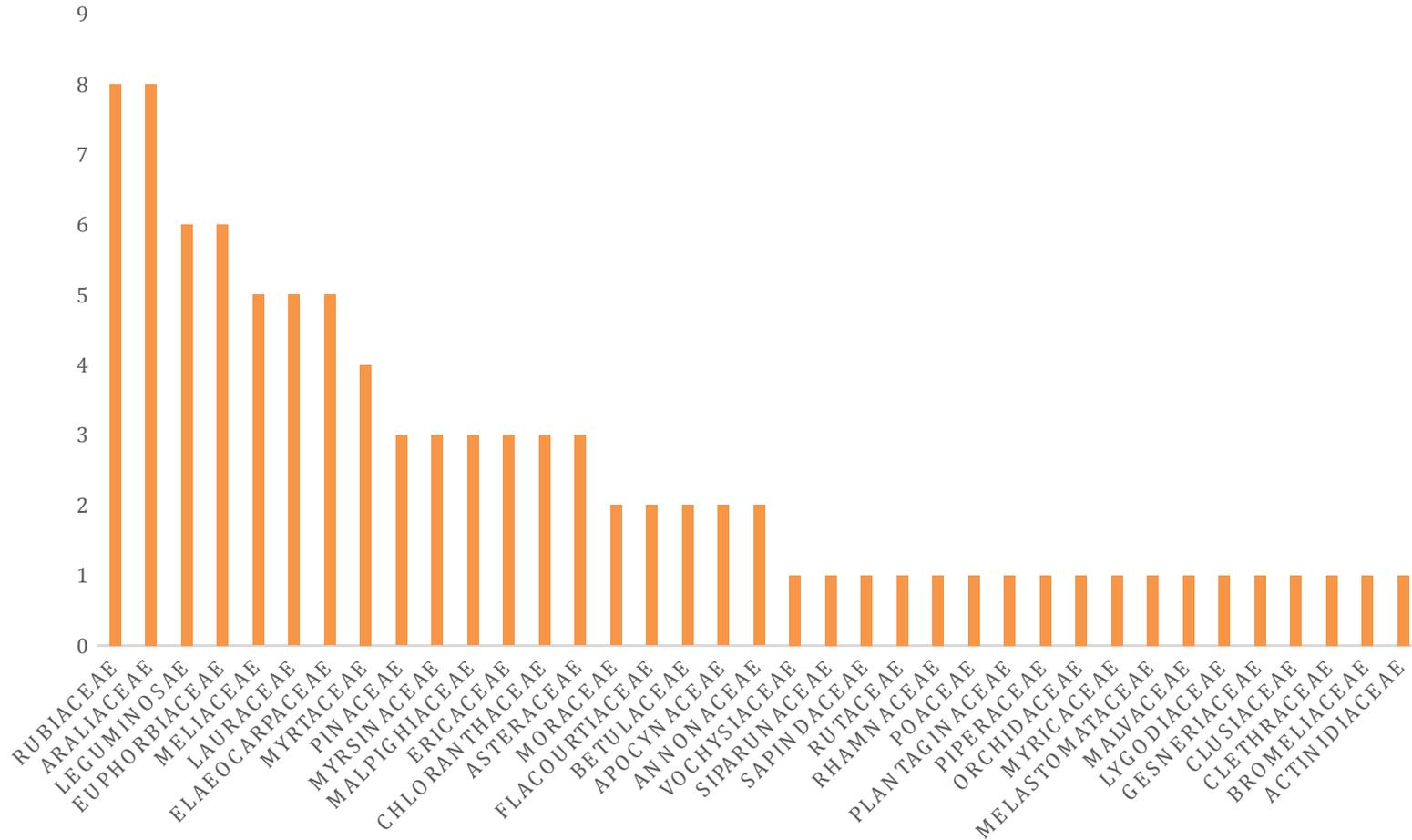


Figura 7

Frecuencia de familias colectadas en parcelas de vegetación.

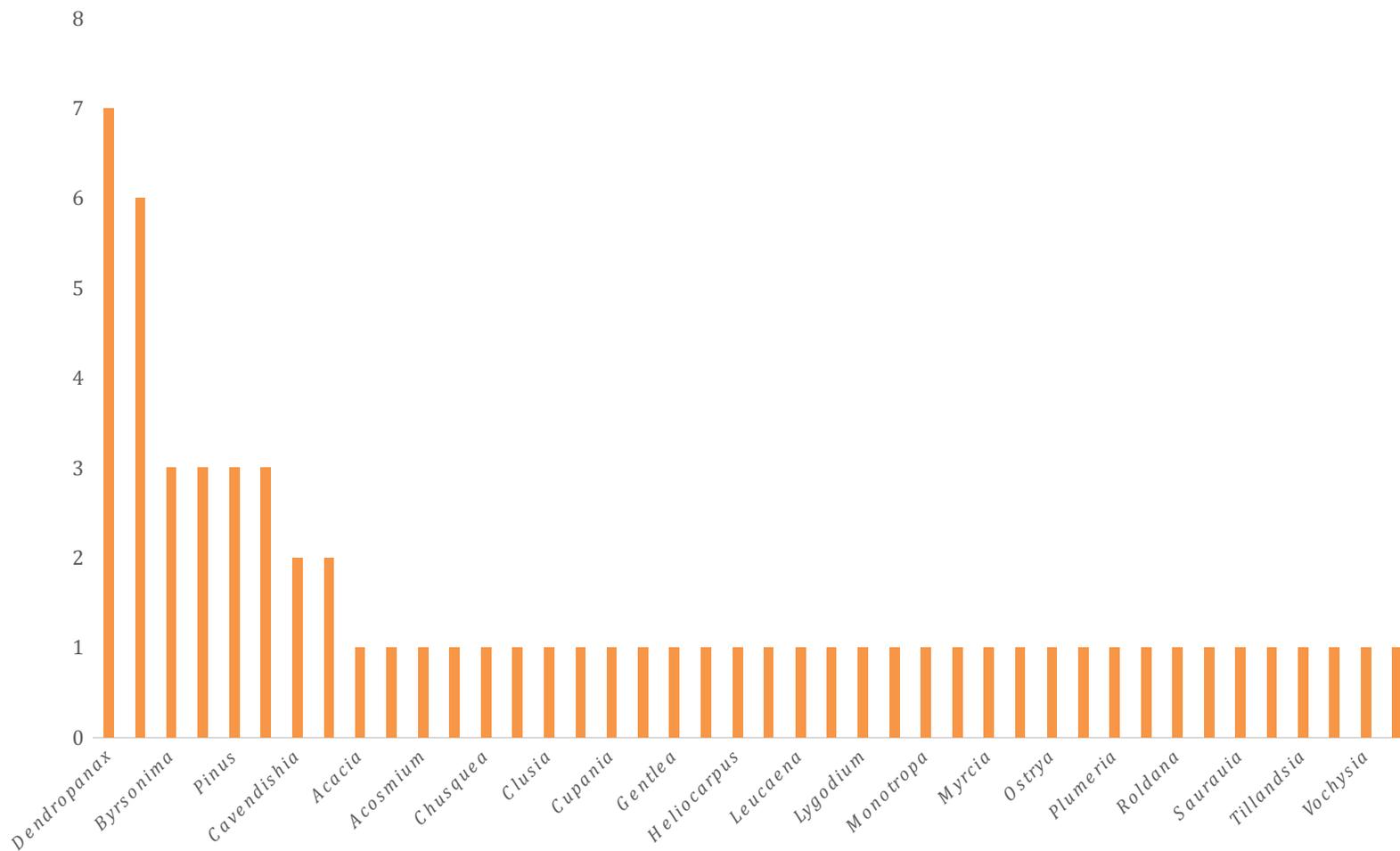


Figura 8
Frecuencia de géneros colectadas en parcelas de vegetación.

Tabla 7

Especies colectadas en las parcelas de vegetación.

Familia	Especie	Cantidad
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia villosa</i> DC.	1
ANNONACEAE	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	1
APOCYNACEAE	<i>Mandevilla subsagittata</i> (Ruiz & Pav.) Woodson	1
	<i>Plumeria rubra</i> L.	1
ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	7
	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	1
BETULACEAE	<i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i> (H.J.P. Winkl.) J.F. Macbr.	1
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia remota</i> Wittm.	1
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C.Cordem.	3
CLETHRACEAE	<i>Clethra pachecoana</i> Standl. & Steyerm.	1
CLUSIACEAE	<i>Clusia lusoria</i> Standl. & Steyerm.	1
ERICACEAE	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.St.Hil.) Hoerold	1
	<i>Monotropa uniflora</i> L.	1
LEGUMINOSAE	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	1
	<i>Acosmium panamense</i> (Benth.) Yakovlev	1
	<i>Inga semialata</i> (Vell.) C.Mart.	1
LYGODIACEAE	<i>Lygodium heterodoxum</i> Kunze	1
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	3
MORACEAE	<i>Ficus americana</i> Aubl.	1
	<i>Ficus aurea</i> Nutt.	1
MYRICACEAE	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small	1
MYRTACEAE	<i>Myrcia amazonica</i> DC.	1
	<i>Psidium guajava</i> L.	1
PINACEAE	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.	3
PIPERACEAE	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	1
PLANTAGINACEAE	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	1
RUBIACEAE	<i>Psychotria elata</i> (Sw.) Hammel	1
	<i>Psychotria poeppigiana</i> Müll.Arg.	1
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna thecaphora</i> (Poepp. & Endl.) A.DC.	1
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	1

Diversidad de hongos asociados a encinos

Se recolectó un total de 274 ejemplares correspondientes a 36 familias de dos phylum (Ascomycota y Basidiomycota) y 17 Órdenes. Las familias con el mayor número de ejemplares fueron Russulaceae y Marasmiaceae (32), seguidas de Boletaceae y Polyporaceae (29) y Mycenaceae (23), dos de ellas micorrícicas. Se colectaron ejemplares en el 80% de las parcelas (29) y el departamento de Chiquimula (146) donde se colectó el mayor número de ejemplares (Tabla 8).

Tabla 8

Riqueza de familias de macromicetos colectadas en asociación con especies de encino

Filo	Familia	Hábito	Zacapa	Chiquimula	Izabal	Total	
Ascomycota	Sarcoscyphaceae	Saprófito		1	2	3	
	Xylariaceae	Saprófito	4	5		9	
Basidiomycota	Agaricaceae	Saprófito	5	11	5	21	
	Auriculariaceae	Saprófito		1	2	3	
	Bolbitiaceae	Terrestre			2	2	
	Boletaceae	Micorrícico	5	22	2	29	
	Calostomataceae	Saprófito	1			1	
	Cantharellaceae	Micorrícico			1	1	
	Corticaceae	Sap/Pat		1		1	
	Cortinariaceae	Micorrícico	1			1	
	Crepidotaceae	Sa/Hu	1	3		4	
	Entolomataceae	Sap/Mic		9		9	
	Ganodermataceae	Lignícola			2	1	3
	Geastraceae	Terrestre			1		1
	Gomphaceae	Ter/Sap/Mi	3	4		7	
	Hydnaceae	Sa/Mi			1		1
	Hymenochaetaceae	Lignícola	7	4	2	13	
	Marasmiaceae	Saprófito	11	13	8	32	
	Meripilaceae	Lignícola			1		1
	Meruliaceae	Lignícola	1				1
	Mycenaceae	Saprófito	8	11	4	23	
	Omphalotaceae	Saprófito			1		1
Phanerochaetaceae	Saprófito	1				1	
Physalacriaceae	Saprófito	1		2	1	4	
Pleurotaceae	Saprófito			2		2	
Pluteaceae	Mic/Lig	4		9	3	16	

Polyporaceae	Lignícola	11	5	13	29
Psathyrellaceae	Saprófito			1	1
	Micorrícico				
Russulaceae	o	2	23	7	32
Scleorodermataceae	Micorrícico		1		1
Stereaceae	Saprófito	1	3		4
Strophariaceae	Saprófito	1			1
Tremellaceae	Lignicola		2	1	3
Tricholomataceae		1	10	2	13
Total		69	146	58	273

El 35 % de los ejemplares colectados corresponden a nueve familias reportadas con la mayoría de especies formando asociaciones ectomicorrícicas (Cannon & Kirk, 2007), en este caso con *Quercus*. Se determinaron 28 especies de las cuales una es nuevo registro para Guatemala. Asimismo, se recolectaron siete especies de hongos comestibles dentro las parcelas (Tabla 9).

Tabla 9

Listado de especies de macromicetos identificadas asociadas a encino

Familia	Especie
Agaricaceae	<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Ravenel ex Berk & MA Curtis) Pat
Amanitaceae	<i>Amanita caesarea</i> (Scop) Pers*
Auriculariaceae	<i>Auricularia fuscosuccinea</i> (Mont.) Henn.*
Boletaceae	<i>Boletus ananas</i> M.A. Curtis
Boletaceae	<i>Phylloporus centroamericanus</i> Singer & LD Gómez
Calostomataceae	<i>Calostoma cinnabarinum</i> Desv
Cantharellaceae	<i>Cantherellus lateritus</i> (Berk)
Marasmiaceae	<i>Tetrapyrgos nigripes</i> (Fr) E Horak
Meruliaceae	<i>Antrodiella</i> aff. <i>liebmannii</i>
Mycenaceae	<i>Panellus pusillus</i> (Pers. ex Lév.)
Omphalotaceae	<i>Gymnopus omphalodes</i> (Berk.) Halling & J.L. Mata
Physalacriaceae	<i>Cyptotrampa asprata</i> (Berk.) Redhead & Ginn
Physalacriaceae	<i>Oudemansiella canarii</i> (Jung.) Höhn.
Polyporaceae	<i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden

Polyporaceae	<i>Funalia caperata</i> (Berk.) Zmitr. & Malysheva
Polyporaceae	<i>Lentinus swartzii</i> (Berk.)
Polyporaceae	<i>Polyporus guianensis</i> Mont.
Polyporaceae	<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L) Murrill
Polyporaceae	<i>Hexagonia hydnoides</i> (Sw) M Fidalgo
Polyporaceae	<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv*
Polyporaceae	<i>Trametes elegans</i> (Spreng.) Fr.
Polyporaceae	<i>Trametes cubensis</i> (Mont.) Sacc.
Pleurotaceae	<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn *
Russulaceae	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein) Fr *
Russulaceae	<i>Lactarius deliciosus</i> (L) Gray*
Sarcoscyphaceae	<i>Phillipsia domingensis</i> Berk
Stereaceae	<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T Nees) Fr
Tremellaceae	<i>Tremella mesenterica</i> Retz
Tricholomataceae	<i>Lepista nuda</i> (Bull) Cooke *

La mayoría de ejemplares fueron colectados en el mes de junio (108) y el ecosistema donde se colectó el mayor número de ejemplares fue el bosque de encino (113) y bosque nuboso (108) (Figura 9).

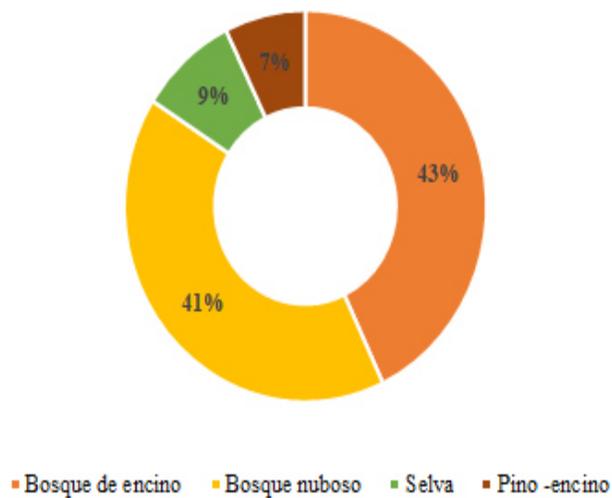


Figura 9
Porcentaje de ejemplares de hongos colectados según ecosistema.

Importancia de los bosques asociados a encinos en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula

Se realizaron tres talleres participativos: uno en Caserío Plan de la Arada, Esquipulas, Chiquimula; otro en colonia Nueva Jerusalén, Los Amates, Izabal; y en la Aldea El Paraíso, Usulután, Zacapa. En los talleres participaron 68 personas, de los cuales 2 son niños, 31 son mujeres y 35 son hombres.

Conocimiento acerca de los árboles de encino y su importancia

Los participantes de los talleres reconocen en su totalidad los árboles de encino, y lo hacen principalmente por las características de sus hojas (0.81) y corteza (0.63). Reconocen al menos 11 nombres comunes para las especies de encino, siendo los más comunes roble (0.63) y encino (0.45) (Tabla 10). Asimismo, asocian hasta 30 especies arbóreas que comparten hábitat con los encinos (Anexo 4).

Los comunitarios relacionan a los bosques de encino, como la principal fuente de provisión de leña, material de construcción de sus viviendas y recreación. De la misma manera identifican importancia como elemento para la purificación de aire y suministro de agua, recreación, entre otros (Tabla 10). De esta misma forma reconocen que los bosques de encino están altamente amenazados debido a la extracción de leña (0.36) y plagas (0.18), principalmente. En relación a los efectos del cambio de clima y su impacto en los bosques de encino, se registra que se ha evidenciado un cambio (0.63) en cuanto a la producción de semillas.

Tabla 10

Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, 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	0.81	
	Corteza	0.63	
	Fruto	0.18	
	Otros	0.18	
	Raíz	0	
¿Qué variedad de encinos o robles conoce?	Roble	0.63	
	Encino	0.45	
	Encino negro	0.27	
	Encino blanco	0.27	
	Encino canche	0.18	
	Belloto	0.18	
	Roble de salón	0.09	
	Roble de montaña	0.09	
	Roble amarillo	0.09	
	Roble negro	0.09	
	Encino rojo	0.09	
	¿Cómo se diferencian entre las variedades de encino?	Hojas	0.81
		Corteza	0.45
Madera		0.36	
Semilla		0.09	
Tipo de suelo		0.09	
Altura		0.09	
¿Qué beneficios se proveen los bosques de encino?		Leña	0.72
	Postes	0.36	
	Purificación aire	0.18	
	Agua	0.18	
	Recreación	0.18	
	Carbón	0.09	
	Horcones	0.09	
	Construcción	0.09	
	Madera	0.09	
	Evita erosión	0.09	
	Defiende de los vientos	0.09	
	Oxígeno	0.09	
	Lluvia	0.09	
Sombra	0.09		

¿Usted cree que los bosques de encino se encuentran en peligro?	Si	0.54
	No	0.36
¿Por qué?	Leña	0.36
	Plagas	0.18
	Tala	0.09
	Agricultura	0.09
	Aires fuertes	0.09
¿Ha visto algún cambio con en la época en la que producen semillas con respecto a otros años?	Si	0.63
	No	0.27

Importancia socio-económica de los encinos

La mayoría de los participantes reconocen el uso de estas especies para leña (0.72), principalmente para autoconsumo, y postes o cercos (0.36). En estas comunidades el uso de carbón (0.09) es muy bajo, su principal fuente energética es la leña. La obtención de leña es principalmente por medio de la recolecta de ramas caídas. Además, al momento de selección de árboles para leña, lo hacen por medio del grosor del tronco o si están torcidos. Cada carga de leña tiene un costo local entre Q40.00 – 50.00. En el caso de Carbón, se reportó que en los departamentos de Chiquimula e Izabal, no son productores del mismo, ya que la leña es su fuente energética. Sin embargo se reporta que el rango de precio del costal de carbón se encuentra entre Q. 50.00 – Q.75.00 y la carga de carbón a Q.100.00 (Tabla 11-12).

Tabla 11

Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, sobre la comercialización de los productos de encino

Consulta	Opciones	Proporciones
¿Qué usos comerciales les dá a los árboles de encino?	Leña	0.72
	Postes o cercos	0.36
	Carbón	0.09
	Construcción	0.09
	Otros	0.09
Selección de árboles para leña	Ramas caídas	0.36
	Grosor	0.27
	Torcidos	0.18
	Completos	0.18
	Secos	0.09
Productos, leña.	Carga	0.63
	Tarea	0.09
	M3	0.09
	Tercios	0.09
Época de comercialización de leña	Verano	0.45
	Invierno	0.27
	Todo el año	0.27
	No se comercializa	0.09
Lugar de comercialización	Local	0.72
	No se comercializa	0.09
	Ciudad capital	0.09

Tabla 12

Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, sobre la comercialización de los productos de encino.

Producto	Opciones	Rango (Q.)	Proporciones
Leña	Carga	0.00 - 50.00	0.18
		51.00 - 100.00	0.09
Carbón	Costal	50.00 - 75.00	0.18
	Carga	100	0.09

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

Los participantes en los talleres reconocen al menos 16 nombres comunes para hongos comestibles asociados a los bosques de encino (Tabla 13). Siendo los más populares y conocidos por todos los participantes de los talleres con un 0.63 los Canturules, Anacates u Amarillo (*Cantherellus* spp), seguido con 0.54, los hongos llamados Congo u hongos de San Juan (*Amanita caesarea* (Scop) Pers.), con 0.45 las conocidas como Shoras (*Pleurotus* sp.) y con 0.27 las Oreja de Shara Azul (*Lactarius indigo*) y un 0.18 de los participantes no conocen hongos asociados a hongos. El principal uso que se le da a los hongos es para alimento (0.91), reconociendo que algunos son utilizados para medicina (0.09). La mayor parte de los hongos son recolectados en el suelo (0.81), árboles (0.63), troncos (0.36) y hojarasca (0.27). Los pobladores (0.63) han registrado un cambio en la disponibilidad de hongos comestibles en los diferentes años, atribuyendo a los cambios en el régimen de lluvias.

Tabla 13

Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles por los pobladores de El Amate, Izabal; Usumatlán, Zacapa y Esquipulas, Chiquimula.

Consulta	Opciones	Proporciones
¿Qué hongos crecen en los bosques de encino?	Amarillo	0.18
	Anacates	0.18
	Asam	0.09
	Asame	0.09
	Canturul	0.27
	Congo	0.36
	Lengua de vaca	0.18
	Manita	0.09
	Oreja de chucho	0.18
	Oreja de coche	0.09
	Oreja de shara azul	0.27
	San Juan	0.18
	Shora de ángel en milpa	0.09
	Shoras blancas	0.09
	Shoras coloradas	0.09
	Shoras de sapo	0.18
No conocen hongos	0.18	

¿En dónde se encuentran los hongos?	Suelo	0.81
	Árboles	0.63
	Troncos	0.36
	Hojarasca	0.27
	Patógenos	0.18
	Otros	0
¿En qué época del año mira más hongos?	Invierno	0.81
	Verano	0.09
¿Ha visto un cambio en la época y cantidad de hongos que salen con respecto a otros años?	Si	0.63
	No	0.27
Si su respuesta es Si, ¿Cómo ha sido este cambio?	Más hongos	0.27
	Menos hongos	0.27
¿Qué otros usos tienen los hongos?	Comida	0.91
	Medicina	0.09

La mayoría de los participantes consume hongos como alimento (0.9), siendo colectados para su consumo, no existiendo diferencia entre hombres y mujeres para su recolecta. El hongo de San Juan y anacates son los hongos preferidos para su consumo (Tabla 14). La mayoría de los comunitarios (0.81) utilizan a los hongos como alimento, y solamente un grupo (0.91) los utiliza para medicina. Los hongos son colectados solamente para su consumo y son reconocidos por su tamaño y color (Tabla 14).

Tabla 14

Consultas y respuestas obtenidas para hongos comestibles por los pobladores de El Amate, Izabal; Usumatlán, Zacapa y Esquipulas, Chiquimula.

Consulta	Opciones	Proporciones
¿Consume usted los hongos como alimento?	Si	0.9
	No	0.1
¿Los hongos que come los colectan o los compran?	Colectan	0.9
	Compran	0.1
¿Quiénes buscan los hongos?	Hombres	0.63
	Mujeres	0.63
	Niños	0.45
	Tamaño	0.54
¿Cómo sabe que un hongo está listo para comerse?	Color	0.27
	Madurez	0.09

	Tipo de sustrato	0.09
	Olor	0
¿Colecta hongos para vender o solo para consumo personal?	Consumo personal	0.9
	Venta	0.1
¿Qué hongo tiene mejor sabor?	Congo	0.36
	Shara azul	0.36
	Anacate	0.27
	Cantarul	0.27
	Shoro blanca	0.18
	Oreja negra	0.09
	Shara de ángel	0.09
	Asame	0.09
	Oreja de chucho	0.09
	Orejitas	0.09

Resumen de resultados por objetivos propuestos

Objetivos	Resultados esperados	Resultado obtenido
Determinar la diversidad de especies de <i>Quercus</i> que ocurren en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula.	Listado de especies de <i>Quercus</i> que ocurren en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. Plantas ingresadas a las colecciones de referencia Especies de encinos confirmadas por especialistas en el género en la región	Se encontraron 26 especies de <i>Quercus</i> , de los cuales trece son nuevos registros para los departamentos en estudio (Tabla 4, 5 y 6). Se obtuvieron 253 registros de encinos, de los cuales 174 se ingresó a la colección.
Determinar la distribución actual de las especies de <i>Quercus</i> que se reportan para los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula.	Listado de localidades reportadas para la ocurrencia de <i>Quercus</i> en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula. Número de mapas para la distribución potencial de las especies de <i>Quercus</i> que ocurren en los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula.	Se trabajaron en 39 sitios de colecta para esta investigación, siendo 13 para Zacapa, 12 para Chiquimula y 12 para Izabal resaltando que en 5 localidades de Izabal no se encontraron encinos (Figura 1, Anexo 1 y 2). Elaboración de mapas de distribución potencial, de las especies por departamento (Figuras 4-6). Elaboración de artículo en revisión “Actualización del listado de especies de <i>Quercus</i> para la región nororiente de Guatemala”
Documentar la importancia socio-económica de estas especies en las poblaciones rurales y urbanas	Documentación de la importancia y conocimiento de las especies de <i>Quercus</i> en los departamentos Izabal, Zacapa y Chiquimula.	Se realizaron tres talleres etnobotánicos, uno por departamento. Se realizó una guía de preguntas, donde se evidenció el conocimiento comunitario acerca de la identificación, usos, servicios ecosistémicos, actividad socioeconómica y estado de conservación de los encinos (Tablas 10-12)

<p>Establecer la importancia de los encinos en la disponibilidad de hongos comestibles en la región</p>	<p>Documentación de la importancia y conocimiento de las especies de hongos comestibles asociadas a <i>Quercus</i> en los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula.</p>	<p>Se colectaron 274 ejemplares correspondientes a 36 familias (Tabla 13-14, Figura 9) asociadas a encinos (Anexo 5-6).</p>
---	---	---

DISCUSIÓN

Riqueza y distribución de encinos (*Quercus* spp.) para los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula.

De los 253 registros de encinos para los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula, el 68% fue colectado durante el 2017, lo que evidencia la falta de estudio de este importante género. Datos similares se registran en los departamentos de Petén, Alta Verapaz y Baja Verapaz con un 65% (Quezada et al., 2015) y para el sur oriente del país un 95% (Quezada et al., 2016). Por lo cual, en estos años se evidencia el aporte al conocimiento de este género y su importancia en los bosques de Guatemala. Para estos departamentos, Standley y Steyermark (1952) citan 14 especies de encinos, mientras que el presente estudio cita 26, evidenciando los vacíos de información para los departamentos, principalmente Chiquimula, quien presentaba menos registros y menos especies. 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 tres departamentos estudiados las cuales son; *Q. segoviensis*, *Q. corrugata*, *Q. tristis*, *Q. sapotifolia*, *Q. flagellifera* y *Q. borucasana* (Tabla 3). Las especies que son nuevos registros departamentales son: *Q. benthamii*, *Q. cortesii*, *Quercus crassifolia*, *Quercus elliptica*, *Quercus gulielmi-treleasei*, *Quercus skinneri*, *Quercus bumelioides*, *Quercus insignis*, *Quercus lancifolia*, *Quercus purulhana* y *Q. candicans* (Tabla 3), este último en enero de 2018 cambió su nombre a *Q. calophylla* ya que el espécimen tipo no correspondía a un *Quercus* (Valencia-A et al., 2018).

Las especies de encinos blancos (sect. *Quercus*) que presentaron mayor frecuencia de colecta fueron: *Q. oleoides* (18), *Q. peduncularis* (15) y *Q. purulhana* (9) mientras que las especies de encinos rojos más frecuentes son *Q. sapotifolia* (26), *Q. gulielmi-treleasei* (14) y *Q. elliptica* (11) (Figura 3). Es importante mencionar que la mayor abundancia de encinos blancos se registra en bosque de encino o robledales, mientras que la mayor de abundancia de encinos rojos se encontró en bosques nuboso, lo que es congruente con lo mencionado por Nixon (2006) y Torres-Miranda (2014), donde señalan que los encinos rojos, son más

diversos en los bosques templados y húmedos, que los encinos blancos los cuales presentan mayor diversidad en climas estacionales, como el bosque seco. Cabe señalar que *Lobatae* es la sección más tempranamente divergente del género *Quercus* sp., mientras que la sección *Quercus s.s.* es la última del género en divergir (Manos et al., 1999).

De los departamentos estudiados Zacapa fue el que presentó mayor número de registros de colecta durante 2017 con 83 registros de 20 especies de encinos, en la Flora de Guatemala únicamente se reportaban 6 especies, triplicando el número de especies para este departamento (Tabla 4, Figura 4), le sigue Chiquimula con 75 registros y 21 especies de encinos, siendo el departamento con mayor número de especies hasta el momento (Tabla 7, Figura 6) y el departamento de Izabal fue el que presentó menor cantidad con 16 registros y reportando únicamente 3 especies de encinos, resaltando que el departamento de Izabal presenta remanentes importantes de bosque de encino de *Q. oleoides* siendo este muy abundante (Tabla 5, Figura 5). 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 Jalapa, Santa Rosa y Jutiapa donde se encontraron 145 registros y 16 especies de encinos (Quezada et al., 2016) 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. Esto podría deberse a las características y cantidad de ecosistemas muestreados como selva baja y alta, bosque de encino, bosque seco de pino-encino y bosque nuboso en Izabal, Zacapa y Chiquimula. García (2013) cita la presencia de 17 especies de encinos solo para el estado de Tamaulipas-México, en cinco ecosistemas los cuales son bosque mesófilo de montaña o bosque nuboso, bosque de pino-encino de mediana altura, bosque templado de *Quercus*, bosque tropical de *Quercus* y chaparral de *Quercus* y *Pinus*, lo cual puede evidenciar la presencia del género en un alto número de ecosistemas. De la misma manera Martínez-Calderón, Siqueiros-Delgado y Martínez-Ramírez (2017) citan 25 especies para el Estado de Aguascalientes, México en 10 asociaciones vegetales distintas, evidenciado el alto número de hábitats donde pueden encontrarse los encinos.

Nixon (2006) estima para el sureste de México alrededor de 40 especies de *Quercus*, estimando 25-26 especies para Guatemala. Sin embargo, Quezada y colaboradores (s.a.) citan 29 especies, a su vez, resaltan que los vacíos de información para Guatemala sobre el género aún persisten. Debido a los anterior, es necesario el aumento de los esfuerzos en el estudio de este género y hábitats donde se desarrollan, con el fin de desarrollar estrategias que permitan un mejor manejo y establecer los criterios del estado de conservación de las especies de encinos.

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. & Steyerl. 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, Pentaphragmaceae 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

Dentro de las relaciones simbióticas con otros organismos más importantes del género *Quercus*, es por su asociación con hongos ectomicorrícicos 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 (Mueller, Halling, Carranza & Schmit, 2006). En este estudio se registraron 274 ejemplares correspondientes a 36 familias de las cuales el 35% de los ejemplares recolectados corresponden a familias y géneros de hongos que forman

ectomicorrizas (Tabla 8), principalmente con el género *Quercus*. En relación a los estudios realizados por Quezada y colaboradores (2015, 2016), en donde el porcentaje de hongos micorrícicos se mantuvo entre 45-48%, el porcentaje durante el presente estudio es menor. La abundancia de las especies micorrícicas en relación a las no-micorrícicas puede estar condicionada por la perturbación y composición de los bosques (Jumppnen & Egerton-Warburton, 2007). Sin embargo, hay que considerar que se mantiene un patrón donde las familias Russulaceae y Boletaceae (Tabla 8-9) son las micorrícicas con el mayor número de ejemplares colectados en bosque con especies de encinos (Quezada et al., 2015, 2017). Sin embargo se debe destacar que al menos la mitad de las morfoespecies son distintas a las registradas durante el 2015 y 2016, de éstas Guatemala solamente cuenta con 20 especies registradas (Morales, Cáceres, Gurriarán, Flores, & Bran, 2012). Estos datos evidencian los vacíos de conocimiento de estas familias micorrícicas de hongos asociadas a bosques de encino, y las cuales son clave para el manejo y restauración de bosques de encino.

De la misma manera, la alta diversidad de especies saprófitas (Marasmiaceae, Mycenaceae y Polyporaceae) evidencian la dinámica en el proceso de formación de suelo, siendo este grupo funciona clave para el funcionamiento de los ecosistemas tropicales dada su alto rendimiento en el reciclaje de nutrientes (Moore, Gange, Gange, & Boddy, 2008; Morre, Robson, & Trinci, 2011). Los ejemplares fueron colectados principalmente en las colectas realizadas en el mes de Junio y Septiembre, esto coincide con la temporada de mayor precipitación durante estos meses por lo cual la fructificación de los basidiomas fue evidente. De los ejemplares colectados, solamente se determinaron 28 especies, dada la complejidad del estudio de este taxón (Tabla 9). Sin embargo, se cita un nuevo registro para el país, evidenciando la necesidad de continuar de priorizar estudios taxonómicos de los hongos en Guatemala.

Importancia Socio-ambiental de los Bosques de Encino

Dentro de los bosques se desarrollan procesos físicos, químicos y biológicos que son resultado entre las interacciones bióticas y abióticas que ocurren entre los diferentes componentes del ecosistema y los cuales son necesarios para nuestra propia supervivencia (Dobbs, Escobedo, & Zipperer, 2011). La razón para conservar los ecosistemas de encinos es porque se conservan además estos procesos, además de los servicios que aportan estas

especies a las poblaciones. En este sentido, los participantes en los talleres realizados durante 2017, reconocen a las especies de encino en su totalidad y reconocen además muchos de estos servicios. Reconocieron 11 variedades diferentes, separándolos en robles (encinos blancos) y encinos (encinos rojos) (Tabla 10), las cuales coinciden con las dos grandes secciones de encinos, sect. *Quercus* y sect. *Lobatae*.

Los participantes reconocen a las especies de encino o roble de otros árboles por la disposición de las hojas, la estructura y color de la corteza, y en pocas ocasiones por el fruto (Tabla 10), lo cual coincide con la información citada por Quezada y colaboradores (2015, 2016), para otros departamentos de Guatemala. El conocimiento de los árboles de encino está asociada a su valor energético, dado que el 72% de los participantes lo utilizan como 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, 2016). Sin embargo, estos autores hacen mención que no existen datos sistemáticos que respalden el uso y la especies más utilizadas para ello y la vulnerabilidad de las especies. Asimismo, más de la mitad de 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)

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 10-12). 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.

Las comunidades reconocen que los bosques de encino además de ser la principal fuente energética, también proveen otros servicios ecosistémicos como fuente de oxígeno, de

agua, materiales de construcción, recreación, evita la erosión, defiende de los vientos fuertes y sombra. Siendo el agua un elemento vital y que asocian con los bosques nubosos, lo cual es reportado por Barrantes-Moreno (2006) como uno de los servicios ecosistémicos más importantes de los bosques montanos en Costa Rica. De la misma manera, los comunitarios reconocen la vulnerabilidad y peligro del ecosistema y de las especies de encino; principalmente por la extracción de leña y las plagas. Y al igual que se reporta en Quezada et al, (2015, 2016), 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 diversidad biológica y cultural, además que para algunos éstos son considerados recursos forestales no maderables de importancia ecológica, económica y cultural (Garibay-Origel, Martínez-Ramos, & Cifuentes, 2009). Para nuestro país, 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 (0.66), lo cual a su vez concuerda con lo citado por Quezada y colaboradores (2015, 2016) en otros departamentos de Guatemala. Aunque el principal uso que tienen los hongos silvestres es alimenticio (0.91), hay personas que registran su uso medicinal.

Asimismo, mencionan que la mejor época para recolectar hongos comestibles es en los meses de la época de lluvias, lo que concuerda con Garibay y colaboradores (2009) 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 Congos (*Amanita cesarea*) y los cantarules (*Cantharellus* spp.), lo que coincide con lo citado por Quezada y colaboradores (2016) para los departamentos de Santa Rosa, Jutiapa y Jalapa, aunque son

conocidos con otros nombres en esos departamentos. Esto probablemente porque los participantes de los talleres en estos seis departamentos se denominan Ladinos, por lo cual su conocimiento acerca de los hongos podría ser muy similar. En esta región, otros hongos de importancia son las orejas de shara azul (*Lactarius indigo*) y especies de Shoras (*Pleurotus* spp.), lo cual se encuentran en las especies registradas por Flores y colaboradores (2012) y Quezada y colaboradores (2015, 2016) para otras regiones del país. Es importante mencionar que para estos departamentos no se contaba con este tipo de información etnomicológica. A diferencia de lo citado por Quezada y colaboradores (2015, 2016) donde los principales encargados de recolectar los hongos son principalmente los varones, en estos departamentos son indistintamente mujeres, hombres y niños los encargados de recolectarlos, y son las mujeres las encargadas de enseñarles a los niños y niñas cómo reconocer los hongos comestibles. Las características principales por las cuales reconocen que el hongo está listo para ser consumido es tamaño y color. El 100% de los comunitarios que consumen hongos reportan que los obtienen por medio de la recolecta, ninguno reporta la compra de estos. Así mismo el 90% menciona que la colecta de hongos es para consumo personal, y que solamente si alguien los “encarga” los comercializa. 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.

CONCLUSIONES

1. Los departamentos de Zacapa, Izabal y Chiquimula presentaron 253 registros correspondientes a 26 especies, 12 de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 14 de la sección *Lobatae* (encinos rojos), citando 13 especies más de las registradas para estos departamentos según Standley & Steyermark (1952). Siendo el departamento más diverso Chiquimula (21), seguido de Zacapa (20) y el menos diverso Izabal con tres especies (Tabla 3-6).
2. Se recolectó un total de 274 ejemplares correspondientes a 36 familias de dos phylum (Ascomycota y Basidiomycota) y 17 Órdenes. Las familias con el mayor número de ejemplares fueron Russulaceae y Marasmiaceae (32), seguidas de Boletaceae y Polyporaceae (29) y Mycenaceae (23), dos de ellas micorrícicas
3. 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.
4. Los participantes de los talleres reconocen en su totalidad los árboles de encino, y lo hacen principalmente por sus hojas (0.81) y corteza (0.63). Asimismo, documentan al menos 11 nombres comunes para las especies de encino, siendo los más utilizados roble (0.63), encino (0.45).
5. Los comunitarios relacionan a los bosques de encino, como la principal fuente energética (0.72), además reconocen otros usos como construcción (0.36), purificación de aires y agua (0.18), ente otros servicios como recreación, carbón.

Asimismo, todos los participantes reconocieron los bosques de encino están altamente amenazados dada extracción de leña, enfermedades y cambio de uso.

6. En relación a los efectos del cambio de clima y su impacto en los bosques de encino, los pobladores perciben cambios significativos principalmente en la temporalidad de producción de frutos (63%) en relación a años anteriores.
7. La mayoría de los participantes reconocen el uso de estas especies para leña (0.72) y elaboración de postes para cercos (0.36), 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 congos y cantarules fueron los hongos más populares para los comunitarios, así como junio y agosto los meses más frecuentes para la búsqueda de hongos. La mayoría de los comunitarios (0.90) utilizan a los hongos como alimento.
9. La principal actividad para la obtención de los hongos para los comunitarios es por medio de la colecta (0.90), siendo los recolectores hombres y mujeres en las mismas proporciones. Las principales características por las cuales son reconocidos son el tamaño y de hongos.

REFERENCIAS

- Aide, T. M., Matthew, L. C., Grau, R., López-Carr, D., Levy, M.A., Redo, D., Bonilla-Moheno, M., Riner, G. & Andrade-Núñez, M. (2013). Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001-2010). *Biotropica*, 45 (22), 262–271. doi:10.1111/j.1744-7429.2012.00908.x
- 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.defensores.org.gt/sites/default/files/PLAN%20CONSERVACION%20bosques%20pino-encino.pdf>
- Axelrod, D. (1983). Biogeography of oaks in the Arcto-Tertiary province. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 1(70), 629-637.
- 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.
- Bonan, G. B. (2010). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320, 1444-1449. doi: 10.1126/science.1155121
- Bouchal, J., Zetter, R., Grímsson, F., & Denk, T. (2014). Evolutionary trends and ecological differentiation in early Cenozoic Fagaceae of western North America. *American Journal of Botany*, 101(8), 1332-1349.
- Carr, D.L. (2005). Forest clearing among farm households in the Maya Biosphere Reserve. *Professional Geographer*, 57 (2), 157–168. doi: 10.1111/j.0033-0124.2005.00469.x
- Cannon, P. & Kirt, P. (2007). Fungal families of the world. Reino Unido: Tenth ed. CAB International,.
- Castañeda, C. (2008). Diversidad de ecosistemas en Guatemala. En: *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. (pp. 181-229). Consejo nacional de áreas protegidas, Guatemala.

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP. (2009). Lista de especies amenazadas de Guatemala. Guatemala: CONAP.
- Crepet, C., & Nixon, K. (1998). Earliest megafossil evidence of Fagaceae: phylogenetic and biogeographic implications. *American Journal of Botany*, 1(76), 842-855.
- Daghlian, C., & Crepet, W. (1983). Oak catkins, leaves and fruits from the Oligocene Catahoula Formation and their evolutionary significance. *American Journal of Botany*(70), 639-649.
- Díaz-Gallegos, J. R., Mas, J. F., & Velázquez, A. (2008) Monitoreo de los patrones de deforestación en el Corredor Biológico Mesoamericano, México. *Interciencia*, 33(12), 882–890.
- 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
- Encina-Domínguez, J. A., & Villarral-Quintanilla, J. A. (2002). Distribución y aspectos ecológicos del género *Quercus* (Fagaceae), en el estado de Coahuila, México. *Polibotánica*, 13, 1-23.
- García, J., (2013). Diversidad de Macromicetos en el Estado de Tamaulipas, México. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias
- García-Ríos, J. G., Pérez-Ramos, V. I., & Mendoza, L. (2013). Diversidad de lepidópteros asociados a encinares. *Biológicas*, 1, 8-17.
- García-Rojas, M. (2006). Diet and Habitat Preference of the Resplendent Quetzal (*Pharomachrus mocinno costaricensis*) in Costa Rican Montane Oak Forest. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 325-336). Heidelberg, Alemania: Springer.
- 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.

- Jumpponen, A., & Egerton-Warburton, L. M. (2005). Mycorrhizal fungi in successional environments: a community assembly model incorporating host plant, environmental, and biotic filters. *Mycology Series*, 23, 139.
- Halling, R. E., & Mueller, G. M. (2005). *Common mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica*: New York Botanical Garden.
- Hayes, D.J., Sader, S.A. & Schwartz, N.B. (2002) Analyzing a forest conversion history database to explore the spatial and temporal characteristics of land cover change in Guatemala's Maya Biosphere Reserve. *Landscape Ecology*, 17,299–314. doi:10.1023/A:1020542327607
- Herrera, B., & Chaverri, A. (2006). Criteria and indicators for sustainable management of Central American Montane Oak Forests. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 421-434). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Hipp, A. L., Manos, P. S., González-Rodríguez, A., Hahn, M., Kaproth, M., McVay, J. D., ... & Cavender-Bares, J. (2018). Sympatric parallel diversification of major oak clades in the Americas and the origins of Mexican species diversity. *New Phytologist*, 217(1), 439-452.
- Holz, I. (2006). Epiphytic communities of bryophytes and macrolichens in a Costa Rican montane oak forest. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 83-98). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Kappelle, M. (2006a). Structure and composition of Costa Rican montane oak forests. En *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 127-139). 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.
- 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. & Van Uffelen, J.-G. (2006). Altitudinal zonation of montane oak forests along climate and soil gradients in Costa Rica. En *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 39-54). Heidelberg, Alemania: Springer.

- Köhler, L., Hölscher, D., & Leuschner, C. (2006). Above-ground water and nutrient fluxes in three successional stages of Costa Rican montane oak forest with contrasting epiphyte abundance. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 271-282). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Largent, D. & Baroni, T. (1977). *How to Identify Mushrooms to Genus IV: Microscopic Features*. Eureka: Mad River Press, Inc. USA.
- Largent, D. & Boroni, T. (1988) *How identify mushrooms to genus I: modern genera*. Eureka: Mad River Press, Inc. USA.
- López-Barrera, F., & Manson, R. H. (2006). Ecology of acorn dispersal by small mammals in montane forests of Chiapas, Mexico. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 165-176). Heidelberg, Alemania: Springer
- MacGinitie, H. (1941). A Middle Eocene flora from the central Sierra Nevada. *Carnegie Institute Washington Publications* (534), 1-178.
- Manos, P. S., Doyle, J. J. & Nixon, K. C. (1999). Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 12(3), 333-349.
- Manos, P. S. & Stanford, A. M. (2001). The historical biogeography of Fagaceae: tracking the tertiary history of temperate an subtropical forests of the northern hemisphere. *International Journal of Plant Sciences*, 162(6), 77-93. doi: 10.1086/323280.
- Manos, P. S., Zhou, Z. K. & Cannon, C. H. (2001). Systematics of Fagaceae: phylogenetic tests of reproductive trait evolution. *International Journal of Plant Sciences*, 162(6), 1361-1379. doi: 10.1086/322949
- Marañón, T., Padilla-Díaz, C. M., Pérez-Ramos, I. M. & Villar, R. (2014). Tendencias en la investigación sobre ecología y gestión de las especies de *Quercus*. *Revista Ecosistemas*, 23(2), 124-129. doi: 10.7818/ECOS.2014.23-2.16.
- Martínez-Calderón, V.M., Siqueiros-Delgado, M. E., & Martínez-Ramírez, J. (2017). Especies del género *Quercus* (Fagaceae) presentes en el área natural protegida de Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (71), 12-18.

- Martinez, D., Solano A. & Corral L. (2010). *Diagnóstico Ecológico y Socioeconómico de la Ecorregión Bosques Pino-Encino de Centroamérica*. Guatemala: Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad. Universidad del Valle de Guatemala.
- 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. Documentos de Trabajo: *Recursos Genéticos Forestales. FGR/53S Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales*, Roma: *FAO*. (Inédito).
- Mendoza, E., & Dirzo, R. (1999). Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity & Conservation*, 8(12), 1621-1641.
- Moreno, G. B. (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
- Moore, D., Gange, A. C., Gange, E. G. & Boddy, L. (2008). Fruit bodies: their production and development in relation to environment. In *British Mycological Society Symposia Series* (Vol. 28, pp. 79-103). Academic Press.
- Moore, D., Robson, G. D., & Trinci, A. P. (2011). *21st Century Guidebook to Fungi with CD*. New York: Cambridge University Press.
- Morales, O., Cáceres, R., Gurriarán, N., Flores, R. & Bran, M. (2012). Especies de macrohongos reportadas para Guatemala. En: Cano, E. & Schuster, J, (eds) Biodiversidad de Guatemala (Vol. 2, pp. 45-61). Guatemala: Universidad del Valle Guatemala.
- Muller, C. H. (1942). The Central American Species of *Quercus*. United Department of Agriculture. United States: United Department of Agriculture.
- 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. (2006). Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forests. En *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 3-13). Heidelberg, Alemania: Springer
- Oyama, K., Scareli-Santos, C., Mondragón-Sánchez, M. L., Tovar-Sánchez, E., & Cuevas-Reyes, P. (2006). Morphological variations of gall-forming insects on different species of oaks (*Quercus*) in Mexico. En *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 259-269). Heidelberg, Alemania: Springer.
- Pérez-Ramos, I. M., Villar, R., y Marañón, T. (2014). El fascinante mundo de los *Quercus*: desde la biología molecular hasta la ecología de comunidades. *Revista Ecosistemas*, 23(2), 1-4.
- Quezada, M.L, Arroyo-Rodríguez, V., Pérez-Silva, E. & Aide, T.M. (2014). Land cover changes in the Lachuá region, Guatemala: patterns, proximate causes, and underlying driving forces over the last 50 years. *Regional Environmental Change*, 14 (3), 1139-1149. doi:10.1007/s10113-0548-x
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, L. del R. & Marroquín-Tintí, A. A. (2015). 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. (2016). 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, R., & Marroquín-Tintí, A. A. (2017). Contribución al conocimiento de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(2), 115-126.

- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, R., Chew, D.m & Marroquín-Tintí, A. A. (en prensa). Riqueza, distribución y estado de conservación de las especies de encino en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*,
- Redo, D. J., Grau, H. R., Aide, M. & Clark, M. (2012). Asymmetric forest transition driven by the interaction of socioeconomic development and environmental heterogeneity in Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (23), 8839-8844.
- 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.
- Rodríguez-Correa, H., Oyama, K., Quesada, M., Fuchs, E. J., Quezada, M., Ferrufino, L., ... & González-Rodríguez, A. (2017). Complex phylogeographic patterns indicate Central American origin of two widespread Mesoamerican *Quercus* (Fagaceae) species. *Tree Genetics & Genomes*, 13(3), 62.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, D.F.: Limusa.
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in modern taxonomy*. (4a ed.). Germany: Koeltz Scientific Books,
- Standley, P. C. & Steyermark, J. A. (1952). Flora of Guatemala. Part III. *Fieldiana Botany* 24,1 – 432.
- 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.
- Torres-Miranda, C. A. (2014). *Importancia de los ensambles de especies y de los procesos geológico-climáticos en la comprensión de los mecanismos de evolución de la sección Lobatae del género Quercus en América del Norte* (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de México, Morelia, Michoacán, México.
- 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. & Gual-Díaz, M. (2014). La familia Fagaceae en el bosque mesófilo de montaña de México. *Botanical Sciences*, 92 (2): 193-204.
- Valencia-A, S., Coombes, A., & Villaseñor, J. (2018). *Quercus candicans* (Fagaceae) is not a *Quercus* but a *Roldana* (Asteraceae). *Phytotaxa*, 333 (2), 251-258.
- Van den Bergh, M. B., & Kappelle, M. (2006). Small terrestrial rodents in disturbed and old-growth montane oak forest in Costa Rica. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 337-345). Heidelberg, Alemania: Springer
- Véliz-Pérez, M. E. (2008). Diversidad florística de Guatemala. En: *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. (pp. 261-299). Consejo nacional de áreas protegidas, Guatemala.
- Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, PH., Rosales, M., Ibrahim, M. & Steinfeld, H. (2007). Projecting land use change in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change*, 17 (1), 86–104. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.03.007
- Wilms, J., & Kappelle, M. (2006). Frugivorous birds, habitat preference and seed dispersal in a fragmented Costa Rican montane oak forest landscape. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 309-324). Heidelberg, Alemania: Springer
- Wolf, J., & Flamenco-S, A. (2006). Vascular epiphytes and their potential as a conservation tool in pine-oak forests of Chiapas, Mexico. En *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 375-391). Heidelberg, Alemania: Springer
- Zavala-Chávez, F. (1998). Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica*, (08), 47-64.

ANEXOS

Anexo 1 Listado de los sitios de colecta establecidos para el estudio de encinos en el departamento de Izabal, Zacapa y Chiquimula.

ID	Código de parcela	Sitio	Longitud	Latitud	Altitud
1	Encinos_76	Finca las Granadillas, Sierra del Merendón, Zacapa, Zacapa.	-89.42097	14.92154	1552
2	Encinos_77	Finca San José El Olvido, Aldea El Paraíso, Usumatlán, Zacapa.	-89.42093	14.93236	1665
3	Encinos_78	Finca San José El Olvido, Aldea El Paraíso, Usumatlán, Zacapa	-89.88425	15.06056	2000
4	Encinos_79	La Unión Zacapa, Zacapa	-89.27711	14.9455	1575
5	Encinos_80	Finca San José El Olvido, Aldea El Paraíso, Usumatlán, Zacapa.	-89.88411	15.05029	1707
6	Encinos_81	Finca San José El Olvido, Aldea El Paraíso, Usumatlán, Zacapa.	-89.87383	15.03444	1221
7	Encinos_82	Campamento Cristiano Monte de los Olivos, Jones, Río Hondo, Zacapa	-89.54853	15.12235	756
8	Encinos_83	Las Cebollas, Quetzaltepeque, Chiquimula.	-89.39967	14.58372	1585
9	Encinos_84	Reserva volcán Montecristo, Caserío Plan de la Arada, Esquipulas, Chiquimula.	-89.36845	14.49096	1571
10	Encinos_85	Caserío Plan de la Arada, Esquipulas, Chiquimula	-89.35429	14.49758	1482
11	Encinos_86	Caserío Plan de la Arada, Esquipulas, Chiquimula	-89.35255	14.4988	1559
12	Encinos_87	Finca El Gigante, Aldea Durazno, Chiquimula	-89.6637	14.84355	1503
13	Encinos_88	Olopa, Chiquimula	-89.35974	14.68966	1304
14	Encinos_89	San José La Arada, Chiquimula	-89.62601	14.70889	879
15	Encinos_90	Las Torres, San Lorenzo, Sierra de las Minas, Río Hondo, Zacapa	-89.66943	15.0816	1834
16	Encinos_91	El Sarzal, San Lorenzo, Sierra de las Minas, Río Hondo, Zacapa.	-89.67651	15.05511	1036
17	Encinos_92	La Morola, Sierra de las Minas, Río Hondo, Zacapa.	-89.68804	15.11127	2082
18	Encinos_93	Aldea El Malpaso, Finca Las Victorias, Sierra de las Minas, Gualán Zacapa.	-89.35585	15.19843	1012
19	Encinos_94	Mayuelas, Sierra de las Minas, Gualán, Zacapa	-89.35059	15.17476	832
20	Encinos_95	Salida de los Puentes, Aldea el Chico, Usumatlan, Zacapa	-89.83786	15.02264	1114
21	Encinos_96	Negro Norte, Morales, Izabal	-88.67750	15.35997	1176

22	Encinos_97	Finca La Firmeza, Sierra Caral, Morales, Izabal.	-88.69265	15.39497	754
23	Encinos_98	Finca Municipal, Los Amates, Izabal.	-89.17022	15.29527	532
24	Encinos_99	Finca Municipal, Los Amates, Izabal.	-89.17391	15.29649	660
25	Encinos_100	Aldea Nueva Jerusalén, Los Amates, Izabal.	-89.10607	15.26210	161
26	Encinos_101	Las Lomas, Aldea El Rico, Los Amates, Izabal.	-89.10814	15.22593	979
28	Encinos_102	Barrio Nuevo, Aldea Galluser, Los Amates, Izabal.	-89.16223	15.19921	266
29	Encinos_103	Astillero Comunitario, Aldea Canaán, Los Amates, Izabal	-88.95338	15.18376	357
30	Encinos_104	Filo Tolté, Aldea Quiriguá, Los Amates, Izabal.	-89.09395	15.28091	200
31	Encinos_105	Reserva de Biosfera el Trifinio, Volcán Montecristo, Esquipulas, Chiquimula.	-89.36974	14.49250	1657
32	Encinos_106	Monte Negro, Concepción Las Minas, Chiquimula,	-89.40073	14.46383	1650
33	Encinos_107	Parque Escuela, Concepción, Las Minas, Chiquimula.	-89.44939	14.54804	905
34	Encinos_108	Laguna-Volcán de Ipala, Ipala, Chiquimula	-89.64473	14.55490	1485
35	Encinos_109	Laguna-Volcán de Ipala, Ipala, Chiquimula	-89.63442	14.55977	1592

Anexo 2 Listado de los sitios de colecta visitados y donde no se encontraron encinos para el departamento de Izabal

ID	Sitio	Longitud	Latitud	Altitud
1	Finca la Ciénega, Livingston, Izabal	-89.21043	15.73854	411
2	Sierra Santa Cruz, Livingston, Izabal	-89.32117	15.91215	134
3	Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil I, La Guardianía, Puerto Barrios, Izabal.	-88.65064	15.69189	247
4	Biotopo Protegido Chocón Machacas, Livingston, Izabal.	-88.84267	15.7883	42
5	Parque Regional municipal Montaña Chiclera, Morales, Izabal.	-88.86469	15.51235	291

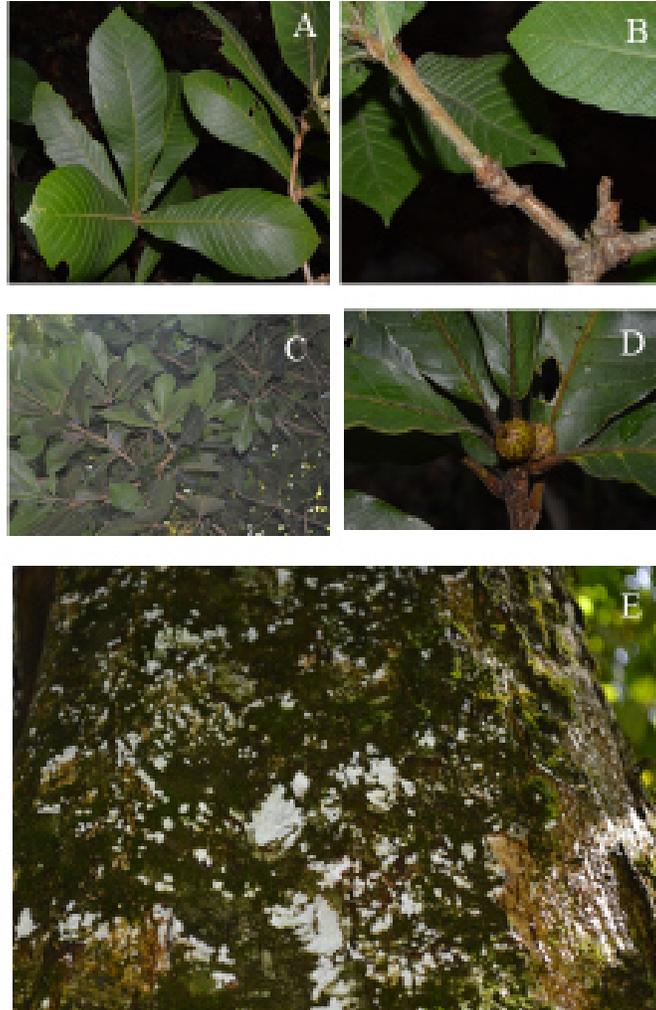
Anexo 3 Láminas de encinos y robles registrados hasta el momento para el país.



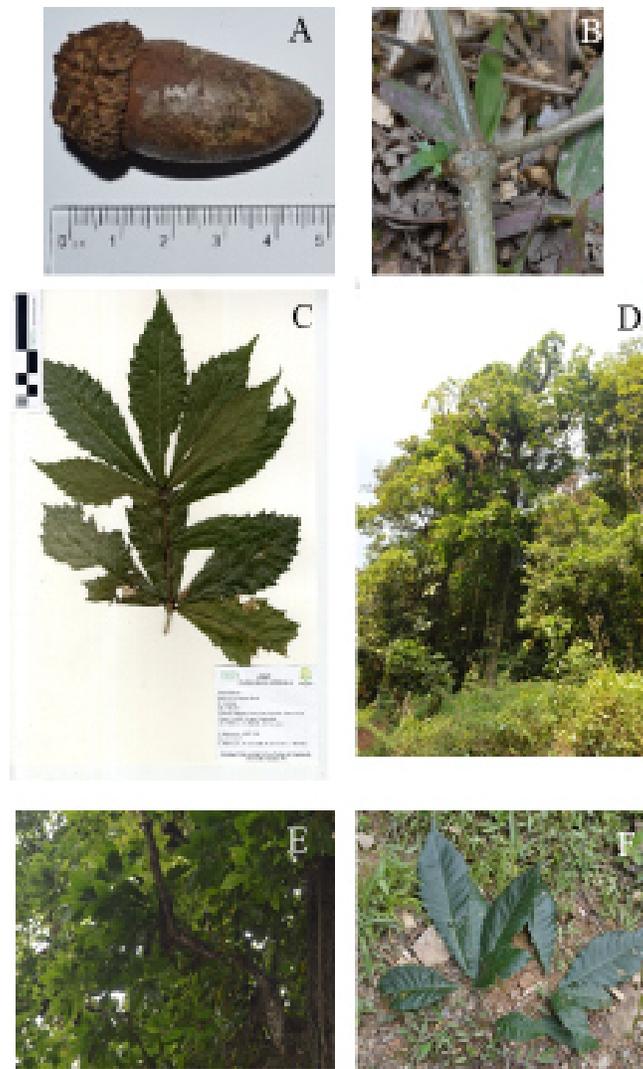
Encinos blancos
Quercus sect. *Quercus*

Q1

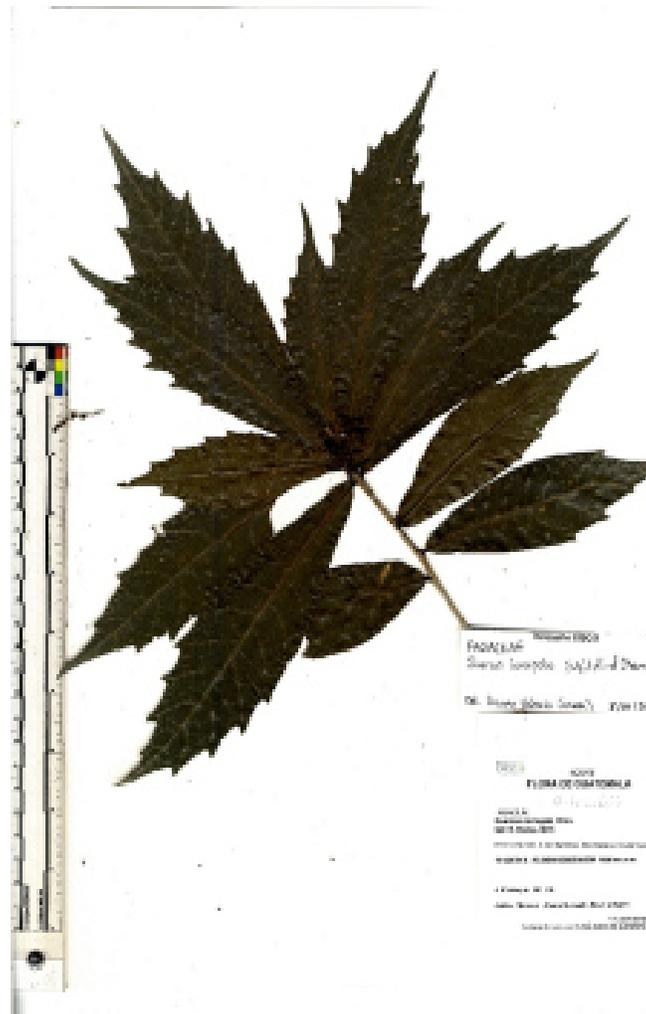
1122, D. Quezada.



Quercus insignis Martens & Galeotti; A. hojas, B. estipulas, C. follaje, D. bellotas, E. corteza



Quercus corrugata A. bellota, B. yemas C. muestra de herbario D. árbol E. Follaje F. Hojas



Quercus lancifolia Schltdl. & Cham (especimen de herbario)



Quercus oleoides Schtdl. & Cham. A. Bellotas, B. hojas, C. Especimen herbario, D. Corteza, E. árbol



Quercus peduncularis Neé, A. corteza, B. Hojas, C. Hojas y frutos, D. hoja envés, E. árbol , F. follaje, G. bellotas



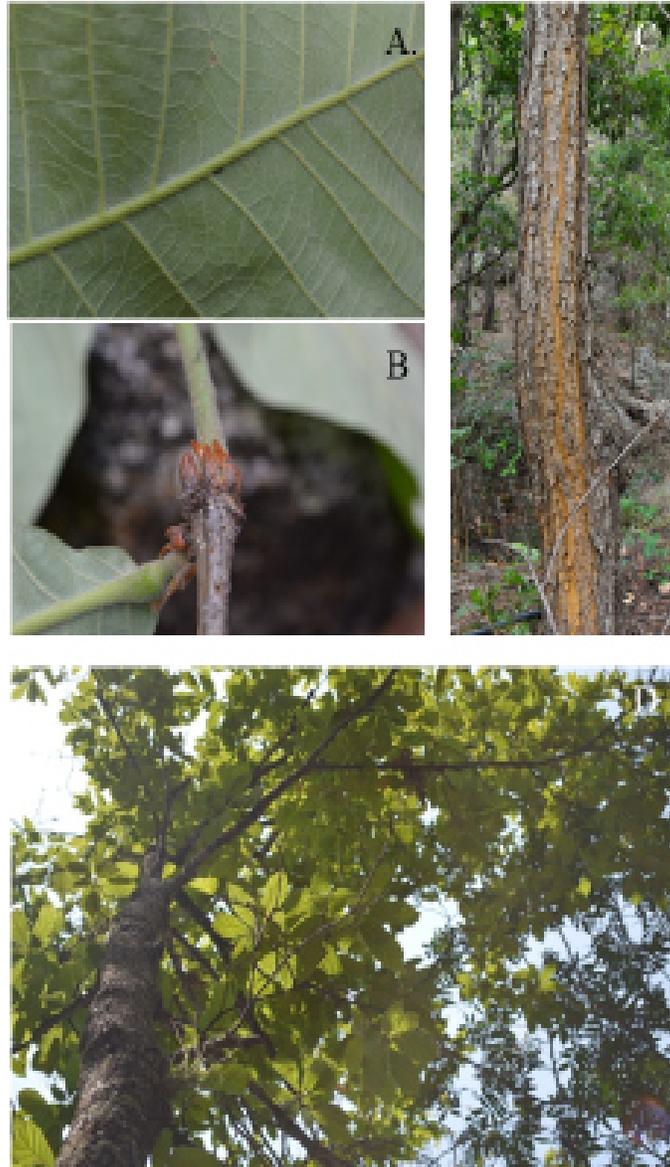
Quercus polymorpha Schtdl. & Cham



Quercus purulhana Trel. A. Hoja haz, B hojas, C. Hoja Envés, D. árbol, E espécimen de herbario.



Quercus rugosa (Masam.) J. C. Liao -
Especimen de herbario



Quercus segoviensis Liebm (encino amarillo). A. envés de hoja B. escamas, C., corteza, D. follaje



Quercus vicentensis Trel. - Espécimens de herbario

Encinos Rojos
Quercus , sect. Lobatae



Quercus acatenanguensis Trel (especimen herbario)



Quercus actifolia Benth. A. Hoja haz, b. Follaje, C. Corteza-tronco. D. hoja envez



Quercus benthamii A. D C.. (especimen herbario)



Quercus borucasana Trel (especimen herbario)

Quercus calophylla Schtdl. &

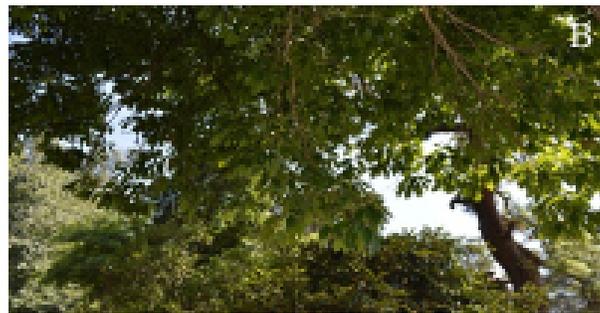


Quercus cortesii Liebm. (especimen herbario)

Cham.



Quercus Crassifolia Bonpl. (especimen herbario)



Quercus crispifolia Trel. A. hojas y bellota, B. follaje ; C. bellota, D. , Corteza; E (especimen de herbario),



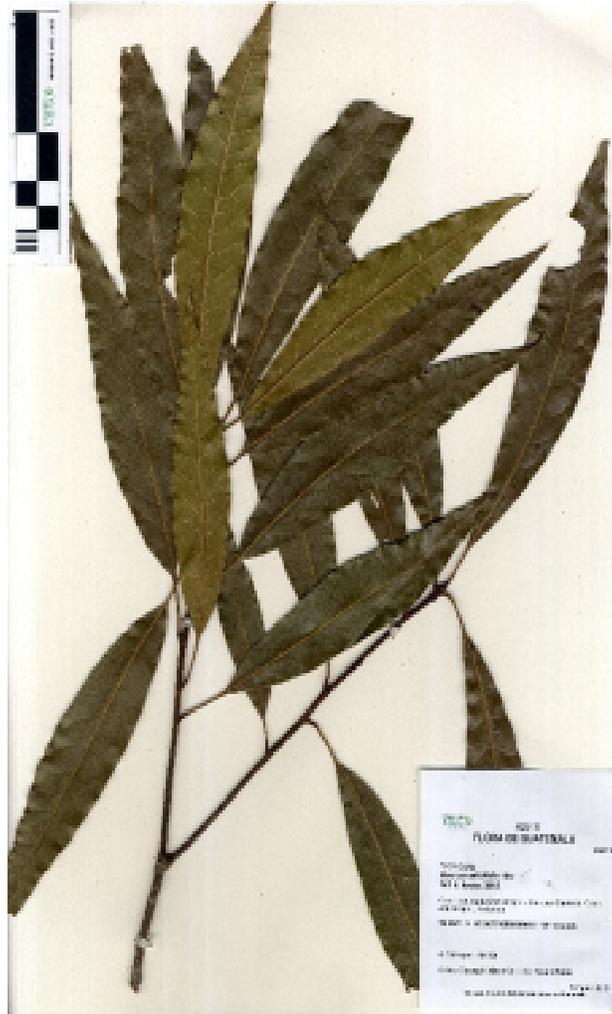
Quercus elliptica Née A. Hojas B. Hojas y bellotas, C. Hoja envés, D. follaje, E. Cortez, F. árbol



Quercus flagellifera Trel. A. Hojas, B. estipulas, C. Corteza, D. follaje, E. hoja envés, F. espécimen de herbario



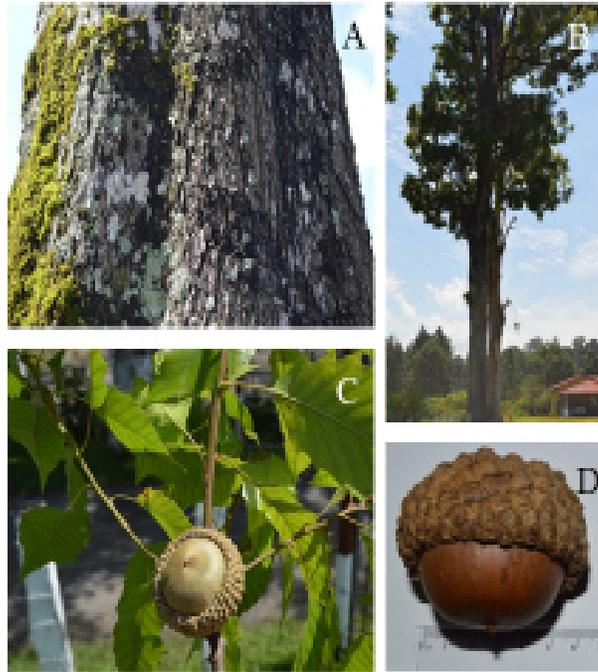
Quercus guillemi-treleasei C. H. Mull. (especimen herbario)



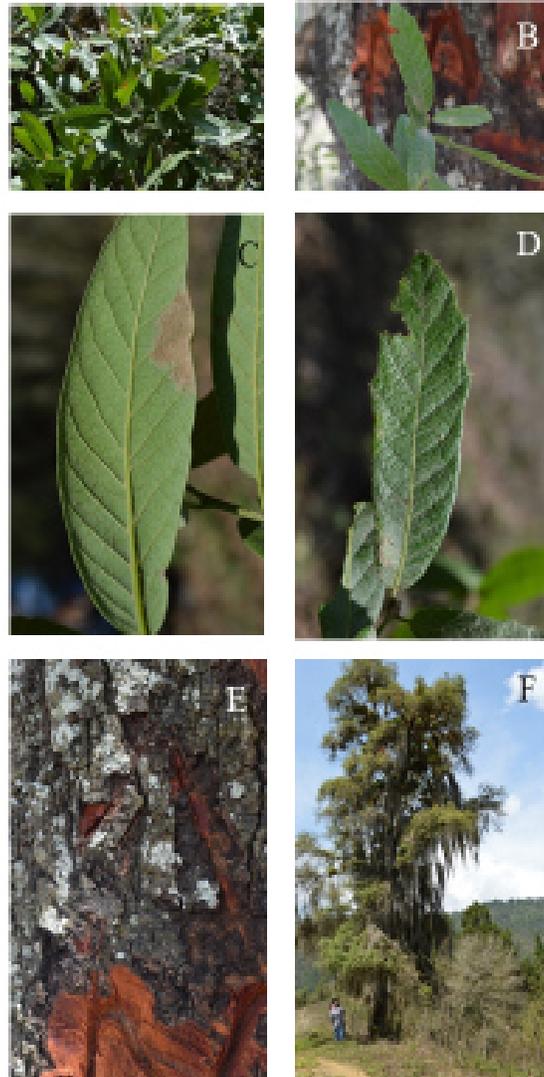
Quercus salicifolia Née (especimen herbario)



Quercus sapotifolia Liebm, A y B.
Bellostas, C. y D. Hojas, E. Corteza, F.
árbol.



Quercus skinneri Benth. A. Corteza, B., árbol, C., hojas y bellota, D., bellota E., follaje



Quercus tristis Liebm. A. follaje, B. hojas, C. Hoja envés, D. Hojas haz, E. corteza, F. árbol



Quercus xalapensis Bonpl. (especimen herbario)

Anexo 4. Registro de las especies arbóreas identificadas en las parcelas de vegetación

No.	Registro	Familia
1	USCG 42976	<i>Sloanea</i> sp.
2	USCG 42977	<i>Sloanea</i> sp.
3	USCG 42978	<i>Sloanea</i> sp.
4	USCG 42979	<i>Sloanea</i> sp.
5	USCG 42980	<i>Sloanea</i> sp.
6	USCG 42981	<i>Gentlea</i> sp.
7	USCG 42982	<i>Monotropa uniflora</i> L.
8	USCG 42983	<i>Roldana</i> sp.
9	USCG 42984	<i>Eugenia</i> sp.
10	USCG 42985	MYRSINACEAE
11	USCG 42986	RHAMNACEAE
12	USCG 42987	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldtl.
13	USCG 42988	ASTERACEAE
14	USCG 42989	FLACOURTIACEAE
15	USCG 42990	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.
16	USCG 42991	<i>Acalypha</i> sp.
17	USCG 42992	<i>Clethra pachecoana</i> Standl. & Steyerm.
18	USCG 42993	<i>Peperomia galioides</i> Kunth
19	USCG 42994	EUPHORBIACEAE
20	USCG 42995	LAURACEAE
21	USCG 42996	MYRTACEAE
22	USCG 42997	ANNONACEAE
23	USCG 42998	MELIACEAE
24	USCG 42999	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
25	USCG 43000	FLACOURTIACEAE
26	USCG 43001	<i>Cavendishia</i> sp.
27	USCG 43002	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
28	USCG 43003	<i>Psychotria elata</i> (Sw.) Hammel
29	USCG 43004	LAURACEAE
30	USCG 43005	EUPHORBIACEAE
31	USCG 43006	<i>Leucaena</i> sp.
32	USCG 43007	<i>Myrcia amazonica</i> DC.
33	USCG 43008	LAURACEAE
34	USCG 43009	<i>Psidium guajava</i> L.
35	USCG 43010	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldtl.
36	USCG 43011	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C.Cordem.
37	USCG 43012	<i>Croton</i> sp.
38	USCG 43013	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
39	USCG 43014	BETULACEAE
40	USCG 43015	RUBIACEAE

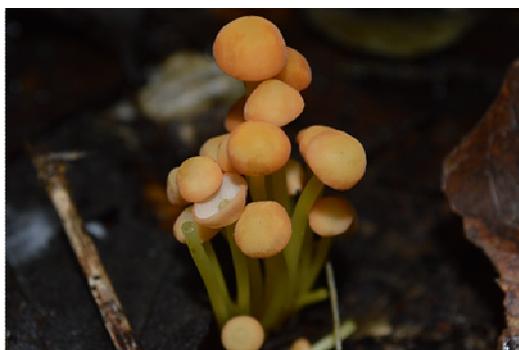
41	USCG 43016	RUBIACEAE
42	USCG 43017	ASTERACEAE
43	USCG 43018	RUBIACEAE
44	USCG 43019	<i>Chusquea</i> sp.
45	USCG 43020	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.St.Hil.) Hoerold
46	USCG 43021	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small
47	USCG 43022	<i>Clusia lusoria</i> Standl. & Steyerm.
48	USCG 43023	<i>Psychotria</i> sp.
49	USCG 43024	<i>Inga semialata</i> (Vell.) C.Mart.
50	USCG 43025	RUTACEAE
51	USCG 43026	MYRSINACEAE
52	USCG 43027	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C.Cordem.
53	USCG 43028	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
54	USCG 43029	MELASTOMATAACEAE
55	USCG 43030	<i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i> (H.J.P. Winkl.) J.F. Macbr.
56	USCG 43031	<i>Trichilia</i> sp.
57	USCG 43032	<i>Cedrela</i> sp.
58	USCG 43033	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
59	USCG 43034	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
60	USCG 43035	RUBIACEAE
61	USCG 43036	LAURACEAE
62	USCG 43037	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.
63	USCG 43038	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.
64	USCG 43039	<i>Plumeria rubra</i> L.
65	USCG 43040	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
66	USCG 43041	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.
67	USCG 43042	ORCHIDACEAE
68	USCG 43043	<i>Siparuna thecaphora</i> (Poepp. & Endl.) A.DC.
69	USCG 43044	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.
70	USCG 43045	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
71	USCG 43046	RUBIACEAE
72	USCG 43047	<i>Sloanea</i> sp.
73	USCG 43048	EUPHORBIACEAE
74	USCG 43049	EUPHORBIACEAE
75	USCG 43050	<i>Psychotria poeppigiana</i> Müll.Arg.
76	USCG 43051	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
77	USCG 43052	<i>Cupania</i> sp.
78	USCG 43053	<i>Ficus aurea</i> Nutt.
79	USCG 43054	<i>Ficus americana</i> Aubl.
80	USCG 43055	LEGUMINOSAE
81	USCG 43056	<i>Tillandsia remota</i> Wittm.
82	USCG 43057	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.
83	USCG 43058	<i>Mandevilla subsagittata</i> (Ruiz & Pav.) Woodson

84	USCG 43059	MALVACEAE
85	USCG 43060	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.
86	USCG 43061	<i>Acosmium panamense</i> (Benth.) Yakovlev
87	USCG 43062	LEGUMINOSAE
88	USCG 43063	MELIACEAE
89	USCG 43064	<i>Guarea</i> sp.
90	USCG 43065	<i>Licaria</i> sp.
91	USCG 43066	GESNERIACEAE
92	USCG 43067	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C.Cordem.
93	USCG 43068	<i>Lygodium heterodoxum</i> Kunze
94	USCG 43069	<i>Heliocarpus</i> sp.

Anexo 5 Láminas hongos micorrízicos registrados en los bosques de encinos



Anexo 6 Láminas hongos saprófitos registrados en los bosques de encinos



Anexo 7 Taller en Aldea el Paraíso, Usumatlán, Zacapa



Anexo 8 Taller en Caserío Plan de Arada, Esquipulas, Chiquimula



Anexo 9: Taller en Colonia Nueva Jerusalén, Los Amates, Izabal.



Anexo 10 Vegetación acompañante, documentada por los comunitarios de Zacapa, Izabal y Chiquimula.

Consulta	Opciones	Proporciones
¿Qué otras especies de árboles crecen asociadas a los encinos?	Pino	0.63
	Nance	0.54
	Guayabillo	0.36
	Liquidambar	0.36
	Achiotillo	0.36
	Duraznillo	0.27
	Yaje	0.27
	Guarumo	0.18
	Escobillo	0.18
	Chichipate	0.18
	Matilisguate	0.18
	Jocote mico	0.18
	Almendro	0.18
	Tubo árbol	0.09
	Vegetal	0.09
	Mano de león	0.09
	Aguacatillo	0.09
	Madre cacao	0.09
	Carboncillo	0.09
	Agripin	0.09
	Cedros	0.09
	Conacaste	0.09
	Bofa	0.09
Zarza (ceibillo)	0.09	
Acacia	0.09	
Amate	0.09	
Sare	0.09	
Cachatoro	0.09	
Guayaba	0.09	
Pimienta	0.09	

Anexo 11. Boleta etnobiológica



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

01. CONOCIMIENTO DE ENCINOS O ROBLES

0101 ¿Conoce los árboles de encino o roble?

SI ____

NO ____

0102 ¿Cómo distingue los encinos de otros árboles?

Hojas

Corteza

Raíz

Fruto

Otros

0103 ¿Qué variedades de encinos o robles conoce?

0104 ¿Cómo se diferencian las diferentes variedades?

0105 ¿Qué variedades botan las hojas?

0106 ¿En qué fecha botan las hojas los encinos?

0106 ¿En qué fecha sacan de nuevo sus hojas?

0107 ¿En qué época del año producen semillas cada variedad de encino?

0108 ¿Cuántos años tarda el encino en crecer y dar semilla?

0109 ¿Qué animales se comen los frutos de los encinos?

0110 ¿Qué variedad es la que usted cree que corre mayor peligro en desaparecer, por qué?

0111 ¿Qué otras especies de árboles crecen asociadas a los encinos?

Anexo 12. Material divulgativo 2018

**ENCINOS
DE
GUATEMALA**
 Volumen I
 Nororiente

Lourdes Rodas Duarte
 Maura L. Quezada
 Susana Valencia A.
 Andrea Marroquín Tinti
 Bianka A. Hernández
 Jorge R. Martínez

Encinos de Guatemala | 28

Organización de la Guía

Habitat

Selva

Bosque de Encino

Bosque Nuboso

Bosque de Pino y Encino

Uso

Leño

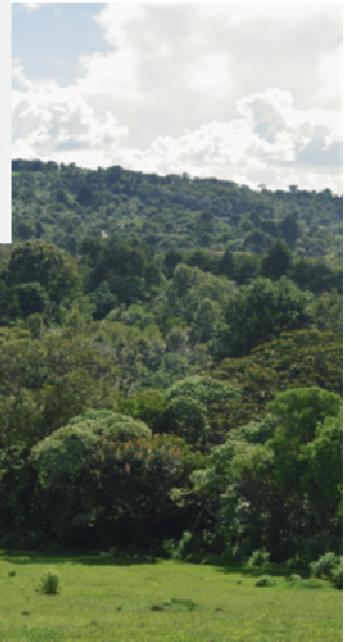
Carbón

Construcción

Ninguno y/o desconocido

Corteza

¿Cómo utilizar esta guía?



ENERO

2018

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3

	D	L	M	J	V	S
FEBRERO 2018	1	2	3			
	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21

Herbario USCG
 Avenida la Reforma 0-11, a.12 | Teléfono: (018) 2331 1916 | Fax: 2333 7888
 herbario.uscg@usac.edu.gt | +502 2333 7882 | Email: herbario.uscg@usac.edu.gt



Anexo 13. Listado de los registros de las especies de encinos colectados.

No.	Registro	Especie
1	USCG 42528	<i>Quercus elliptica</i>
2	USCG 42529	<i>Quercus purulhana</i>
3	USCG 42530	<i>Quercus eduardi</i>
4	USCG 42531	<i>Quercus sapotifolia</i>
5	USCG 42532	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
6	USCG 42533	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
7	USCG 42534	<i>Quercus cortesii</i>
8	USCG 42535	<i>Quercus corrugata</i>
9	USCG 42536	<i>Quercus sapotifolia</i>
10	USCG 42537	<i>Quercus elliptica</i>
11	USCG 42538	<i>Quercus peduncularis</i>
12	USCG 42539	<i>Quercus segoviensis</i>
13	USCG 42540	<i>Quercus insignis</i>
14	USCG 42541	<i>Quercus skinneri</i>
15	USCG 42543	<i>Quercus insignis</i>
16	USCG 42544	<i>Quercus oleoides</i>
17	USCG 42545	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
18	USCG 42546	<i>Quercus cortesii</i>
19	USCG 42547	<i>Quercus cortesii</i>
20	USCG 42548	<i>Quercus purulhana</i>
21	USCG 42549	<i>Quercus sapotifolia</i>
22	USCG 42550	<i>Quercus sp.</i>
23	USCG 42551	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
24	USCG 42552	<i>Quercus peduncularis</i>
25	USCG 42553	<i>Quercus peduncularis</i>
26	USCG 42554	<i>Quercus sp.</i>
27	USCG 42555	<i>Quercus purulhana</i>
28	USCG 42556	<i>Quercus sapotifolia</i>
29	USCG 42557	<i>Quercus sapotifolia</i>
30	USCG 42558	<i>Quercus sapotifolia</i>
31	USCG 42559	<i>Quercus sapotifolia</i>
32	USCG 42560	<i>Quercus elliptica</i>
33	USCG 42561	<i>Quercus elliptica</i>
34	USCG 42562	<i>Quercus peduncularis</i>
35	USCG 42563	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
36	USCG 42564	<i>Quercus lancifolia</i>
37	USCG 42565	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
38	USCG 42566	<i>Quercus corrugata</i>

39	USCG 42567	<i>Quercus sapotifolia</i>
40	USCG 42568	<i>Quercus cortesii</i>
41	USCG 42569	<i>Quercus cortesii</i>
42	USCG 42570	<i>Quercus cortesii</i>
43	USCG 42571	<i>Quercus flagellifera</i>
44	USCG 42572	<i>Quercus sapotifolia</i>
45	USCG 42573	<i>Quercus purulhana</i>
46	USCG 42574	<i>Quercus peduncularis</i>
47	USCG 42575	<i>Quercus peduncularis</i>
48	USCG 42576	<i>Quercus oleoides</i>
49	USCG 42577	<i>Quercus oleoides</i>
50	USCG 42578	<i>Quercus sapotifolia</i>
51	USCG 42579	<i>Quercus insignis</i>
52	USCG 42580	<i>Quercus benthamii</i>
53	USCG 42581	<i>Quercus sp.</i>
54	USCG 42582	<i>Quercus segoviensis</i>
55	USCG 42583	<i>Quercus sapotifolia</i>
56	USCG 42584	<i>Quercus sapotifolia</i>
57	USCG 42585	<i>Quercus skinneri</i>
58	USCG 42586	<i>Quercus flagellifera</i>
59	USCG 42587	<i>Quercus corrugata</i>
60	USCG 42588	<i>Quercus corrugata</i>
61	USCG 42589	<i>Quercus cortesii</i>
62	USCG 42590	<i>Quercus sp.</i>
63	USCG 42591	<i>Quercus sp.</i>
64	USCG 42592	<i>Quercus cortesii</i>
65	USCG 42593	<i>Quercus cortesii</i>
66	USCG 42595	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
67	USCG 42596	<i>Quercus sapotifolia</i>
68	USCG 42597	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
69	USCG 42599	<i>Quercus flagellifera</i>
70	USCG 42600	<i>Quercus insignis</i>
71	USCG 42601	<i>Quercus elliptica</i>
72	USCG 42602	<i>Quercus sapotifolia</i>
73	USCG 42603	<i>Quercus aff. purulhana</i>
74	USCG 42604	<i>Quercus segoviensis</i>
75	USCG 42605	<i>Quercus sapotifolia</i>
76	USCG 42606	<i>Quercus peduncularis</i>
77	USCG 42607	<i>Quercus elliptica</i>
78	USCG 42608	<i>Quercus elliptica</i>
79	USCG 42609	<i>Quercus peduncularis</i>
80	USCG 42610	<i>Quercus sapotifolia</i>
81	USCG 42611	<i>Quercus sapotifolia</i>

82	USCG 42612	<i>Quercus peduncularis</i>
83	USCG 42613	<i>Quercus peduncularis</i>
84	USCG 42614	<i>Quercus purulhana</i>
85	USCG 42615	<i>Quercus flagellifera</i>
86	USCG 42616	<i>Quercus flagellifera</i>
87	USCG 42617	<i>Quercus flagellifera</i>
88	USCG 42618	<i>Quercus insignis</i>
89	USCG 42619	<i>Quercus peduncularis</i>
90	USCG 42620	<i>Quercus skinneri</i>
91	USCG 42621	<i>Quercus peduncularis</i>
92	USCG 42622	<i>Quercus sapotifolia</i>
93	USCG 42623	<i>Quercus skinneri</i>
94	USCG 42624	<i>Quercus segoviensis</i>
95	USCG 42625	<i>Quercus sapotifolia</i>
96	USCG 42626	<i>Quercus borucasana</i>
97	USCG 42627	<i>Quercus borucasana</i>
98	USCG 42628	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
99	USCG 42629	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
100	USCG 42630	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
101	USCG 42631	<i>Quercus sp.</i>
102	USCG 42632	<i>Quercus acutifolia</i>
103	USCG 42633	<i>Quercus purulhana</i>
104	USCG 42634	<i>Quercus peduncularis</i>
105	USCG 42635	<i>Quercus sapotifolia</i>
106	USCG 42636	<i>Quercus elliptica</i>
107	USCG 42637	<i>Quercus purulhana</i>
108	USCG 42638	<i>Quercus acutifolia</i>
109	USCG 42639	<i>Quercus elliptica</i>
110	USCG 42640	<i>Quercus elliptica</i>
111	USCG 42641	<i>Quercus lancifolia</i>
112	USCG 42642	<i>Quercus elliptica</i>
113	USCG 42643	<i>Quercus aff. gulielmi-treleasei</i>
114	USCG 42644	<i>Quercus purulhana</i>
115	USCG 42645	<i>Quercus crassifolia</i>
116	USCG 42646	<i>Quercus sapotifolia</i>
117	USCG 42647	<i>Quercus sapotifolia</i>
118	USCG 42648	<i>Quercus crassifolia</i>
119	USCG 42649	<i>Quercus corrugata</i>
120	USCG 42650	<i>Quercus aff. sapotifolia</i>
121	USCG 42651	<i>Quercus sapotifolia</i>
122	USCG 42652	<i>Quercus segoviensis</i>
123	USCG 42653	<i>Quercus aff. sapotifolia</i>
124	USCG 42654	<i>Quercus peduncularis</i>

125	USCG 42656	<i>Quercus crassifolia</i>
126	USCG 42657	<i>Quercus acutifolia</i>
127	USCG 42658	<i>Quercus peduncularis</i>
128	USCG 42662	<i>Quercus borucasana</i>
129	USCG 42663	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
130	USCG 42670	<i>Quercus sapotifolia</i>
131	USCG 42598	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>
132	USCG 42694	<i>Quercus benthamii</i>
133	USCG 42696	<i>Quercus oleoides</i>
134	USCG 42697	<i>Quercus oleoides</i>
135	USCG 42698	<i>Quercus oleoides</i>
136	USCG 42699	<i>Quercus oleoides</i>
137	USCG 42700	<i>Quercus oleoides</i>
138	USCG 42701	<i>Quercus oleoides</i>
139	USCG 42702	<i>Quercus oleoides</i>
140	USCG 42703	<i>Quercus oleoides</i>
141	USCG 42704	<i>Quercus oleoides</i>
142	USCG 42705	<i>Quercus oleoides</i>
143	USCG 42706	<i>Quercus oleoides</i>
144	USCG 42707	<i>Quercus oleoides</i>
145	USCG 42708	<i>Quercus oleoides</i>
146	USCG 42709	<i>Quercus oleoides</i>
147	USCG 42710	<i>Quercus oleoides</i>

ACTIVIDADES DE GESTIÓN Y VINCULACIÓN

Vinculación a nivel de instituciones nacionales.

Actualmente se cuenta con una estrecha relación con el INAB, especialmente con el departamento de Protección de bosques, esta relación permitió el contacto INAB Izabal, Zacapa y Chiquimula.

Además, contamos con el apoyo de un estudiante de Ejercicio Profesional Supervisado – EPS- de la Facultad de Arquitectura, el cual diseñó el calendario y el diseño de la guía de encinos para Guatemala, de las especies que se distribuyen en los departamentos estudiados durante el 2015-2017 con el proyecto DIGI 7.40, 4.05, 4.01.

Asimismo, el Herbario USCG es ahora parte de la Mesa de Restauración Forestal, y esto permitirá incidir en la planificación para la conservación, manejo y restauración de los bosques en Guatemala.

Vinculación con CONAP, para el apoyo en impartir curso de determinación de encinos de Guatemala dirigidos a técnicos del CONAP.

Vinculación a Nivel Internacional

UNAM

Contamos con la colaboración del **Dr. Antonio González**; experto en filogeografía de Encinos y con la línea de investigación; Genética de la Conservación; quien colaborará para la determinación molecular de las especies colectadas. Asimismo, con la **Dra. Susana Valencia**, especialista del género a nivel mesoamericano, quien confirmó y curó taxonómicamente los ejemplares colectados en Guatemala. **Dr. Andrés Torres-Miranda**, quien trabaja con Macroecología de encinos, y que está muy interesado en el trabajo desarrollado hasta ahora y con quien podríamos trabajar en colaboración para análisis macroecológicos y biogeográficos de las especies de encino en Guatemala.

OACAN

(Oak Conservation American Network)

Esta red de investigación surgió a partir del Workshop realizado en Morelia, en marzo 2016. Y en donde se reunieron más de 50 especialistas en Encinos, por lo cual surgieron elementos importantes, y de allí se fortaleció la vinculación con otros actores mesoamericanos.

Vinculación a nivel de herbarios

Este proyecto ha permitido la vinculación con actores nacionales como lo son los herbarios AGUAT, BIGU, UVAL, así como la vinculación con herbarios internacionales como el de CURLA (Honduras), FCME (México), MEXU (México)

ORDEN DE PAGO

LISTADO DE TODOS LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Contratados por contraparte y colaboradores	
Maura Liseth Quezada Aguilar	
Andrea Marroquín Tintí	

CONTRATADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN

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

Nombre	Firma
Dra Maura Liseth Quezada Aguilar	
Lourdes del Rosario Rodas Duarte	
Bianka Analí Hernández Ruano	

 Dra Maura Liseth Quezada Aguilar

Nombre coordinador del Proyecto de investigación

Firma

 Ing Agr Rufino Salazar

VoBo Nombre del Coordinador del Programa Universitario

Firma

 Ing Agr Rufino Salazar

Vo Bo Nombre del Coordinador General de Programas

Firma