

Contribución al conocimiento de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, Guatemala

Maura L. Quezada, Rosario Rodas-Duarte, Andrea A. Marroquín-Tintí

Centro de Estudios Conservacionistas (Cecon), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,
Universidad de San Carlos de Guatemala

*Autor al que se dirige la correspondencia: herbariouscg@usac.edu.gt

Recibido: 02 de enero 2016 / Revisión: 29 de marzo 2016 / 2da. Revisión: 19 de septiembre 2016 / Aceptado: 30 de octubre 2016
Disponible en línea: 13 de marzo 2017

Resumen

Las especies del género *Quercus* son de importancia ecológica y económica dentro de los bosques donde se desarrollan. Pueden encontrarse desde zonas cálidas y secas hasta selvas lluviosas. Estos bosques, también son reconocidos por presentar alto grado de endemismo y gran número de interacciones ecológicas. Sin embargo, en Guatemala las especies de encino han sido poco estudiadas y están fuertemente amenazadas; a pesar de poseer un alto potencial para aprovechamiento, manejo y uso en la restauración de ecosistemas. Este estudio se orientó hacia la actualización de la riqueza y distribución geográfica de las especies de encino para Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, a partir de la revisión de registros en herbarios nacionales, bases de datos en línea de herbarios extranjeros y colectas de campo. Se registraron 19 especies de encinos en Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, nueve especies más de las reportadas previamente, actualizándose los rangos de distribución departamental de 18 especies a excepción de *Quercus sapotifolia* Liebm. De las especies registradas, 16 se encuentran con algún grado de amenaza, según el Listado de Especies Amenazadas y listas rojas de UICN. También se identificaron vacíos de información acerca de la distribución de estas especies dentro de remanentes boscosos importantes en los departamentos evaluados. Se espera que a partir de este estudio se incrementen los esfuerzos por comprender la riqueza y distribución de las especies de encino para Guatemala.

Palabras claves: Robles, bosques, registros de herbario, conservación, diversidad biológica.

Abstract

Quercus species represent one of the genera with ecological and economic importance within the forests where they develop, since these can be found from warm and dry zones to rain forests. Oak forests also exhibit high endemism levels and a large number of ecological interactions. However, oak species in Guatemala have been briefly studied, although they represent a genus highly threatened and with a high potential for use, handling and ecosystem restoration. This study was oriented towards the actualization of richness and geographical distribution of the oak species in Alta Verapaz, Baja Verapaz and Peten from reviewing records in National Herbariums, online databases of foreign Herbariums and field collection. A total of 19 oak species in Alta Verapaz, Baja Verapaz and Peten were recorded, nine more species of those previously reported, updating the departmental distribution ranges of 18 species except *Quercus sapotifolia* Liebm. Of the species recorded, 16 were listed with some degree of threat according to the national List of Threatened Species and the IUCN Red List of Threatened Species. Our results evidenced that the oak species were located in important forest remnants in all of the departments evaluated. It is expected from this study to increase the efforts to understand the oak species richness and species distributions patterns for Guatemala.

Keywords: Oaks, forest, herbarium records, biodiversity, conservation.



Introducción

Los encinos o robles (*Quercus*: Fagaceae) son componentes estructurales de alta importancia en los bosques guatemaltecos. Se encuentran asociados a una alta variedad de ecosistemas, desarrollándose en bosques templados, tropicales y subtropicales, en matorrales y pastizales, y algunas especies pueden vivir a nivel del mar como *Quercus oleoides* Schltdl. & Cham. (Pérez-Ramos, Villar, & Marañón, 2014; Rzedowski, 1978; Valencia-A, 2004; Zavala-Chávez, 1998).

Los bosques de encinos suministran una variedad de servicios ecosistémicos: de abastecimiento (madera, leña, carbón, alimento para fauna silvestre, productos no maderables), de regulación (secuestro de carbono, mitigación al cambio climático, formación y protección del suelo, mejora de calidad de aire y agua) y culturales (recreativos, paisajísticos, de identidad cultural) (Marañón, Padilla, Pérez, & Villar, 2014; Moreno, 2006; Sosa-Ramírez, Moreno-Rico, Sánchez-Martínez, Siqueiros-Delgado, & Díaz-Núñez, 2011). Sin embargo, los bosques de encino están considerados como ecosistemas altamente amenazados por la sobreutilización para leña, la pérdida de hábitat, avance en la frontera agrícola, cambio de uso de suelo por la creciente urbanización, entre otros (Alianza para la conservación de bosques Pino-Encino, 2010; Gutiérrez, & Bárcenas, 2008; Zavala-Chávez, 1998).

Muller (1942) reportó 24 especies de encinos y dos subespecies para Guatemala; Standley y Steyermark (1952) registraron 26 especies y dos subespecies para el país; ambos estudios siguieron el tratamiento taxonómico propuesto por Nixon (2006): sección *Lobatae* (encinos rojos) y sección *Quercus s.s* (encinos blancos). Sin embargo, las especies de encino son poco conocidas, posiblemente por su taxonomía complicada y el desconocimiento de aspectos particulares de su distribución (Torres-Miranda, 2014; Zavala-Chávez, 1998). Para Guatemala, los encinos constituyen la fuente primaria de energía para la población (Melgar, 2003), por lo cual Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap) en el 2009 considera a 22 de las 26 especies dentro de la lista de especies amenazadas.

Considerando lo anterior, el objetivo de este estudio se definió como actualizar el estado de la riqueza de especies y distribución geográfica de encinos para los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, con el fin que la información generada puede utilizarse en el desarrollo de herramientas para el manejo y la conservación de las especies, así como identificar los

vacíos de información y líneas de investigación futuras que permitan la comprensión de los patrones de diversidad de las especies de encino en Guatemala.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, considerados dentro de los más diversos de Guatemala, ya que poseen cinco de las 11 regiones fisiográficas, cinco de los siete biomas y siete de las 14 zonas de vida (Castañeda, 2008). También se eligieron estos departamentos debido a que el género *Quercus* se encuentra poco representado en las colecciones de los herbarios del país. Asimismo, se desconoce la distribución actual de las especies de encinos en los diferentes ecosistemas presentes en el norte del país.

Recolección de datos

Los datos de los registros de las especies fueron recabados de varias fuentes que se detallan a continuación:

Revisión de literatura. Se revisaron publicaciones del género *Quercus* como floras, lista de especies, artículos, documentos técnicos y tesis de grado. Estos escritos proporcionaron datos de número de especies por departamento, sinonimias, datos de distribución, localidades, estado de conservación y uso tradicional de las especies (Balick, Nee, & Atha, 2000; Conap, 2009; García, 1998; Muller, 1942; Rodríguez-Correa, Oyama, MacGregor-Fors, & González-Rodríguez, 2015; Standley & Steyermark, 1952; Stevens, Ulloa, Pool, & Montiel, 2001; Torres-Miranda, 2014; Valencia, 2004; Valencia-A., Flores-Franco, & Jiménez-Ramírez, 2015; Vivero, Szejner, Gordon, & Magin, 2006).

Revisión de material de herbarios nacionales. Se revisaron las colecciones de referencia del género *Quercus* disponibles en los herbarios nacionales: Herbario de Biología de Guatemala (Bigu), Herbario de Agronomía de Guatemala (Aguat), Herbario de la Universidad del Valle (Uval) y Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG). Con los datos recabados en las colecciones de herbario se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo de los registros del

género *Quercus* para los departamentos de este estudio. Los especímenes que presentaban datos de localidad incompletos y sin coordenadas geográficas fueron georeferenciados.

Revisión de bases de datos de herbarios extranjeros. Se revisaron las bases de datos de herbarios extranjeros que están disponibles en línea. Las bases consultadas fueron: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Tropicos® del Herbario del Missouri Botanical Garden (MO), Muestras Neotropicales de Herbario del Field Museum of Natural History (F), Herbario del Royal Botanical Garden de Kew (K), Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Zentraleinrichtung der Freien Universität Berlin, Alemania (B), y Natural History Museum of United Kingdom (NHMUK). De las bases consultadas se extrajeron los siguientes datos por registro: especie, localidad de la colecta, coordenadas, altitud, fecha de colecta y colectores.

Colecta de datos de campo. En cada departamento se seleccionaron al menos 13 localidades para la colecta, las cuales se eligieron tomando en cuenta la existencia de remanentes boscosos, la accesibilidad al lugar y la autorización de los propietarios. Asimismo se dio preferencia a las áreas protegidas privadas y estatales para el estudio.

Procesamiento de los datos

Las muestras colectadas fueron identificadas utilizando la *Flora of Guatemala* (Standley & Steyermark, 1952) y depositadas en el Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas, asignándoles un número de registro.

La información obtenida de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén en los herbarios nacionales e internacionales, así como la de las colectas de campo, fue revisada y depurada por medio de la verificación de sinonimias y nombres actuales utilizando el sitio web *The Plant List* (2013) y publicaciones recientes (Balick et al., 2000; Rodríguez-Correa, 2015; Torres-Miranda, 2014; Valencia-A, 2004; Valencia-A, Flores-Franco, & Jiménez-Ramírez, 2015); obteniendo el listado actualizado de especies para estos departamentos. Esta información se integró con los datos obtenidos de la colecta y se elaboró una base de datos para los registros totales para estos departamentos, la cual incluye información de la especie, localidad de

la colecta, coordenadas geográficas, altitud, fecha de colecta y colectores. La distribución geográfica de las especies se comparó con la información proporcionada por Muller (1942) y Standley y Steyermark (1952); obteniéndose así la ampliación de distribución departamental por especie. Posteriormente se elaboraron mapas de distribución utilizando la base de datos generada por medio de la recolección de datos.

Resultados

Se obtuvieron 225 registros de especies de encino para Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, los cuales corresponden a 19 especies (Figura 1), 11 de la sección *Lobatae* (encinos rojos) y nueve a la sección *Quercus* (Tabla 1). Se registra la ampliación de distribución geográfica de nueve especies de las 10 reportadas por Standley y Steyermark (1952) para estos departamentos (Tabla 1). De los registros, el 46% (103) corresponde a registros anteriores a 2015; 75 registros se encuentran en herbarios nacionales y 28 en base de datos de herbarios extranjeros disponibles en línea, mientras que el 54% (122) de los registros corresponde a las colectas realizadas durante 2015 (Figura 2). El mayor número de registros se localizó en el departamento de Baja Verapaz (106), seguido de Alta Verapaz (91) y en menor cantidad, el Petén (28) (Tabla 2).

Para Alta Verapaz se registraron 17 especies (Tabla 1; Figura 1), siendo el departamento con mayor riqueza en este estudio. De las especies registradas, 13 reportan ampliación de distribución geográfica según lo reportado por Standley y Steyermark (1952), siendo estas: *Quercus acutifolia* Née; *Q. benthamii* A. DC., *Q. candicans* Née, *Q. crassifolia* Bonpl., *Q. crispipilis* Trel., *Q. ocoteifolia* Liebm., *Q. seemannii* Liebm., *Quercus insignis* M. Martens & Galeotti, *Q. copeyensis* C.H.Mull., *Q. peduncularis* Née, *Q. polymorpha* Schltdl. & Cham., *Q. purulhana* Trel. y *Q. segoviensis* Liebm. De los registros reportados para este departamento, el 67% corresponden a las colectas realizadas durante 2015. Para Baja Verapaz se registran 14 especies (Tabla 1; Figura 1); de las cuales ocho reportan ampliación de distribución geográfica según lo reportado por Standley y Steyermark (1952), siendo estas: *Q. benthamii*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crispifolia*; *Q. crispipilis*, *Q. seemannii*, *Q. lancifolia* y *Q. oleoides*. Baja Verapaz, a su vez es el departamento que presenta el mayor porcentaje de registros (47%) distribuidos principalmente en el norte del departamento (Figura 1). Sin embargo, no se encontró registro para

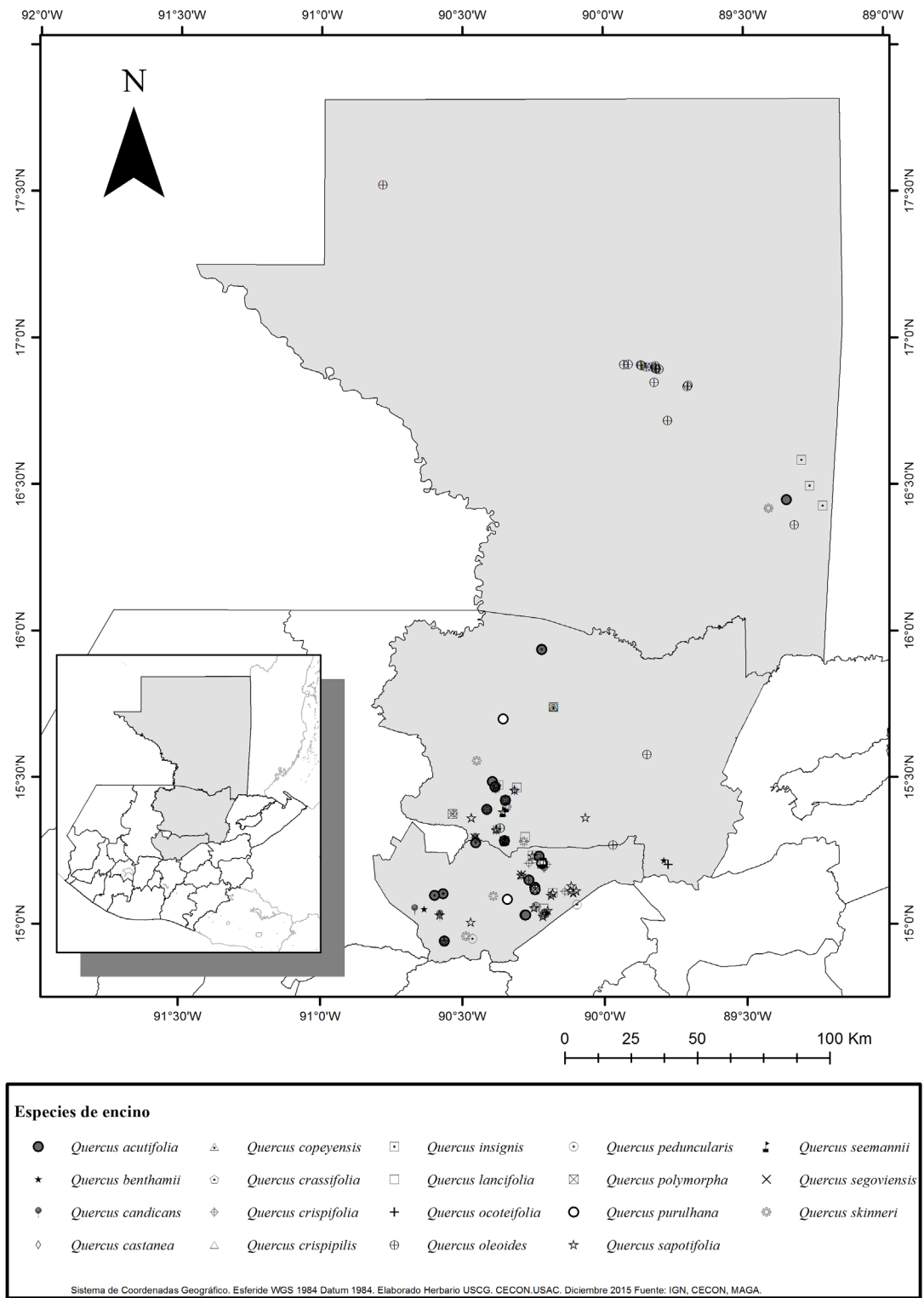


Figura 1. Mapa de los registros de las especies de encino recabados durante el estudio.

Tabla 1
 Diversidad de encinos reportada hasta el momento en las bases de datos nacionales e internacionales para *Quercus* en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén

No.	Sección	Especie	Flora de Guatemala (1952)	Bases de Herbarios Internacionales						Herbarios nacionales			
				F	MO	B	NHMUK	USCG	Bigu	Aguat	Uval	Colecta 2015	
1		<i>Quercus acutifolia</i> Née	BV	AV	AV	AV	BV						AV, BV
2		<i>Quercus benthamii</i> A. DC.				AV			AV				AV
3		<i>Quercus candicans</i> Née					BV		BV				AV
4		<i>Quercus castanea</i> Née					BV						
5		<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.				AV							
6		<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	AV						AV				AV, BV, PET
7		<i>Quercus crispipilis</i> Trel.		AV			BV						
8		<i>Quercus ocoteifolia</i> Liebm.	BV						AV				AV
9		<i>Quercus seemanii</i> Liebm.					BV		BV				
10		<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	AV, BV				AV, BV		AV	BV			AV, BV
11		<i>Quercus skinneri</i> Benth.	AV, BV	AV			AV, BV		BV				PET, AV
12		<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti	PET				PET						AV, PET
13		<i>Quercus lancifolia</i> Schltdl. & Cham.	AV	AV					BV				AV, BV, PET
14		<i>Quercus oleoides</i> Schltdl. & Cham	AV, PET				BV, PET		AV			PET	AV, PET
15		<i>Quercus copeyensis</i> C.H.Mull.		AV									
16		<i>Quercus peduncularis</i> Née	BV	AV			BV		BV				AV, BV
17		<i>Quercus polymorpha</i> Schltdl. & Cham.					AV						
18		<i>Quercus purulhana</i> Trel.	BV										
19		<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.					BV		BV				AV, BV

Nota. F: Field Museum of Natural History, Chicago; MO: Missouri Botanical Garden; NHMUK: The Natural History Museum, Reino Unido; B: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Zentraleinrichtung der Freien Universität Berlin, Alemania; Bases nacionales: USCG: Herbario Universidad de San Carlos de Guatemala, Cecon, Usac; Bigu: Herbario Biología Guatemala, Esc. Biología, Usac; Aguat: Herbario Ernesto Carrillo, Agronomía, Usac; Uval: Herbario Universidad del Valle, Guatemala. Departamentos: AV: Alta Verapaz; BV: Baja Verapaz; PET: Petén

Tabla 2
Número de registros de especies de encino por departamento

No.	Sección	Nombre Aceptado	Alta Verapaz	Baja Verapaz	Petén
1		<i>Quercus acutifolia</i>	10	11	1
2		<i>Quercus benthamii</i>	4	7	-
3		<i>Quercus candicans</i>	1	5	-
4		<i>Quercus castanea</i>	-	1	-
5	<i>Lobatae</i>	<i>Quercus crassifolia</i>	1	-	-
6		<i>Quercus crispifolia</i>	16	9	1
7		<i>Quercus crispipilis</i>	1	1	-
8		<i>Quercus ocoteifolia</i>	1	-	-
9		<i>Quercus seemannii</i>	3	3	-
10		<i>Quercus sapotifolia</i>	13	30	-
11		<i>Quercus skinneri</i>	12	7	1
12		<i>Quercus insignis</i>	2	-	3
13		<i>Quercus lancifolia</i>	10	6	-
14	<i>Quercus s.s.</i>	<i>Quercus oleoides</i>	6	2	22
15		<i>Quercus copeyensis</i>	1	-	-
16		<i>Quercus peduncularis</i>	5	17	-
17		<i>Quercus polymorpha</i>	1	-	-
18		<i>Quercus purulhana</i>	2	4	-
19		<i>Quercus segoviensis</i>	2	3	-

ambos departamentos para *Q. insignis*. Por último, para el departamento de Petén se registran cinco especies de encino (Tabla 1; Figura 1), registrándose la ampliación de distribución departamental de *Q. acutifolia*, *Q. crispifolia* y *Q. skinneri*. De las especies citadas para Petén, *Q. oleoides* es la que presenta mayor número de registros con el 79% para este departamento. Petén es el que menos registros de referencia presentó (28), y en donde el 57% corresponde a las colectas realizadas en este estudio.

De los registros reportados, el 63% corresponde a cinco especies: *Q. sapotifolia* (43), *Q. crispifolia* (26), *Q. oleoides* (30), *Q. peduncularis* (22) y *Q. acutifolia* (22), tres de ellas registradas para los tres departamentos. En contraste, seis especies solamente presentan de uno a dos registros: *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. crispipilis*, *Q. ocoteifolia*, *Q. copeyensis*, *Q. polymorpha* (Tabla 2).

Discusión

Las especies de encino constituyen un componente estructural de los bosques en Guatemala y la principal fuente energética del país (Melgar, 2003). A pesar de ello, no existe suficiente información acerca de su riqueza y distribución. Esto se evidencia por la escasa exploración botánica del género en los departamentos estudiados, dado el bajo número de registros y por las ampliaciones de distribución reportadas (Tabla 1, Figura 1). Tal es el caso de los departamentos de Alta y Baja Verapaz, los cuales comparten 13 especies, 11 más de las citadas por Standley y Steyermark (1952). En el caso del departamento de Petén, se reportaron cinco especies, tres más de las registradas por Standley y Steyermark (1952). Sin embargo, para Belice se registran cuatro especies más, *Q. lancifolia*, *Q. elliptica*, *Q. purulhana* y *Q. sapotifolia* (Balick et al., 2000). Estas especies se encuentran reportadas para los departamen-

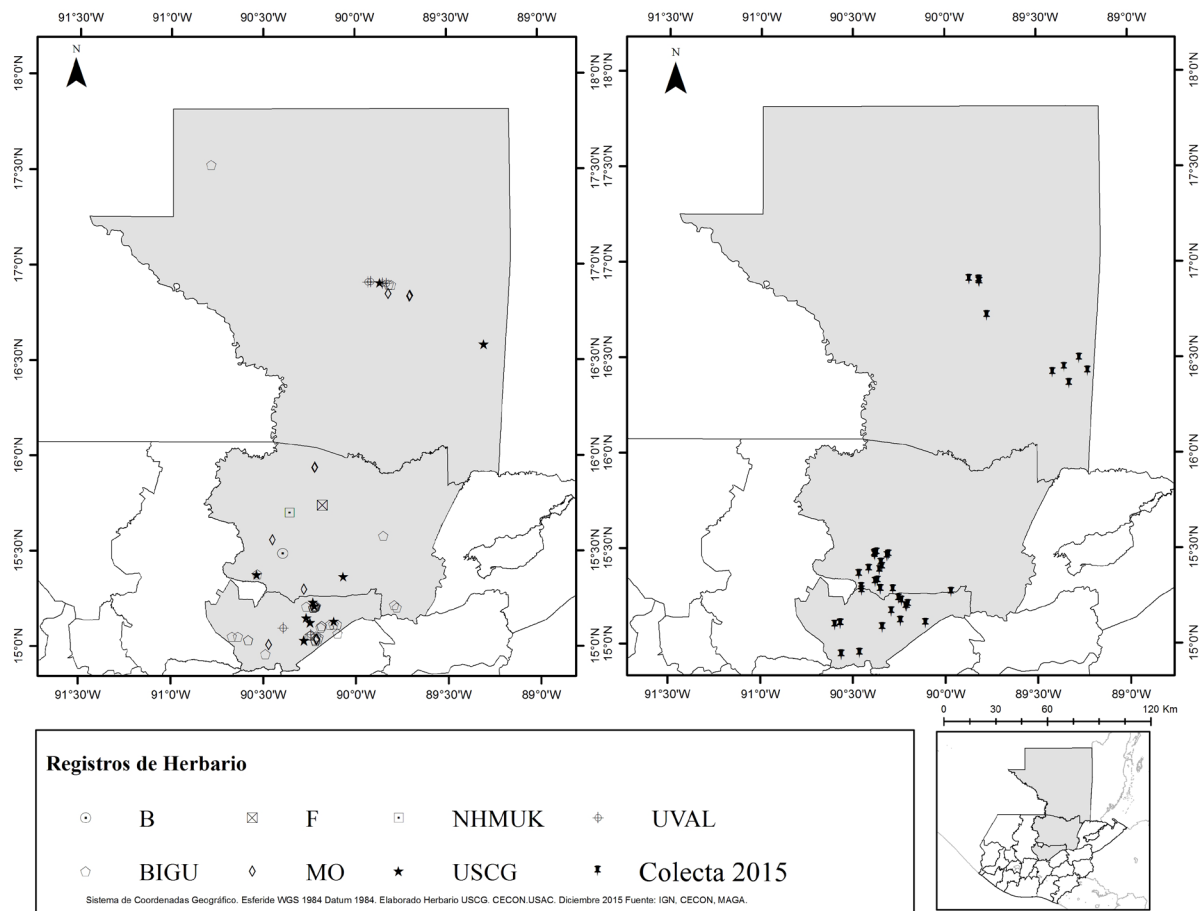


Figura 2. Mapa de los registros de encinos de los diferentes herbarios, A. Registros reportados antes del 2015 y B. Registros colectados durante el 2015.

tos de Alta y Baja Verapaz, por tanto, es posible localizarla en este departamento (Tabla 1, Figura 1). Cabe resaltar, que Nixon (2006) estima para el sureste de México alrededor de 40 especies de *Quercus*; algunos autores han estimado hasta 75 especies para esa región. Dado que Guatemala es considerado como un país con una diversidad semejante al sur de México (Convention on Biological Diversity [CBD], 2010), es posible que el número de especies de encinos para el país sea mayor al reportado por Standley y Steyermark (1952). Esto considerando los remanentes boscosos en donde aún no se registra el género, principalmente al norte de Alta Verapaz y el suroeste de Petén (Figura 3). Por otra parte, Rodríguez-Correa, (2015) reconoce al sistema montañoso de Guatemala como uno de los nueve centros de endemismo del neotrópico soportado por las

especies *Q. segoviensis*, *Q. skinneri* y *Q. purulhana* y considera la depresión Motagua-Polochic como una de las principales barreras de la distribución de encinos. En tal sentido, enriquecer el conocimiento de los patrones actuales de distribución de las especies de encino en Guatemala, permitirá aportar información acerca de las adaptaciones al clima y los requerimientos ecológicos para su desarrollo. Cabe resaltar que 11 de las especies reportadas corresponden a la sección *Lobatae* (encinos rojos), las cuales se caracterizan por su abundancia y restricción a zonas húmedas. Mientras que las especies de la sección *Quercus s.s.* (encinos blancos) pueden tolerar condiciones más secas y áridas, además de estar ampliamente distribuidas (González-Rivera, 1993; Nixon, 1993; Rodríguez-Correa et al., 2015; Torres-Miranda, 2014, Torres-Miranda, Luna-Vega, & Oyama,

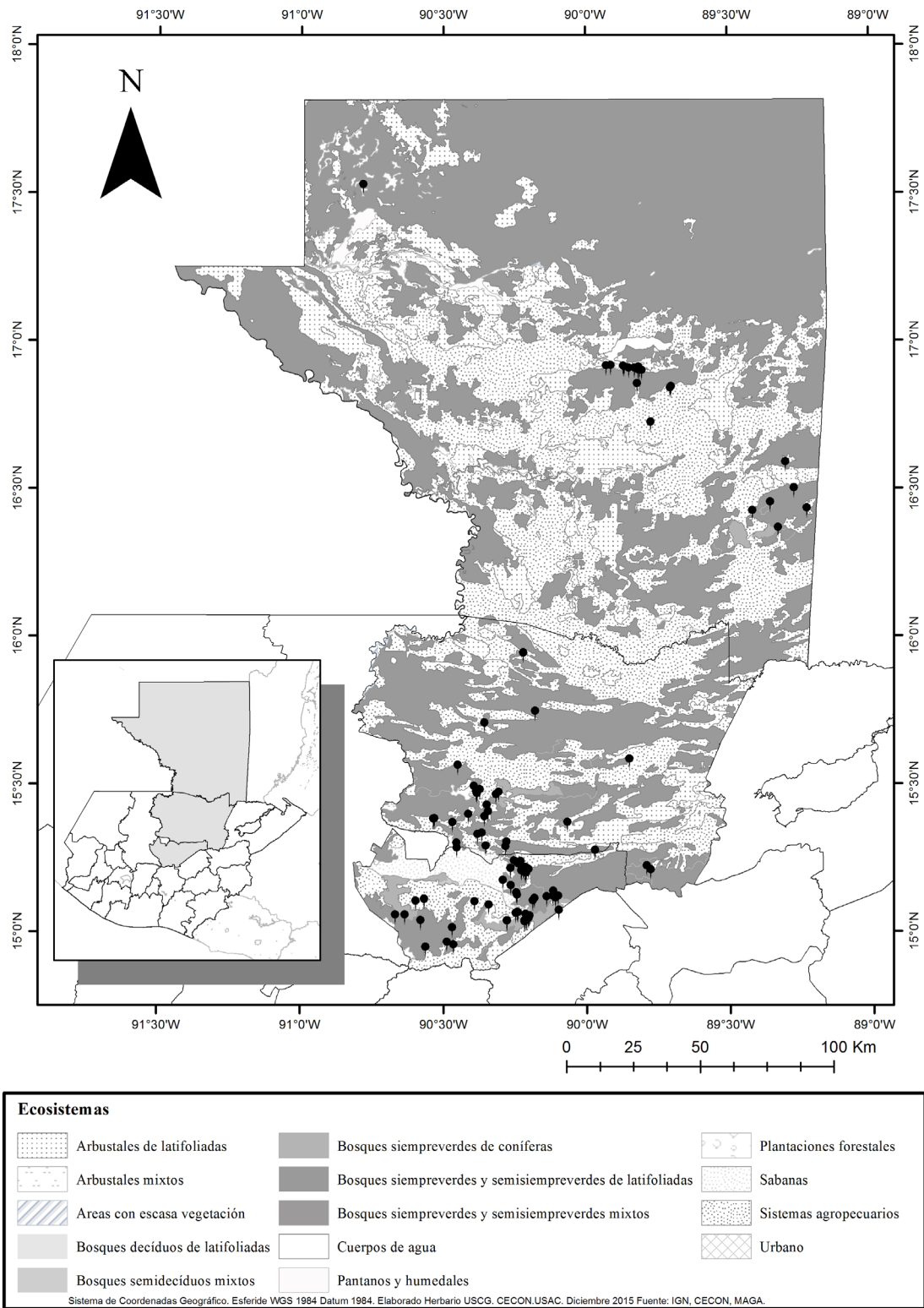


Figura 3. Distribución de las especies de encino por ecosistemas en Guatemala.

Tabla 3

Estado de conservación de las especies reportadas.

No.	Sección	Nombre Aceptado	ÍNDICE DE Conap	The Red List of Trees of Guatemala	The Red List of Mexican Cloud Forest Trees
1		<i>Quercus acutifolia</i>	3	-	-
2		<i>Quercus benthamii</i>	2	VU	EN
3		<i>Quercus candicans</i>	3	-	VU
4		<i>Quercus castanea</i>	3	-	-
5	Lobatae	<i>Quercus crassifolia</i>	3	-	-
6		<i>Quercus crispifolia</i>	2	NT	-
7		<i>Quercus crispipilis</i>	3	NT	VU
8		<i>Quercus ocoteifolia</i>	3	-	-
9		<i>Quercus seemannii</i>	-	-	-
10		<i>Quercus sapotifolia</i>	3	-	VU
11		<i>Quercus skinneri</i>	3	NT	CR
12		<i>Quercus insignis</i>	3	NT	CR
13		<i>Quercus lancifolia</i>	-	NT	EN
14	Quercus s.s.	<i>Quercus oleoides</i>	2	VU	-
15		<i>Quercus copeyensis</i>	2	-	-
16		<i>Quercus peduncularis</i>	3	-	-
17		<i>Quercus polymorpha</i>	3	VU	EN
18		<i>Quercus purulhana</i>	-	-	-
19		<i>Quercus segoviensis</i>	3	DD	VU

2011; Valencia-A, 2004; Zavala-Chávez, 1998). Por tanto, entender los patrones de distribución nos permitirá plantear hipótesis sobre los posibles efectos del cambio climático en ambos grupos de especies. Además, dada la evolución reciente del género, en donde la dispersión y diversificación en Mesoamérica ocurrió durante el Mioceno (Axelrod, 1983; Hooghiemstra, 2006; Manos & Standford 2001), las especies de este género pueden ser consideradas como indicadores de cambio climático, debido a su susceptibilidad a los cambios de clima y su historia evolutiva (Good, 1974; Herrera & Chaverri, 2006; Hooghiemstra, 2006; Sauer, 1988).

Además, la actualización del conocimiento de las especies de *Quercus*, aportará elementos necesarios para la evaluación del estado de conservación del género. En el caso de la *Lista de Especies Amenazadas* (LEA) (Conap, 2009), 16 especies reportadas en el presente

estudio se encuentran bajo algún grado de amenaza. El 75% de las especies están incluidas en la Categoría III (no se encuentran en peligro de extinción, pero podrían llegar a estarlo, si no se regula su aprovechamiento), y el 25% restantes en la Categoría II (especies con distribución restringida a un solo tipo de hábitat y el uso comercial debiera ser regulado a través de planes de manejo, para garantizar la sobrevivencia de la especie). *The Red List of Trees of Guatemala* (Vivero et al., 2006) presenta nueve especies con algún grado de un grado de amenaza. De la misma manera, *The Red List of Mexican Cloud Forest Trees* (González-Espinosa, Meave, Lorea-Hernández, Ibarra-Manríquez, & Newton, 2011) incluye siete especies mencionadas en la lista nacional y otras dos especies no consideradas en la misma, que se distribuyen a través de estos departamentos (Tabla 3). A pesar que el 84% de las especies se encuentran bajo alguna amenaza

para su conservación, los pocos registros evidencian la falta de información de las estas especies para los departamentos estudiados y limita las acciones para la conservación y manejo de las especies de encino para esta región del país.

Se reconoce la importancia del género por su alto valor energético (Instituto Nacional de Bosques [Inab] & Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente [Iarna], 2012, 2014; Melgar, 2003), no obstante, actualmente no existe un listado de especies prioritarias y ni propuestas de manejo según los grados de amenaza que las especies presentan. Por otro lado, se debe resaltar que han existido esfuerzos importantes como la estrategia promovida por la Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica (Martínez, Solano, & Corral, 2010) la cual presenta una serie de documentos orientados al manejo forestal de estos bosques. Sin embargo, estas iniciativas excluyen aquellas especies de encino que se desarrollan en otros ecosistemas más húmedos como las selvas y bosques nubosos.

Por último, se espera que el presente estudio sirva de soporte para incluir a estas especies como prioritarias para los incentivos propuestos dentro del Decreto Número 2-2015, “Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (Probosque)” Así como la revisión del estado de uso, manejo y conservación de las especies más utilizadas como fuente energética en el país.

Agradecimientos

Esta investigación recibió cofinanciamiento de la Dirección General de Investigación de la Usac a través del Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas (4.8.63.7.40-2015). Asimismo se agradece al personal de los Herbarios Aguat de la Facultad de Agronomía, Bigu de la Escuela de Biología, Uval de la Universidad del Valle por facilitar el acceso y revisión de los especímenes de encinos presentes en la colección de referencia; se agradece a Fredy Archila, Mayra Oliva (Cecon) y Juan José Romero (Petén, Cecon) por su apoyo para realizar las visitas a los departamentos. Al personal de Inab de Alta Verapaz, al personal de Fundemab en Baja Verapaz, a las Reservas del Corredor del Bosque Nuboso, Café La Aurora, Santa Cruz Verapaz, Café La Granja, Tactic A.V.; Conap- Poptún. Y a las siguientes personas que sin su apoyo y acompañamiento no hubiera sido posible las colectas Pedro Alí, Pablo

Caal, René Reyes, Cristobal Ruíz, Genaro Xol, Miguel A. Pítan, Juan F. López, Oswaldo Pérez, Gerber Duarte, Roberto Maas, Arturo Rosas, Geovany Guzmán, José G. Castellanos, Raúl Chun, Juan Bin, Orsana Trinidad, Izabel Trinidad, Mario Tot, Santiago Ixcal, Jose A. Lemus, Aldemar Godoy, Elvis Hernández, Bárbara Cumez, Rosa Sunum, Gerber Guzmán, Ricardo Gil, Marcela Sequén, María E. Papa, Lester González, Raúl Quezada, Carlos Gaitán, Jorge Aldana, Heidy Jimenez, Marco Denis, Pedro Rodriguez, Oswaldo Santizo, Gil Coy, Ulises López, Ludwin López, Mario Luna, Sergio Caal, Jorge Aycinena, Anselmo Caal, Oliverio Ortiz, Fernando del Valle, y Denisse Quezada.

Referencias

- Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. (2008). Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*. Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy. Recuperado de <http://www.alianzapinoencino.com/media/pdf/PLAN%20CONSERVACION%20bosques%20pino-encino.pdf>
- Axelrod, D. I. (1983). Biogeography of oaks in the Arcto-Tertiary province. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 70(4), 629-657. doi: 10.2307/2398982
- Balick, M. J., Nee, M. H., & Atha, D. E. (2000). *Checklist of the vascular plants of Belize, with common names and uses*. Bronx, New York: New York Botanical Garden Press.
- Castañeda, C. (2008). Diversidad de ecosistemas en Guatemala. En C. Azurdía, F. García & M. Ríos (Eds.). *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico* (pp. 181-229). Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. .
- Convention on Biological Diversity. (2010). Report of the tenth meeting of the conference of the parties to the convention on biological diversity. En tenth meeting of the *Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity*, Nagoya, Japan.

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2009). *Lista de especies amenazadas de Guatemala*. Guatemala: Autor.
- García, B. L. (1998). *Estudio del dosel de la selva nublada del biotopo universitario para la conservación del quetzal*, Lic. Mario Dary Rivera (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.
- González-Rivera, R. (1993). La diversidad de encinos mexicanos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 44, 125-142.
- González-Espinosa, M., Meave, J. A., Lorea-Hernández, F. G., Ibarra-Manríquez, G. & Newton, A. C. (Eds.). (2011). *The red list of Mexican cloud forest trees*. Cambridge, UK: Fauna and Flora International.
- Good, R. (1974). *The geography of the flowering plants* (4th ed.). Lincoln, Inglaterra: Longman.
- Gutiérrez, P., & Bárcenas, R. (2008). Catálogo de encinos (*Quercus* spp.) del Herbario de la UAQ, en el estado de Querétaro, México. En *Memorias del Programa de Verano de la Ciencia, 10º. Verano de la Ciencia de la Región Centro*. México: Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales.
- Herrera, B., & Chaverri, A. (2006). Criteria and indicators for sustainable management of Central American Montane Oak Forests. En M. Kappelle (Ed.), *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 421-434). Berlin: Springer.
- Hooghiemstra, H. (2006). Immigration of oak into Northern South America: A paleo-ecological document. En *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 17-28). Berlin: Springer.
- Instituto Nacional de Bosques, & Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente. (2012). *Primer informe nacional sobre el estado de los recursos genéticos forestales en Guatemala*. Guatemala: Autor. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3825e/i3825e30.pdf>
- Instituto Nacional de Bosques. (2014). *Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones en Guatemala* (Serie técnica DT-006(2015) Guatemala: Dirección de Desarrollo Forestal, Departamento de Investigación Forestal. Recuperado de <http://www.inab.gob.gt/Documentos/Investigacion/PPM/Din%C3%A1mica%20de%20Crecimiento%20y%20Productividad%20de%2028%20Especies%20en%20Plantaciones-VF.pdf>
- Manos, P. S., & Stanford, A. M. (2001). The historical biogeography of Fagaceae: Tracking the Tertiary history of temperate and subtropical forests of the northern hemisphere. *International Journal of Plant Science*, 162(S6), S77-S93. doi: 10.1086/323280
- Marañón, T., Padilla, C. M., Pérez, I. M., & Villar, R. (2014). Tendencias en la investigación sobre ecología y gestión de las especies de *Quercus*. *Ecosistemas*, 23(2), 124-129. doi:10.7818/ECOS.2014.23-2.16
- Martínez, D., Solano A., & Corral L. (2010). *Diagnóstico Ecológico y Socioeconómico de la Ecorregión Bosques Pino-Encino de Centroamérica*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala.
- Melgar, W. (2003). Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Guatemala. Manuscrito inédito. En Documentos de Trabajo sobre Recursos Genéticos Forestales (Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Documento de Trabajo FGR/53S). Roma: Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
- 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 M. Kappelle (Ed.), *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 435-446). Berlin: Springer.
- Muller, C. H. (1942). *The Central American species of Quercus* (Miscellaneous, No. 477). Washington, D.C.: Department of Agricultura, Government Printing Office.
- Nixon, K.C. (1993). The genus *Quercus* in Mexico. En T.P. Ramammoorthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa (Eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution* (pp. 447-458). Nueva York: Oxford University Press.

- Nixon, K. C. (2006). Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forests. En M. Kappelle (Ed.). *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 3-13). Berlin: Springer.
- Pérez-Ramos, I. M., Villar, R., & Marañón T. (2014). El fascinante mundo de los Quercus: Desde la biología molecular hasta la ecología de las comunidades. *Ecosistemas*, 23(2), 1-4. doi: 10.7818/ECOS.2014.23-2.01.
- Rodríguez-Correa, H. A. (2015). *Patrones de distribución y filogeografía de los encinos (Quercus: Fagaceae) en Mesoamérica y los Andes* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 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. doi: 10.1086/679904
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México, D.F.: Limusa.
- Sauer, J. D. (1988). *Plant migration: The dynamics of geographic patterning in seed plant species*. Berkeley: University of California Press.
- Sosa-Ramírez, J., Moreno-Rico, O., Sánchez-Martínez, G., Siqueiros-Delgado, M. E., & Díaz-Núñez, V. (2011). Ecología y fitosanidad de los encinos (*Quercus* spp.) en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques*, 17(3), 49-63.
- Standley, P. C., & Steyermark, J. A. (1952). *Flora of Guatemala* (Fieldiana: Botany, Vol. 24, part. 3, pp. 369-396). Chicago, Illinois: Field Museum of Natural History.
- Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A., & Montiel, O. M. (2001). *Flora de Nicaragua. Angiospermas (Fabaceae-Oxalidaceae)* (Vol. 85, Tomo 2). Missouri: Botanical Garden Press.
- The Plant List*. (2013). Version 1.1. Recuperado de <http://www.theplantlist.org/>
- 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.
- Torres-Miranda, C. A., Luna-Vega, I., & Oyama, K. (2011). Conservation biogeography of red oaks (*Quercus*, section Lobatae) in Mexico and Central America. *American Journal of Botany*, 98(2), 290-305.
- 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.
- Vivero, J., Szejner, M., Gordon, J., & Magin, G. (2006). *The red list of trees of Guatemala*. United Kingdom: Fauna & Flora International, Cambridge.
- Zavala-Chávez, F. (1998). Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica*, 8, 47-64.