

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería Forestal



Tesis

Caracterización dendrológica de las especies de encinos que conforman el género Quercus presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, a través de las zonas de vida de Holdridge.



Amanda Lucía Aguilar Tax
Carné 201541029

Asesora: Ing. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González

Totonicapán, Guatemala, mayo de 2022.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR EN FUNCIONES

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario de Totonicapán

Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval	Director
Ing. Mec. Ind. Hugo Humberto Rivera Pérez	Secretario de Consejo Directivo
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes	Representante Docente de la Facultad de Agronomía
Dr. Juan Carlos Godínez Rodríguez	Representante de Egresados del Colegio de Abogados y Notarios de Guatemala
Sr. Adrián Camilo García Flores	Representante Estudiantil de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Sr. Marvin Rodolfo Argueta Anzueto	Representante Estudiantil de la Facultad de Ciencias Médicas

Autoridades del Centro Universitario de Totonicapán

Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval	Director General
Ing. Erick Rocael de León Guzmán	Planificador Académico
Lic. Arnoldo Castañón Ramírez	Coordinador Académico

Coordinación de Departamento EPS

Licda. Fabiana Camila Tzul de Alvarado	Coordinadora del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado
--	---

Coordinación de la Carrera

Ing. Yeimy Carolina Gonzáles Godínez	Ingeniería Forestal
--------------------------------------	---------------------

Asesora

Ing. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CENTRO UNIVERSITARIO DE TOTONICAPÁN

DIRECCIÓN

Ref. D-I.MA.ICHAS/CUNTOTO/ING

Número 003-2022

El Director del Centro Universitario de Totonicapán de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen de aprobación con referencia No. DICTAMEN TESIS/No. 03-2022 COORDINACIÓN ACADÉMICA, emitida por el Coordinador Académico del Centro Universitario de Totonicapán, Licenciado Arnoldo René Castañón Ramírez, al trabajo de graduación presentado por la estudiante universitaria **AMANDA LUCÍA AGUILAR TAX**, registro académico No. 201541029, trabajo titulado "Caracterización dendrológica de las especies de encinos que conforman el género *Quercus* presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, a través de las zonas de vida de Holdridge" De la carrera de Ingeniería Forestal, para lo cual esta Dirección AUTORIZA la impresión de cinco (5) ejemplares del mismo y una (1) copia en digital (CD) del trabajo anteriormente descrito, mismos que deben entregarse a donde corresponda.

"DID Y ENSEÑAR A TODOS"

M.A. Carlos Humberto Arceles

Director

Centro Universitario de Totonicapán.

C.c. archivo





DICTAMEN TESIS/No. 03-2022
COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Ing. Carlos Aroche Sandoval
Director
Centro Universitario de Totonicapán

Respetable Msc. Aroche.

Por este medio me dirijo a usted con el propósito de informar que se tuvo a la vista el dictamen de aprobación del **INFORME FINAL DE TESIS** de la estudiante **AMANDA LUCÍA AGUILAR TAX**, registro académico No. 201541029, titulado "Caracterización dendrológica de las especies de encinos que conforman el género Quercus presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, a través de las zonas de vida de Holdridge" de la Carrera de Ingeniería Forestal. Dictamen emitido por la Licda. Fabiana Camila Tzul, Coordinadora del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado CUNTOTO, con referencia a Dictamen No. 02-2022 de fecha 09 de mayo de 2022, así mismo se presentó el dictamen de revisión de la jefatura de la Biblioteca, con referencia Oficio Ref. No. Tesis/03-2022 de fecha 23 de mayo de 2022, donde se informa que se ha cumplido con "observaciones en redacción y estilo que deben estar acordes a un trabajo académico de grado exigidas por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala," por lo cual se emite **DICTAMEN FAVORABLE** al trabajo mencionado.

Por lo expuesto se solicita emisión de Dictamen para impresión del Informe final de Tesis de la estudiante **AMANDA LUCÍA AGUILAR TAX**.

Y para los usos que a la interesada convenga, se extiende, firma y sella el presente dictamen a los veinticuatro días del mes de mayo de 2022.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS".

Lic. Arnoldo Castañón
Coordinador Académico
Centro Universitario de Totonicapán



cc.archivo



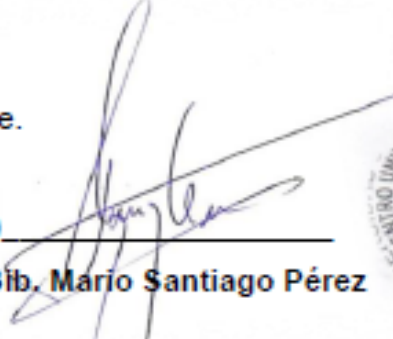
Lic. Arnaldo René Castañón Ramírez
Coordinador Académico
Centro Universitario de Totonicapán

Respetable Licenciado

Por este medio me dirijo a usted con el propósito de informar que se presentó a la jefatura de esta Biblioteca la revisión del informe final de **TESIS** del (la) estudiante: **AMANDA LUCÍA AGUILAR TAX**, registro académico No. **201541029**, titulado: "Caracterización dendrológica de las especies de encinos que conforman el género *Quercus* presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, a través de las zonas de vida de Holdridge" contando con la asesoría, revisión y aprobación del (la) Ing. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González.

Al mencionado informe se le efectuó observaciones en redacción y estilo que deben de estar acordes a un trabajo académico de grado exigidas por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala, las mismas fueron atendidas por el (la) estudiante, por lo que solicito a usted pueda emitir el **DICTAMEN FAVORABLE** para que éste (a) pueda continuar con las gestiones previas a su graduación.

Sin otro particular muy atentamente.

f) 
Bib. Mario Santiago Pérez



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dedicatoria:

Dios	Por su infinita misericordia en brindarme sabiduría, e iluminación, en todo momento, para culminar con éxito esta meta.
Mis padres	Domingo Aguilar y Luisa Tax, agradeciendo su apoyo incondicional y por ser ejemplo de perseverancia y arduo trabajo, motivación para alcanzar mis metas y sueños y por el amor brindado en cada etapa de mi vida.
Mis hermanos	Luis, Julio, Elvis, Ángel Elías, Paola y Katerin, porque me han brindado su apoyo siempre, en todo lo que he realizado y el amor que me brindan.
USAC/CUNTOTO	Por ser mi centro de formación profesional y personal, espero que la presente investigación aporte a este distinguido centro universitario.

Agradecimientos

- A Dios por la sabiduría y las bendiciones a lo largo de mi vida y por permitirme culminar este proceso con éxito, el cual fue esfuerzo, dedicación y superación personal.
- A Mis padres, que me han apoyado incondicionalmente, con amor y sabiduría para guiarme por el camino correcto, por su ejemplo, y valores inculcados en mi vida para ser una persona profesional.
- A Mis hermanos, que me brindan cariño y apoyo en todo momento y procesos.
- A Mi asesora Inga. Agrma. Mayra Cabrera por brindarme su asesoría y apoyo incondicional en toda la fase de la investigación.
- Dra. Maura Quezada, del Herbario del Centro de estudios Conservacionistas, su valioso conocimiento y apoyo incondicional en el proceso. Mi admiración por su persona y el trabajo que realiza.
- Al Instituto Nacional de Bosques, Agradecimiento especial al equipo de INAB VI-3, Totonicapán, por el apoyo brindado.
- A los Docentes por los conocimientos impartidos, durante mi proceso de formación profesional en las Ciencias Forestales.
- Al Centro Universitario de Totonicapán de la Universidad de San Carlos de Guatemala por ser mi casa de estudios y por permitirme formarme profesionalmente.

Índice General

Contenido	Páginas
Dedicatoria	7
Agradecimientos	8
Índice General	9
Índice de Tablas	13
Índice de Figuras	15
Resumen	16
Abstract	18
Ch'uti'sanem	20
Introducción	22
Capítulo I	24
1.1 Marco contextual	24
1.1.1 Ubicación	24
1.1.2 Geografía	24
1.1.3 Hidrografía	25
1.1.4 Clima	25
1.1.5 Zonas de Vida	25
1.1.6 Bosques	26
Capítulo II	28
2.1 Planteamiento del problema	28
2.2 Objetivos	30
2.2.1 Objetivo general	30
2.2.2 Objetivos específicos	30

	10
2.3 Hipótesis	31
2.3.1 Hipótesis nula	31
2.3.2 Hipótesis alterna	31
2.4 Variables	31
2.4.1 Identificación de variables	31
2.4.1.1 Variable independiente	31
2.4.1.2 Variable dependiente	33
2.4.1.2.1 <i>Indicadores</i>	33
2.4.2 Operacionalización de las variables	35
2.5 Metodología de la investigación	36
2.5.1 Enfoque de la investigación	36
2.5.2 Tipo de investigación	36
2.5.3 Método	37
2.5.4 Técnicas e instrumentos	38
2.5.4.1 <i>Observación y registro de datos</i>	38
2.5.4.2 <i>Consultas bibliográficas</i>	38
2.5.4.3 <i>Boleta de campo</i>	39
2.5.4.4 <i>Técnica de colecta biológicas</i>	39
2.5.4.5 <i>Qgis 3.16</i>	39
2.5.5 Muestreo	40
2.5.5.1 <i>Tipo de muestreo</i>	40
2.5.5.2 Criterio de aplicación	40
2.5.5.2.1 <i>Método para determinar el tamaño de la muestra</i>	40
2.5.5.2.2 <i>Determinación del número de parcelas a muestrear</i>	41
2.5.5.2.3 <i>Tamaño y forma de las unidades de muestreo</i>	44

	11
2.5.5.2.4 <i>Evaluación de la diversidad de especies</i>	45
2.5.5.2.5 <i>Estructura horizontal del estrato arbóreo de Quercus</i>	46
2.6 Recursos	50
2.6.1 Talento humano	50
2.6.2 Físicos	50
2.6.3 Financieros	50
Capítulo III	52
3.1 Interpretación de resultados	52
3.1.1 Identificación de <i>Quercus</i>	53
3.1.2 Riqueza y distribución de especies del género <i>Quercus</i>	55
3.1.2.1 <i>Evaluación de la diversidad de especies</i>	66
3.1.2.2 <i>Clasificación de unidades de muestreo y elaboración del Dendrograma de la vegetación</i>	68
3.1.3 Estructura horizontal del estrato arbóreo del género <i>Quercus</i>	70
3.1.3.1 <i>Abundancia</i>	71
3.1.3.2 <i>Dominancia</i>	72
3.1.3.3 <i>Frecuencia</i>	74
3.1.3.4 <i>Índice de Valor de Importancia (IVI)</i>	76
3.1.3.5 <i>Diversidad de especies del género Quercus de las zonas de vida de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula</i>	80
3.2 Comprobación de las hipótesis	82
3.2.1 Hipótesis Nula	82
3.2.2 Hipótesis Alterna	82
3.3 Hallazgos de la investigación	84
3.3.1 Identificación de especies	84

3.3.2	Riqueza y distribución de especies de <i>Quercus</i> en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán	86
3.3.3	Estructura horizontal del estrato arbóreo del género <i>Quercus</i>	89
	Conclusiones	93
	Recomendaciones	96
	Glosario	101
	Siglas	103
	Apéndices	104
	Apéndice A: Boleta de campo para la recolección de datos de las unidades de muestreo	104
	Apéndice B: Boleta de recolección de datos del <i>Quercus</i> abundancia, diversidad, dominancia	105
	Apéndice C: Etiqueta de las especies	106
	Anexo A: Constancia del Herbario BIGU, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, de la identificación de las muestras recolectadas	107

Índice de Tablas

Contenido	Página
Tabla 1. Modelo de la tabla de contingencia de 2 x 2.	46
Tabla 2. Talento Humano.....	50
Tabla 3. Recursos Físicos.....	50
Tabla 4. Recursos Financieros.....	51
Tabla 5. Especies de Quercus en Totonicapán y Santa María Chiquimula.....	55
Tabla 6. Ubicación y Distribución de las unidades de muestreo.	56
Tabla 7. Riqueza de encinos de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula.	57
Tabla 8. Distribución de las especies del género Quercus encontradas en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, para cada una de las zonas de vida.....	59
Tabla 9. Distribución altitudinal de las especies en Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	59
Tabla 10. Distribución altitudinal de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.	60
Tabla 11. Distribución altitudinal de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano.	61
Tabla 12. Distribución de las especies de encinos en las parcelas del Bosque Húmedo Montano Subtropical.....	62
Tabla 13. Distribución de las especies de encinos en las parcelas del Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.....	62
Tabla 14. Distribución de las especies de encinos en las parcelas del Bosque Muy Húmedo Montano.....	63
Tabla 15. Matriz Q con base al Coeficiente de Comunidad de Sorensen.	67
Tabla 16. Abundancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.....	71
Tabla 17. Abundancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.	72

Tabla 18. Abundancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.	72
Tabla 19. Dominancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.....	73
Tabla 20. Dominancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.....	73
Tabla 21. Dominancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.....	74
Tabla 22. Frecuencia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.....	74
Tabla 23. Frecuencia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.....	75
Tabla 24. Frecuencia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.....	76
Tabla 25. Índice de valor de importancia para las especies del género Quercus con dominancia ecológica por zonas de vida.....	77
Tabla 26. Índice de diversidad de Shannon-Wiener e índice de equitatividad en las tres zonas de vida del municipio de Totonicapán y Santa María Chiquimula.....	80
Tabla 27. Análisis del rango del índice de Equitatividad.	83
Tabla 28. Características biofísicas de las unidades de muestreo.....	108
Tabla 29. Base de datos de las parcelas de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.	110
Tabla 30. Base de datos de las parcelas de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.	115
Tabla 31. Base de datos de las parcelas de Bosque Húmedo Montano Subtropical.	120
Tabla 32. Análisis del Índice de Shanon Wiener.....	121
Tabla 33. Análisis del Índice de Shanon Wienwe he índice de Equitatividad....	121

Índice de Figuras

Contenido	Página
Figura 1. Ubicación de las unidades de muestreo en las zonas de vida de Totoncapán.	43
Figura 2. Distribución de encinos en Bosque Húmedo Montano Subtropical.	64
Figura 3. Distribución de encinos en Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.	65
Figura 4. Distribución de encinos en Bosque muy Húmedo Montano Subtropical	66
Figura 5. Dendrograma de especies.	69
Figura 6. Índice de Valor de Importancia de las especies en Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.	78
Figura 7. Índice de Valor de Importancia de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.	79
Figura 8. Índice de Valor de Importancia de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.	79
Figura 9. Comportamiento del Índice de Shannon Wiener e Índice de Equitatividad	81
Figura 10. <i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	122
Figura 11. <i>Quercus acutifolia</i> Neé.	123
Figura 12. <i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	124
Figura 13. <i>Quercus crispifolia</i> Trel.	125
Figura 14. <i>Quercus crispipilis</i> Trel.	126
Figura 15. <i>Quercus elliptica</i> Neé.	127
Figura 16. <i>Quercus purulhana</i> Trel.	128
Figura 17. <i>Quercus rugosa</i> Neé.	129
Figura 18. <i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	130
Figura 19. <i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	131
Figura 20. <i>Quercus vicentensis</i> Trel.	132
Figura 21. <i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 1)	133
Figura 22. <i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 2)	134

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal generar conocimientos sobre la caracterización de las especies de encinos que conforman el género **Quercus** con respecto a la diversidad, riqueza, distribución y la estructura horizontal de los bosques de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según las zonas de vida de Holdridge, se realizó un total de 50 unidades de muestreo, distribuidos de la siguiente manera para Bosque Húmedo Montano Subtropical 23 parcelas, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical 20 y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical 7 parcelas circulares con una dimensión de 500 metros cuadrados (m²) cada una.

La metodología de la presente investigación es cuantitativa con una combinación de estudio exploratorio y descriptivo. Se registró un total de 13 especies de encinos del género **Quercus**, 4 corresponden a la sección *Quercus* (encinos blancos) los cuales son ***Q. rugosa* Neé., *Q. purulhana* Trel., *Q. segoviensis* Liebm., *Q. vicentensis* Trel.** Para la sección *Lobatae* (encinos rojos) 7 especies que son: ***Q. acatenangensis* Trel., *Q. acutifolia* Neé., *Q. crassifolia* Bonpl., *Q. crispifolia* Trel., *Q. crispipilis* Trel., *Q. elliptica* Neé., *Q. sapotifolia* Liebm.** Así también 2 especies de encinos nuevas colectas que no pudieron ser clasificadas taxonómicamente, debido a que la información de las claves taxonómicas no coincidía con las características de las muestras, las cuales son especies nuevas para Guatemala y se nombraron como ***Quercus* sp. (nuevo registro 1), *Quercus* sp. (nuevo registro 2).**

Para evaluar la estructura horizontal, fue a través de los resultados de la medición total de la población, las cuales fueron la base para determinar la abundancia (N/ha y %) y dominancia (m²/ha y %), mediante los sitios de muestreo, se definió la frecuencia de las especies de encinos, así como el área basal (AB), el índice de Valor de Importancia (IVI), Índice de Shannon-Wiener, he Índice de

Equitatividad, para cada una de las zonas de vida que se registran en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula.

El análisis de los resultados mostró que en Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB) son: ***Q. crassifolia Bonpl.*** 58.82% y ***Q. rugosa Neé.*** con 11.76% de presencia; con menor participación están las especies de ***Q. acatenangensis Trel.*** y ***Q. crispifolia Trel.*** con 2.94%, cada una de ellas; las especies intermedias que está conformado por la mayoría de las especies registradas en el presente estudio. En Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB) son: ***Q. rugosa Neé.*** 28.57% y ***Q. crassifolia Bonpl.*** con 24.49% de presencia en esta área; con menor participación están las especies de ***Q. segoviensis Liebm., Q. sapotifolia Liebm. y Q. elliptica Neé.*** con 2.04%, cada una de ellas; las especies intermedias que está conformado por ***Q. acatenangensis Trel.*** con 14.29% y ***Q. crispipilis Trel.*** con 10.20%, cabe mencionar que en esta zona de estudio se localizaron dos nuevas especies para Guatemala y tienen frecuencia relativa ***Quercus sp. (nuevo registro 1)*** y ***Quercus sp. (nuevo registro 2)*** con 4.08 % para cada una de ellas. Para Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmb-M), se registraron 3 especies las cuales son: ***Q. acatenangensis Trel.*** 53.8 %, ***Q. rugosa Neé.*** con 38.5 % de presencia y con menor frecuencia está ***Q. crispipilis*** con 7.7 %, esta zona de vida solo se localiza en el municipio de Totonicapán.

Palabras clave: Santa María Chiquimula, Totonicapán. Bosques de Totonicapán. Quercus, diversidad. Zona de vida de Holdridge. Estructura horizontal.

Abstract

This research had the main objective to generate knowledge on the characterization of the species of the *Quercus* genre, with respect to the diversity, richness, distribution and horizontal structure of the oaks, present in the forests of the municipalities of Totonicapán and Santa Maria Chiquimula of the department of Totonicapán, using the life zones according to Holdridge, a total of 50 sampling units were carried out, distributed as follows: Subtropical Humid Montane Forest 23 plots, Subtropical Very Humid Lower Montane Forest 20 and Subtropical Very Humid Montane Forest 7 circular plots with a dimension of 500 square meter (m²) each.

The methodology used in this study is quantitative with a combination of an exploratory and descriptive study. A total of 13 species of the *Quercus* genre were recorded, 4 correspond to the *Quercus* section (white oaks) which are *Q. rugosa* Neé., *Q. purulhana* Trel., *Q. segoviensis* Liebm, *Q. vicenensis* Trel. For the Lobatae section (red oaks), 7 species are: *Q. acatenangensis* Trel., *Q. acutifolia* Neé., *Q. crassifolia* Bonpl., *Q. crispifolia* Trel., *Q. crispipilis* Trel., *Q. elliptica* Neé, *Q. sapotifolia* Liebm. Likewise, 2 new species collected that could not be classified taxonomically, because the information of the taxonomic keys did not coincide with the characteristics of the samples, which are new species for Guatemala and were named *Quercus sp.* (new record 1), *Quercus sp.* (new record 2).

To evaluate the horizontal structure, it was through the results of the total measurement of the population, which were the basis for determining the abundance (N/ha and %) and dominance (m²/ha and %), through the sites of sampling, the frequency of the oak species was defined, as well as the basal area (AB), the Importance Value Index (IVI), the Shannon-Wiener Index, and the Equity Index, for each of the life zones registered in the municipalities of Totonicapán and Santa Maria Chiquimula.

The analysis of the results showed that in the Subtropical Low Montane Humid Forest (bh-MB) they are: ***Q. crassifolia*** Bonpl. 58.82% and ***Q. rugosa*** Neé. with 11.76% presence; with less participation are the species of ***Q. acatenangensis*** Trel. and ***Q. crispifolia*** Trel. with 2.94%, each of them; the intermediate species that is made up of the majority of the species recorded in this study. In Subtropical Lower Montane Very Humid Forest (bmh-MB) they are: ***Q. rugosa*** Neé. 28.57% and ***Q. crassifolia*** Bonpl. with 24.49% presence in this area; with less participation are the species of ***Q. segoviensis*** Liebm., ***Q. sapotifolia*** Liebm. and ***Q. elliptica*** Neé. with 2.04%, each of them; the intermediate species that is made up of ***Q. acatenangensis*** Trel. with 14.29% and ***Q. crispipilis*** Trel. with 10.20%, it is worth mentioning that in this study area two new species were located for Guatemala and have relative frequency ***Quercus sp.*** (new record 1) and ***Quercus sp.*** (new record 2) with 4.08% for each of them. For Subtropical Montane Very Humid Forest (bmb-M), 3 species were recorded, which are: ***Q. acatenangensis*** Trel. 53.8%, ***Q. rugosa*** Neé. with 38.5% presence and with less frequency is ***Q. crispipilis*** with 7.7%, this life zone is only located in the municipality of Totonicapán.

Keywords. Totonicapán, Santa María Chiquimula. Totonicapán forests. *Quercus*, diversity. Holdridge life zone. Horizontal structure.

Ch'uti'sanem

We Tzukno'j chak ko' k'u k'ulanel ronojel, ronojel nojimal rumal le sake'ueach le jalajoj uq'inomal utukim rib'ruk'le usuk'umal q'oyelemal re le b'aquit, e ko pataq le k'ache'laj re taq le tinamit rel chuimeq'e'nja; ruk' leljTzalojche' re chuinq'enja', kojom taq le kasle mal kub'ij le tat Holdridge, xe b'am jun taq wuj taq wuj tzaqat 50 lajuj roxk'al re kutunik k'utu nem, taslalik pa taq le k'ache' laj raxqinilik re montana' koj Juwinaq oxib ukutanel rib, k'achelaj sibalaj k'ache' laj sibalaj raxqinilik.

Rech montana're ikim sub'tropikal juwinaq ru'k k'ache'laj sib'alaj raxqinilik montana' subtro pika', xuqe wuqub' unimal ketelil re 500m² chi jujunal.

Le ub'eyal le xkoj re we etamanik, re ajahallik ajanalik nim ub'anik ruq rilik, ub'ixik ruq rilik, ub'ixik. Xe K'o lik jun oxlajuj uwach le saq b'aq'it, kajib're (saq b'aqit) tzaqat re ***Q. rugosa*** Neé., ***Q. purulhana*** Trel., ***Q. segoviensis*** Liebm, ***Q. vicenensis*** Trel. For the Lobatae section (red oaks), 7 species are: ***Q. acatenangensis*** Trel., ***Q. acutifolia*** Neé., ***Q. crassifolia*** Bonpl., ***Q. crispifolia*** Trel., ***Q. crispipilis*** Trel., ***Q. elliptica*** Neé, ***Q. sapotifolia*** Liebm, xuquje' keb'kak taq man xkowintache.

Jawi key a wi xa rumal le etamaliktaj pa'le lxim ulew xa K'uril xkoj le ub'i' Quercus sp (k'ak' u k'olib'al keb).

Rech etab'al le Q'oylemal suk'um, rumal le uwachil r'e le etamab'al ronojel le uwinaqil, are'wa sib'a laj patanajik le uk'iyal (Maj ajila) nik ub'i'naj (m²/hay %) rumal le k'iyamal re le ub'ata jik le' eb'a qit, wuquje' le are'le wal (AB) le K'utb'al rech uchu q'ab' nim ub'aik (AB) le K'utb'al rech re uchuq'ab'il re nim ub'anik (ivi).

K'utb'al re shannon wien le k'utb'al re xajunam rech jujunichal re k'asle mal uk'olib'al rech taq tinamit re chuimeq'enja, ruk' re aj tzalojche'.

Le junamtaq re le uwa chil xu k'utrib' re le uwa chil xu k'utrib' re k'a che'laj raxqinilik re montna'ikim (bh-MB) ruk ***Q. crassifolia Bonpl.*** 58.82% y ***Q. rugosa Neé.*** con 11.76%; ***Q. acatenangensis Trel.*** y ***Q. crispifolia Trel.*** 2.94%. re k'a che'laj raxqinilik re montna'ikim (bmh-MB) ruk ***Q. rugosa Neé.*** 28.57% y ***Q. crassifolia Bonpl.*** con 24.49%, ***Q. segoviensis Liebm.***, ***Q. sapotifolia Liebm.*** y ***Q. elliptica Neé.*** 2.04%, ***Q. acatenangensis Trel.*** 14.29%, ***Q. crispipilis Trel.*** 10.20%, re k'a che'laj raxqinilik re montna'ikim subtropika'(bmb-M) ruk ***Q. acatenangensis Trel.*** 53.8 %, ***Q. rugosa Neé.*** 38.5 %, ***Q. crispipilis*** 7.7 %, chi jujunichal pa unik'ajil ekolik chi la'ronojel le jalajoj taq kub'ij pa le uwach le wuj. Le k'aslemal rech kolil xwi, kolik chuimeq'inja'.

Introducción

Guatemala posee diversas características fisiográficas, edáficas, topográficas las cuales propician las condiciones necesarias para crear una serie de microclimas, que en su interior alberga aproximadamente 8,900 especies de flora, reconociéndose que en el género **Quercus**, se reconoce 46 especies de encinos en Centroamérica, la mayoría de estos se encuentran en el país y es de suma importancia la conservación ecológica.

El departamento de Totonicapán se ha caracterizado a nivel nacional por su alta cobertura forestal, contando con bosques mixtos de coníferas, latifoliadas y bosque de coníferas, que han sido conservados mediante actividades de vigilancia permanente y aspectos culturales de protección. Sin embargo, su importancia ecológica, dada su dominancia en las comunidades vegetales, le confiere el carácter de especies clave para el desarrollo de estos sistemas boscosos en Centroamérica (Nixon, 2006 pág. 7).

En este ecosistema la diversidad de encinos aún no está identificada, así como la riqueza y distribución de las especies del género *Quercus* con relación al estrato arbóreo de los bosques, que se desarrollan en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según la clasificación de las zonas de vida presentes son: bosque húmedo Montano Bajo subtropical (bh-MB) en el noroeste del municipio, bosque muy húmedo Montano Bajo subtropical (bmh-MB) al norte y sur bosque muy húmedo Montano subtropical (bmh-M); en donde los diferentes tipos de encinos se encuentran expuestos a la degradación y explotación acelerada por parte de los pobladores de la región; debido a que existe poco conocimiento por su taxonomía complicada y grado de endemismo.

La presente investigación se enfoca en virtud que, a nivel comunal de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento, no se

cuenta con información técnica sobre la caracterización dendrológica, riqueza, diversidad y distribución de las especies existentes del género *Quercus*, que se encuentran dentro de las áreas con cobertura forestal utilizando las tres zonas de vida de Holdridge.

Esta investigación está conformada de tres capítulos, los cuales se describen a continuación:

El Capítulo I en este se presenta el marco contextual relacionado con el tema de investigación, donde se realizó la investigación, lo cual es en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.

En el Capítulo II se describe el planteamiento del problema, objetivos: general y específicos, hipótesis, operacionalización de variables, metodología, técnicas e instrumentos a utilizar para la ejecución y obtención de los resultados de la investigación.

El Capítulo III corresponde a los resultados obtenidos durante la ejecución de la investigación, asimismo, la comprobación de la hipótesis, los hallazgos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos del presente estudio realizado en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.

Capítulo I

1.1 Marco contextual.

1.1.1 Ubicación.

El municipio de Totonicapán se encuentra localizado en el altiplano occidental de Guatemala, Colinda al norte con el municipio de Santa María Chiquimula y Momostenango (Totonicapán); al este con Chichicastenango, Santa Cruz del Quiché y Patzité (Quiché); al oeste con San Francisco El Alto y San Cristóbal Totonicapán (Totonicapán); y al sur con los municipios de Salcajá y Cantel (Quetzaltenango), Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y Sololá (Sololá).

El municipio de Santa María Chiquimula perteneciente al departamento de Totonicapán colinda al norte con San Antonio Ilostenango (Quiché) Santa Lucía La Reforma y Momostenango (Totonicapán) al este con San Antonio Ilostenango y Patzité (Quiché), al sur con Totonicapán, al oeste con Totonicapán y Momostenango (Totonicapán).

1.1.2 Geografía.

Está a una distancia de 203 kilómetros de la Ciudad Capital, el municipio de Totonicapán se encuentra localizado en la región Sur-occidental o región VI, cuenta con una extensión territorial de 1,061 km², una altitud de 2,495 metros sobre el nivel del mar, se sitúa en la longitud oeste 91° 21' 38" y en la latitud norte 14° 54' 39".

Santa María Chiquimula se encuentra a 220 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, a 30.6 kilómetros de la cabecera departamental de Totonicapán por terracería y a 40.5 kilómetros por carretera asfaltada. La posición geográfica se localiza en el paralelo 15° 01' 45" latitud norte y 91° 19' 46", longitud oeste del meridiano de Greenwich.

1.1.3 Hidrografía.

El departamento está irrigado por la vertiente de varios ríos, entre ellos Xequijel y Siguán en San Andrés Xecul; Pachac y Cirrián en Santa María Chiquimula; Paúl en Momostenango; Palá en San Bartolo Aguas Calientes y Momostenango; y el más importante es el río Samalá. Además, se localizan las cabeceras de cuencas hidrográficas de importancia dentro de las que se mencionan las de los ríos Samalá, Salinas, Nahualate, Cuilco, Motagua y Lago de Atitlán (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA, 2005).

1.1.4 Clima.

El municipio de Totonicapán es frío que es más intenso en los últimos y primeros meses del año, según el Programa de Emergencias por Desastres Naturales –PEDN- en el municipio se promedia una temperatura mínima de 12° C, y extremas de noviembre a febrero de hasta –7° C. el promedio máximo es de 18° C. Cabe mencionar que se tornan vientos y neblinas que, en determinados días, forman una especie de llovizna que localmente se conoce como "Salud del Pueblo", que provoca un clima agradable. Se caracteriza por su predominante clima frío, precipitación pluvial que va de 1,000 – 1,500 mm anuales, humedad relativa de 85% y evapotranspiración media de 4.5 mm, Santa María Chiquimula tiene pequeños sectores templados.

1.1.5 Zonas de Vida.

Totonicapán presenta tres zonas de vida según Holdridge que son: bosque húmedo Montano Bajo subtropical (bh-MB) en el noroeste del municipio, bosque muy húmedo Montano Bajo subtropical (bmh-MB) al norte y sur y bosque muy húmedo Montano subtropical (bmh-M) en la parte central y sureste, desarrollándose exclusivamente en el municipio de Totonicapán.

La zona de vida de bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT), tiene una significativa presencia en la región occidental del país, especialmente en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango y Sacatepéquez; así como en las partes altas de Alta Verapaz, Guatemala, Santa Rosa, Jalapa y Jutiapa. Esta zona de vida cubre una superficie de 1,207,002 hectáreas, equivalentes al 11.15% del territorio nacional. Se encuentra a una altitud promedio de 2,150 metros sobre el nivel del mar, con su punto más bajo en 1,047 y el más alto en 3,207 m.s.n.m.

La zona de vida de bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT) se presenta en la porción occidental del país, en los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán y Sololá. También se le puede ubicar en las partes altas de los departamentos de Quiché, Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla y Guatemala. Esta zona de vida abarca una superficie de 228,426 hectáreas, equivalentes al 2.11% del territorio nacional. En términos altitudinales, el territorio que ocupa esta zona de vida se encuentra a una altitud promedio de 2,979 metros sobre el nivel del mar, con su punto más bajo en 1,943 y el punto más alto en 3,960 m.s.n.m.

1.1.6 Bosques.

Totonicapán posee bosques templados, “son uno de los últimos productores de este tipo en Guatemala y en Centroamérica”. El Instituto Nacional de Bosques (INAB) tiene gran parte del área boscosa clasificada como zona protegida. En el año 2,004, el Municipio cuenta con 98.65% (17,685 hectáreas) de bosques naturales y el 1.35% (243 hectáreas) de bosques artificiales, el bosque comunal con el 81% de la extensión total. La mayoría de los bosques son coníferas (9,280 hectáreas), le siguen en importancia los bosques mixtos (3,560) y bosques con cultivos (194 hectáreas).

Bosque mixto de coníferas y latifoliadas: este tipo de vegetación representa el lugar de unión entre elementos florísticos boreales y neotropicales. Crece principalmente en las laderas del sur del área protegida, que son zonas relativamente más cálidas, llegando hasta los 2.900 metros de altura. Se presenta generalmente en terrenos escarpados, sobre suelos volcánicos bien drenados. La altura del dosel no suele sobrepasar los 25 m, con árboles de mediano diámetro sin contrafuertes. Se trata de una comunidad difícil de caracterizar, ya que en algunos lugares la intervención ha sido severa.

En las áreas menos intervenidas, la vegetación arbórea dominante son los encinos (*Quercus sp.*), el pino rojo (*Pinus rudis*), y el pino ocote (*P. oocarpa*), con presencia de pino triste (*P. pseudostrobus*) y pino macho (*P. montezumae*) y laurel (*Persea sp.*) En los sitios más intervenidos va tomando preponderancia el pinar en detrimento de los encinos.

Santa María Chiquimula su área física es de vocación boscosa con una variedad de especies como el pino blanco (*Pinus ayacahuite*), pino colorado (*Pinus rudis*), pino ocotero (*Pinus oocarpa*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), encino (*Quercus sp.*), ciprés, eucalipto, roble, aliso, salvia, saúco, madrón, palo de pito, cerezo y canac. En Xecachelaj (abajo de la montaña) donde poseen una masa boscosa grande, se ha manifestado el espíritu de conservación de los bienes naturales donde los vecinos de esta área mantienen vigilancia sobre movimientos de tala de quien desee efectuar cortes de árboles debe solicitar un permiso y el compromiso de sembrar nuevos árboles en una proporción de diez a uno, con esto se puede comprobar, que los vecinos están teniendo más conciencia ecológica para preservar sus bosques.

Capítulo II

2.1 Planteamiento del problema.

En el departamento Totonicapán, principalmente en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, se ha evidenciado la problemática de la pérdida de la cobertura forestal y de la diversidad de especies forestales, consecuencia de las actividades de aprovechamiento ilegal por parte de los pobladores, provocando la disminución de la diversidad biológica teniendo como efecto la pérdida de bienes y servicios.

En Totonicapán y Santa María Chiquimula predominan los bosques Pino-encino, donde se localiza un alto porcentaje del género **Quercus**, es de suma importancia su conservación, debido a que las diferentes especies son muy cotizadas por la población de los dos municipios mencionados del departamento, que prefieren el uso de leña de los **Quercus**, por su alto valor calorífico, para satisfacer la necesidad energética, la mayoría de los bosques de la región son de conífera en asocio con la especie de encino, es importante el uso racional de dicho género para fines energéticos y así disminuir la presión antropogénica de las especies en estas áreas geográficas.

El género Quercus es de importancia ecológica para el municipio de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, actualmente se desconoce la identificación de las diferentes especies de encino, debido que no se cuenta con estudios realizados en el territorio que contribuyen al conocimiento de la riqueza, diversidad, la distribución y estructura horizontal del estrato arbóreo de la misma, este desconocimiento genera una barrera que impide crear políticas y estrategias que se orienten a la conservación, manejo y cuidado del género **Quercus**, en los bosques de los municipios mencionados.

Por parte de los profesionales del sector forestal, que brindan servicios forestales a la población local, desconocen de la presencia de las distintas especies de encinos que se desarrollan en los diferentes bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula, nombrándolos generalmente como *Quercus sp*, englobando bajo este término las variedades existentes, solo se nombra con el género sin especificar el nombre científico de cada una, por ello es importante promover la caracterización de las especies existente en los municipios antes mencionados.

La variación morfológica y diversidad de este género, ha originado una cantidad de nombres, por lo que es necesario llevar a cabo estudios exhaustivos y de fácil aplicación de técnica, para la identificación de las especies que aglutina, teniendo como base las claves botánicas existentes en el país. En esta investigación se analizó la diversidad del género *Quercus*, en las tres zonas de vida que se desarrolla en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, en la cual se planteó las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las características de las especies del género *Quercus*, presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, a través de las zonas de vida de Holdridge?

¿Qué especies del género *Quercus* se encuentran presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán?

¿Cuál es la riqueza, abundancia y distribución de especies del género *Quercus*, existentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, través de las zonas de vida de Holdridge?

¿Cómo se desarrolla la estructura horizontal del estrato arbóreo donde se localizan las especies del género *Quercus*, en los municipios de Totonicapán y

de Santa María Chiquimula, del departamento de Totonicapán, según las zonas de vida de Holdridge?

2.2 Objetivos.

2.2.1 Objetivo general.

- Caracterizar dendrológicamente las especies del género *Quercus* presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, a través de las zonas de vida de Holdridge.

2.2.2 Objetivos específicos.

- Identificación de especies del género *Quercus* presentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula.
- Determinar la riqueza y distribución de especies del género *Quercus* existentes en los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula.
- Evaluar la estructura horizontal del estrato arbóreo donde se localizan las especies del género *Quercus*, en los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula.

2.3 Hipótesis.

2.3.1 Hipótesis Nula.

La diversidad de las especies del género *Quercus*, no influyen en la estructura horizontal del estrato arbóreo de los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según las zonas de vida de Holdridge.

2.3.2 Hipótesis Alterna.

La diversidad de las especies del género *Quercus*, influyen en la estructura horizontal del estrato arbóreo de los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según las zonas de vida de Holdridge.

2.4 Variables.

2.4.1 Identificación de variables.

2.4.1.1 Variable independiente

Identificación de especies, riqueza y distribución de las especies del género *Quercus*.

- **Identificación de especies de encinos que conforman el género *Quercus*.**

Utiliza las características dendrológicas de los especímenes como forma y características de flores, hojas, frutos, corteza, estructuras microscópicas como pubescencia, estomas, tipos de venación, margen de las hojas y cualquier característica que diferencie una especie de otra, para identificar una especie.

- **Caracterización:** descripción de rasgos sobresalientes de su organografía desde el suelo al ápice, más caracteres organolépticos o sea aquellos perceptibles por los sentidos (olor, color, consistencia de látex o cualquier tipo de exudado, exfoliación) (Bentez, et al, 2006, pág. 188).

Procedimiento:

- Identificación botánica de la especie.
 - Descripción de las características dendrológicas, hábitos de crecimiento, distribución altitudinal.
 - Enlistado de dichas características.
 - Se puede complementar con fotografías de las especies.
- **Riqueza de especies de *Quercus*:**

Es un parámetro que se utiliza para conocer la importancia del bosque en cuanto al número de especies que posee, ésta expresa la composición a través de las diferentes especies dentro del área boscosa (Pérez, 2004, pág. 8).

- **Distribución de las especies de *Quercus*:**

Esta variable se define como el área de distribución geográfica, entendida como el lugar donde una especie puede ser localizada a altitud m.s.n.m, es un atributo difícil de estimar (Grinnell, 1917, pág. 5).

2.4.1.2 Variable dependiente

- **Estructura horizontal del estrato arbóreo del género *Quercus*.**

La estructura de la vegetación se refiere a la distribución del componente arbóreo, en el plano horizontal. Básicamente, la estructura horizontal está dada por la distribución dasométrica (distribución diamétrica, área basal y volumen por categoría diamétrica), también está dada por la abundancia, frecuencia y dominancia (Finegan, 1992). Es el análisis del perfil del bosque a partir del área basal de los árboles registrados en el inventario forestal para el área en estudio. (Lamprecht, 1990, pág. 13).

2.4.1.2.1 Indicadores

- **Abundancia**

Es el número de árboles por hectárea; se distinguen entre abundancia absoluta (número de individuos por hectárea) y abundancia relativa definida como la proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles (Lamprech, 1990, pág. 13).

- **Frecuencia**

Se llama Frecuencia a la cantidad de veces que se repite un determinado valor de la variable. Se consideran como frecuencia absoluta la regularidad de distribución de cada especie dentro del terreno y frecuencia relativa es el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie en relación con la suma de las frecuencias absolutas de las especies presentes (Lamprecht, 1990 citado por Bascopé y Jørgensen, 2005, pág. 369).

- **Dominancia**

Es el grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de

los árboles sobre el suelo. En el análisis forestal, se considera la suma de las proyecciones de las copas, las que resultan de las copas, las que resultan trabajosas y en algunos casos imposibles de medir por ello, generalmente, estas no son evaluadas, sino que se emplean, las áreas basales, calculadas como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia (Lamprech, 1990, p. 118).

El valor del área basal, expresada en metros cuadrados para cada especie es la Dominancia Absoluta y la dominancia relativa es la participación en porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total (Lamprech, 1990, citado por Bascopé y Jørgensen, 2005, pág. 369).

2.4.2 Operacionalización de las variables

Variables	Indicadores	Sub Indicadores	Técnicas e instrumentos	Método estadístico o análisis
Independiente	1. Estructura horizontal del estrato arbóreo 2. Variables dasométricas	<ul style="list-style-type: none"> ● Abundancia (%) ● Frecuencia (%) ● Dominancia (%) <ul style="list-style-type: none"> ● DAP ● Área Basal 	Cinta Métrica Cinta diamétrica Boletas de registro	Índice de valor de Importancia Índice de Shannon-Wiener Índice de Equitatividad
Dependiente	1. Identificación de Especies de Quercus .	Características dendrológicas <ul style="list-style-type: none"> ● Hojas ● Frutos ● Flores ● Corteza 	Técnicas de recolección de muestras. Prensado Secado	Flora de Guatemala Clave Taxonómica Análisis en laboratorio USAC
	1. Riqueza de especies. 2. Distribución de especies	<ul style="list-style-type: none"> ● Especies presentes ● Altitud y longitud 	Recolección de datos de campo Boletas de registro GPS	Coefficiente de comunidad de Sorensen.

Fuente. Elaboración propia con base a las variables a estudiar en campo. Año 2021.

2.5 Metodología de la investigación.

2.5.1 Enfoque de la investigación.

Es un estudio no experimental con enfoque cuantitativo, de estudio exploratorio y descriptivo, con el objetivo de caracterizar dendrológicamente las especies del género *Quercus*, donde se identificarán las especies de la familia Fagaceae, se analizaron las variables de riqueza, abundancia y distribución de las especies presentes en los bosques y la estructura del estrato arbóreo de los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según zonas de vida de Holdridge. “La investigación cualitativa se caracteriza básicamente por estudiar los fenómenos en su contexto natural, intentando encontrar el sentido o la interpretación de los mismos a partir de los significados que las personas le conceden” (Denzin y Lincoln, 1994, pág. 17)

2.5.2 Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo exploratorio que se desarrollan regularmente, cuando el objetivo a investigar es un contenido o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido investigado lo suficiente. Así también descriptivo, el cual es un método cualitativo que se usan en investigaciones que tienen como objetivo la evaluación de características de una población o situación en particular.

En la investigación descriptiva, el objetivo es describir el comportamiento o estado de un número de variables, la cual pretende realizar la evaluación de la riqueza y distribución de especies de *Quercus*, existentes en las diferentes áreas boscosa con la que cuenta las distintas asociaciones comunitarias, ubicados en los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según su distribución en las zonas de vida de Holdridge: Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, Bosque Muy Húmedo

Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, a través de la presencia ausencia de especies en el bosque.

2.5.3 Método.

De acuerdo con el tipo investigación se utilizó el método siguiente:

- **El método descriptivo.**

En esta investigación se realizó la evaluación de la identificación con relación a la abundancia, diversidad y distribución de las especies del género *Quercus* con relación a la estructura del estrato arbóreo de los bosques del departamento de Totonicapán según las zonas de vida de Holdridge. Es un método que se basa en la observación, por lo que son de gran importancia los cuatro factores psicológicos: atención, sensación, percepción y reflexión. (Marroquín, P. 2012, pág. 6)

- **Método Exploratorio.**

Esta investigación se realizó la determinación de las especies existentes del género *Quercus* con relación a la riqueza, diversidad y distribución y la estructura del estrato arbóreo de los bosques en el departamento, según las tres zonas de vida de Holdridge. En este método se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento. El método que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento. (Tamayo y Tamayo, 2004, p. 32)

- **El método científico.**

Se refiere a la serie de etapas que hay que recorrer para obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico, utilizando instrumentos que resulten fiables. En este método se determinó la estimación de la riqueza, diversidad y distribución de especies del género **Quercus**, como también la estructura del estrato arbóreo, de los bosques del departamento, porque permite validar científicamente los resultados obtenidos. Es un proceso en el cual se explican fenómenos, se establecen relaciones entre los hechos; su propósito esencial es el de establecer leyes universales que expliquen los fenómenos físicos del mundo que nos rodea y aportar, con los conocimientos adquiridos, soluciones útiles para la humanidad. Tamayo y Tamayo (2004, p. 32)

2.5.4 Técnicas e instrumentos.

2.5.4.1 Observación y registro de datos.

Se realizó evaluación de campo de las parcelas de muestreo, con el objetivo de observar, recolectar y registrar los diferentes datos de las especies del género de *Quercus* y de la estructura del estrato arbóreo del bosque, a través de las zonas de vida de Holdridge, para la obtención de los resultados de campo se utilizó libreta de apuntes donde se registraron todos los datos relevantes en la observación.

2.5.4.2 Consultas bibliográficas.

Se adquirió información de tesis, revistas de investigaciones y literatura de *Quercus* generadas en diferentes fases y estudios en los diferentes departamentos del país, así también información de documentos de otros países con respecto al tema de diversidad de las especies del género *Quercus*.

2.5.4.3 *Boleta de campo.*

Es un instrumento de evaluación y recolección de datos en la cual se utiliza en campo para recabar información cualitativa y cuantitativa, para el registro las variables evaluadas en campo, se utilizaron boletas con los parámetros del presente estudio, donde se llevó el control de los datos de cada unidad de muestreo de la investigación, que se obtuvieron con instrumentos de medición.

2.5.4.4 *Técnica de colecta biológicas.*

Para la colecta de datos botánicos se recolectaron muestras de las especies de encinos presentes, posteriormente estos ejemplares se enviarán al Herbario de la Universidad San Carlos de Guatemala, y así determinar su identidad taxonómica, para posteriormente realizar la caracterización correspondiente a cada una de las especies localizadas en los bosques del departamento.

2.5.4.5 *Qgis 3.16*

Esta herramienta se utilizó para elaborar el mapa de las unidades de muestreo, utilizando los shapes de SEGEPLAN del año 2021, con relación a los datos recopilados en campo y posteriormente sistematizar, organizar y proyectar la información geográfica de los diferentes bosques donde se desarrolló la investigación, posteriormente se realizó la distribución de los puntos aleatorios de las parcelas a evaluar, en los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, a través del GPS se rectificaron las coordenadas en campo.

2.5.5 Muestreo.

2.5.5.1 Tipo de muestreo

El tipo de muestreo que se utilizó es probabilístico, de aleatorio simple sitúa las parcelas de muestra de forma aleatoria dentro de la población muestreada. De manera casual, pueden existir agrupaciones espaciales y terrenos vacíos en la distribución de parcelas; a pesar de ello, continúa siendo un muestreo probabilístico válido.

Para determinar la ubicación de las parcelas se utilizó el muestreo aleatorio simple: el cual consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales al azar. En este caso particular, cada unidad de población tiene igual probabilidad de formar parte de la muestra, la que resulta óptimamente representativa.

2.5.5.2 Criterio de aplicación

2.5.5.2.1 Método para determinar el tamaño de la muestra.

El tamaño de la muestra se determinó a partir de la delimitación del área de estudio, donde se analizó el acceso a las unidades de muestreo en el municipio de Totonicapán y de Santa María Chiquimula. A través del análisis de gabinete, se obtuvieron los datos de la población, basándonos en el área total de la población de 103 parcelas con cobertura forestal total de 5.15 hectáreas, el cual equivale a 51,500m²/ha, en los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.

En el área de estudio se encuentran tres zonas de vida según Holdridge: Bosque Húmedo Montano Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, para la obtención del número de muestras, se utilizó la ecuación 1, esta es utilizada para conocer la

población finita, cabe mencionar que no fue necesario realizar un muestreo, debido que la ecuación citada, engloba el número de muestra definitiva.

2.5.5.2.2 Determinación del número de parcelas a muestrear.

Ecuación 1.

$$n = \frac{Z^2 p * q * N}{NE^2 + Z^2 p * q}$$

Fuente. Sierra (1992)

Donde:

Z= 1.96 (Nivel de confianza del 95%)

N= 103 (Población)

p= 0.50 (Probabilidad a favor)

q= 1- p = 0.50 (Probabilidad en contra)

E= 0.1 (Error de estimación al 10%)

n= Tamaño de la muestra

Aplicación de la fórmula:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.50 * 0.50 * 103}{(103) (0.1)^2 + (1.96)^2 (0.50) (0.50)}$$

$$n = 50$$

Para esta investigación se distribuyen 50 unidades de muestreo al azar, para el levantamiento de parcelas en campo, utilizando el muestreo aleatorio simple, distribuidas de la siguiente manera: en Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MB), 23 parcelas con un área de 11,500m² equivalentes 1.15 hectáreas, para la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo

Subtropical (bmh-MB), 20 unidades de muestreo con un área de 10,000m² igual a 1ha, finalmente para Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmh-B), 7 unidades de muestreo con el área total de 35,000m² lo que es 0.35 ha. Estos distribuidos los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.

**Mapa de Ubicación de las Parcelas de Muestreo
según las Zonas de Vida de Holdridge.
Municipio de Totonicapán y Santa María Chiquimula del
Departamento de Totonicacpán.**

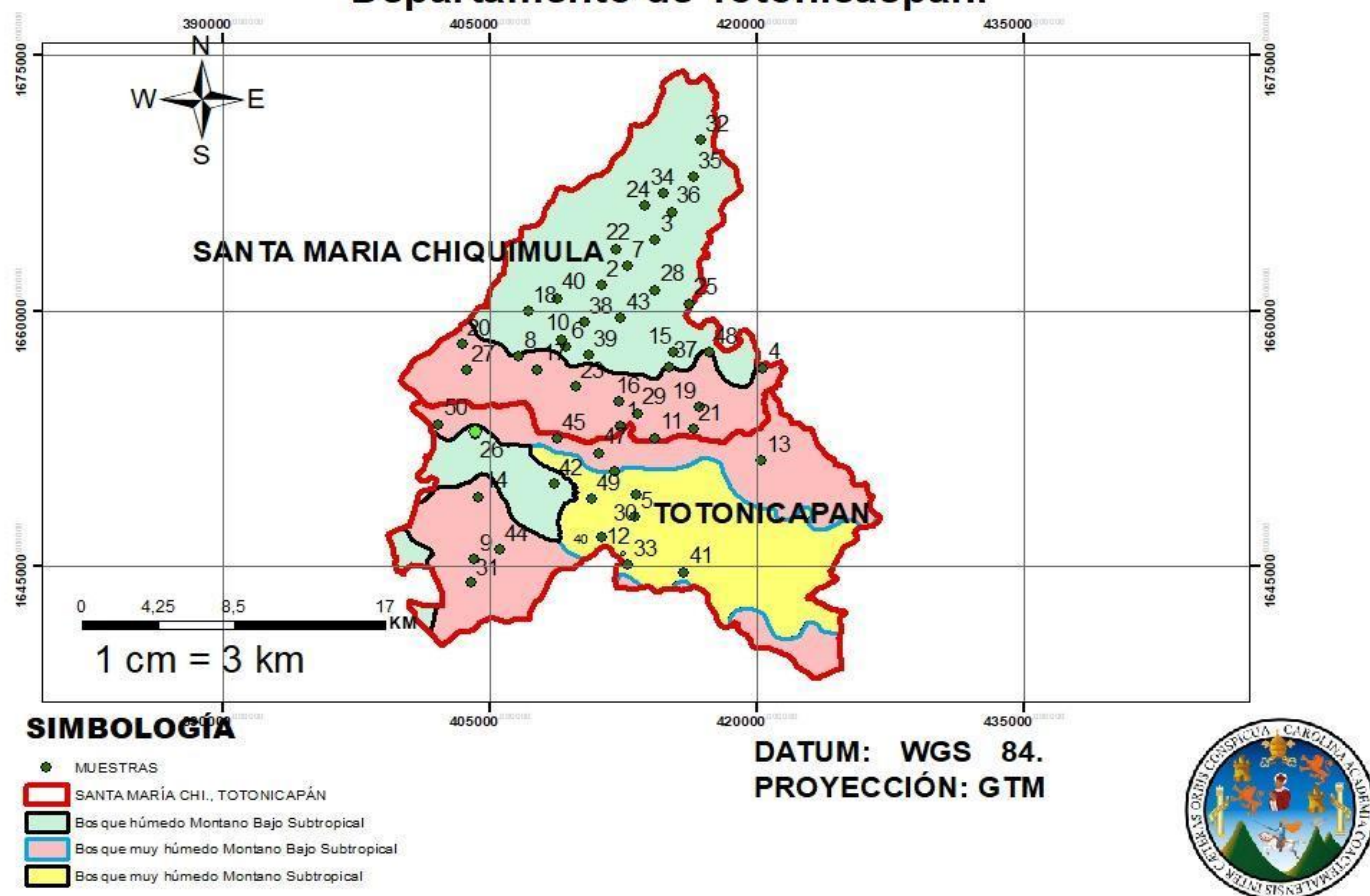


Figura 1. Ubicación de las unidades de muestreo, en las zonas de vida de Totonicapán.

Fuente. Elaboración propia, con base de shape de Segeplan año 2021

2.5.5.2.3 *Tamaño y forma de las unidades de muestreo*

Se realizó una parcela de vegetación, donde se elaboraron las unidades de muestreo circulares 500 m², de radio de 12.62 metros. Donde se recolectaron los datos de las variables a evaluar y ejemplares botánicos de las especies de *encinos*.

- **Muestreo de *Quercus*.**

En cada sitio de la parcela de muestreo se registraron la presencia y ausencia de especies de encinos, que fue la variable a evaluar con relación a su distribución y la estructura del estrato arbóreo de los bosques de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán.

- **Colecta de muestras del género *Quercus***

Para la recolección de las muestras de las especies del género *Quercus*, se tomaron en cuenta que estas tengan como mínimo hojas, flores y frutos, anotando también todos los rasgos que pudieran ser útiles para la identificación taxonómica, tales como nombre común, descripción del sitio de recolección, altitud m.s.n.m, descripción de hábitat, observaciones, para el efecto se utilizó prensa para evitar el deterioro de las muestras.

- **Determinación taxonómica.**

La flora de Guatemala utiliza las características dendrológicas de los especímenes como forma y características de flores, hojas, frutos, corteza, estructuras microscópicas como pubescencia, estomas, tipos de venación, margen de las hojas y cualquier característica que diferencie una especie de otra, para identificar una especie, se procederá a la determinación taxonómica

de las especies colectadas, con el apoyo de profesionales en la materia; en el herbario BIGU de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala.

2.5.5.2.4 *Evaluación de la diversidad de especies.*

- **Índice de Similitud.**

El coeficiente de similitud de Sorensen (1948), permitió identificar las semejanzas existentes entre las unidades de muestreo, a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) (Moreno, 2001). Relacionando la similitud en la composición de especies de dos comunidades o muestras, cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición (Magurran, 2004). Para analizar y comparar la composición de especies de cada unidad de muestreo mediante los coeficientes de similitud, se obtuvo la matriz Q, la cual representa el grado de similitud que presentó cada comunidad o unidad de estudio al ser comparados entre las demás.

Ecuación 2

$$CC_{1.2} = \frac{2a}{2a + b + c}.$$

Donde:

CC_{1.2.} = Coeficiente de Comunidad de Sorensen

a = Especies comunes a las parcelas n1 y n2

b = Especies presentes exclusivamente en la parcela n1

c = Especies presentes exclusivamente en la parcela n2

El coeficiente de Sorensen se aplicó una tabla de presencia previamente elaborada, y se obtendrá la matriz Q o directa. Esto permitirá registrar la similitud entre las muestras, para ello se utilizó una tabla de contingencia de 2 x 2 como el modelo que se presenta a continuación.

Tabla 1. Modelo de la tabla de contingencia de 2 x 2.

	Parcela 1			
Parcela 2		+		
	+	A	B	a + b
	-	C	D	c + d
		a + c	b + d	m = a + b + c + d

Donde:

a = Número de especies comunes a la parcela 1 y 2

b = Número de especies exclusivas de la parcela 2

c = Número de especies exclusivas de la parcela 1

d = Número de especies ausentes de ambas parcelas

m = Número total de especies

2.5.5.2.5 Estructura horizontal del estrato arbóreo de *Quercus*.

- **Índice de Valor de Importancia**

El Índice de valor de importancia (IVI), es un dato que brinda objetivamente la significancia de las especies y que se define como la suma de los valores relativos de densidad, frecuencia, área basal o la cobertura. Este índice por involucrar tres parámetros estándar característicos, da un valor indicador de la dominancia que ejerce una especie sobre otra al controlar un mayor flujo energético. Generalmente, el índice de valor de importancia para especies arbóreas se obtiene de la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia, área basal o cobertura relativa. (Matteucci y Colma, 1982, Odum, E. 1974 pág. 74).

Ecuación 3

$$IV.I. = Dr + Fr + Cr \text{ o } Abr$$

Donde:

I.V.I. = Índice de Valor de Importancia de cada especie

Dr = Densidad relativa (%)

Fr = Frecuencia relativa (%)

Abr. = Área basal relativa (%)

Para determinar el valor de cada una de las variables evaluadas en cada parcela, se utilizaron las siguientes fórmulas:

- **Densidad:** es el número de individuos en un área determinada. Para calcularla se utilizarán las fórmulas siguientes:

Ecuación 4

$$D = \frac{\text{\# de individuos por especie}}{\text{Área total evaluada (m}^2\text{)}} * 100$$

Ecuación 5

$$Dr = \frac{\text{\# de individuos en todas las parcelas de la especie A}}{\sum \text{ de densidades de todas las especies}} * 100$$

- **Frecuencia:** esta variable se determinará para conocer la probabilidad de encontrar las especies en las unidades muestrales particulares.

Ecuación 6

$$F = \frac{\text{\# de unidades muestrales donde estuvo presente la especie}}{\text{\# total de unidades muestrales levantadas}} * 100$$

Ecuación 7

$$Fr = \frac{\# \text{ de parcelas en donde aparece la especie A}}{\sum \text{ de las frecuencias de todas las especies}} * 100$$

- **Área Basal:** se obtendrá esta variable sumando las áreas basales de todos los individuos de la vegetación arbórea. Utilizando la siguiente fórmula.

Ecuación 8

$$Abr = \frac{\text{Área basal de la especie A}}{\sum \text{ de las áreas basales de todas las especies}} * 100$$

$$AB = 0.7854 * (DAP)^2$$

Donde:

AB = Área Basal

DAP = Diámetro a la altura del Pecho en cm. (1.3 Mt.)

- **Índice de Shannon-Wiener y el Índice de Equitatividad.**
se determina la riqueza o variedad de especies y la uniformidad en la abundancia de todas las especies por comunidades, en este caso las zonas de vida, para el efecto se utilizaron las siguientes fórmulas.

Ecuación 9

$$ISDG = -\sum (ni / N) * \log (ni / N)$$

Donde:

ISDG = Índice de Shannon de la Diversidad General

ni = índice de valor de importancia de cada especie.

N = Total de índice de valor de importancia

Ecuación 10

$$E = H / HI \text{ max}$$

Donde:

E = Índice de Equitatividad

ISDG = Índices de Shannon Wiener

HI max = LN (S)

S = Número de especies presentes en la comunidad (riqueza)

Los rangos comparadores para el Índice de Equitatividad son:

0-0.25	= poco diverso
0.25-0.50	= medianamente diverso
0.50-0.75	= diverso
0.75-1	= muy diverso.

2.6 Recursos.

2.6.1 Talento humano.

Se coordinó con los diferentes socios de las distintas asociaciones de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula, donde se realizó la investigación en los diferentes bosques del departamento de Totonicapán.

Tabla 2. Talento Humano.

Colaboradores	Cantidad
Tesista CUNTOTO	1
Asesor DEPS	2
Comunitarios	50

Fuente. Elaboración propia enero 2021

2.6.2 Físicos

Los recursos con los que se contaron para realizar la investigación se detallan a continuación:

Tabla 3. Recursos Físicos.

Cantidad	Rubros	Cantidad	Rubros
1	Computadora	1	GPS
1	Impresora	1	Cinta diamétrica
150	Boletas de registro	1	Cinta métrica
1	Impresora	1	Tablero
1	Cámara fotográfica	1	Libreta de apuntes
3	Resma de hojas	1	Tijeras de podar
3	Lapicero	300	Bolsas de Nylon
1	Machete	500	Prensa

Fuente. Elaboración propia enero 2021.

2.6.3 Financieros.

Para la ejecución de la investigación, se realizó una estimación del valor correspondiente.

Tabla 4. Recursos Financieros.

Fases	Rubros	Materiales y herramientas	Cantidad	Costo unitario Q.	Días	Total Q.
	Talento Humano	Encargados institucionales	2	100.00	30	6,000.00
		Personal de apoyo	2	75.00	30	4,500.00
		Actores que intervienen en la investigación	50	60.00	1	3,000.00
		Asesoría externa	2	100.00	50	10,000.00
		Investigador	1	100.00	50	500.00
Fase de gabinete inicial	Elaboración de plan de investigación	Computadoras	1	3,000.00		3,000.00
		Paquete de office (Word 2013)	1	150.00		150.00
		Impresora	1	1,500.00		1,500.00
		Tinta de impresión	12	80.00		960.00
		Resma de papel bond	6	35.00		210.00
		Lápices. Lapiceros y Tablero	3	10.00		30.00
	Visitas a las áreas de estudio	Cámara fotográfica	1	4,000.00		4,000.00
		GPS	1	1,500.00		1,500.00
Transporte	Combustible (Galones)	25	25.00		625.00	
Fase de campo	Mano de obra (en fase de ejecución)		5	100.00	60	30,000.00
		Combustible (Galones)	60	25.00		150.00
	Instrumentos de medición	Cinta diamétrica	1	300.00		300.00
		Madera, prensa, nylon y spray				3,475
		Cinta métrica	1	200.00		200.00
	Alimentación		8	15.00	35	4,200.00
	Almuerzo					
	Refacción		8	5.00	35	1,400.00
Impresiones	Boletas de registro	100			50.00	
Fase de gabinete final	Sistematización de resultados	Software estadísticos	3	1,125.00		3,375.00
		Paquete de office (Word 2013)	1			3,000
		Internet	1	200.00	60	400.00
	Resultados de investigación	Copias de informes finales				1,000.00
	Análisis de especímenes	Envío de las muestras botánicas al herbario USCG	200	35.00		7,000.00
	Informe final	Encuadernados	5	100.00		500.00
	Imprevistos	5% del gasto total				4,686.00
Total Q.						95,711.00

Fuente. Elaboración propia enero 2020

Capítulo III

3.1 Interpretación de resultados.

Los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán cuentan con tres zonas de vida según Holdridge las cuales son: Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB) y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (mbh-M), donde se desarrolló el presente estudio de la caracterización de las especies de encinos que conforman el género **Quercus**, a continuación, se da a conocer los resultados obtenidos:

En cada unidad de muestreo, se recolectaron muestras botánicas, principalmente hojas, frutos y corteza, de cada una de las especies de **Quercus** encontradas en campo, posteriormente se realizó el prensado, que consistió colocarlos en papel periódico, para obtener un secado adecuado del material vegetativo dentro de las prensas botánicas, cada muestra fue identificada con los datos de campo, las cuales fueron monitoreadas a cada 3 días, donde se les cambiaba el periódico, para la herborización correcta.

Luego de que las muestras se encontraban secas, fueron enviadas al Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para confirmar su identidad taxonómica a través de experto en la materia. Se utilizaron claves de identificación taxonómica, tales como la Flora de Guatemala, The Central American Species of Quercus, Flora de Mesoamérica, entre otros. Además, se utilizó estereoscopios, pinzas, agujas de disección, reglas para el proceso de identificación. Se ingresaron los especímenes identificados a la base de datos del Herbario, y se les asignó un número de registro de herbario y posteriormente se imprimió las etiquetas. (Quezada, et al. 2019).

3.1.1 Identificación de *Quercus*.

Los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula cuentan con las tres zonas de vida según Holdridge, las cuales son: Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, donde a través de la colecta de ejemplares de encinos recolectados, en las 50 unidades de muestreo de 500m² cada una, distribuidos en los bosques del área de estudio, se identificaron 11 especies de encino del género *Quercus* y 2 especies nuevas para Guatemala para hacer un total de 13 especies de encinos para el departamento de Totonicapán.

Los encinos o robles de Guatemala son los componentes estructurales de gran importancia para los bosques (Quezada et al, 2016a). Estos pertenecen a la familia Fagaceae, la cual comprende dos géneros botánicos: *Quercus* y *Fagus*. Las especies de encino son las más numerosas de la clasificación y este abarca mayor distribución en todo el mundo (Valencia-A, 2004). Se encuentran en casi todos los bosques templados del hemisferio norte, y en algunas regiones tropicales y subtropicales (Kappelle, 2006).

Los encinos a menudo se encuentran donde no hay árboles de pino y frecuentemente se encuentran en asociaciones de bosques mixtos. La región del altiplano, en los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Quetzaltenango, Quiché, Huehuetenango y San Marcos, ofrecen las áreas con mayor cobertura de encinos en las montañas (Martínez, Solano, & Corral, 2010).

Se citan 4 especies de encinos registrados para el departamento de Totonicapán, según Standley & Steyermark en la Flora de Guatemala. Previo a este estudio se contaba en las bases de datos de 5 especies de *Quercus*, que cuentan con registros en el Herbario USC correspondiente al año 2015. 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)

La identificación de estas especies fue a través de colectas de ejemplares de cada una de ellas, recolectadas en las diferentes parcelas de muestreo, las cuales fueron enviadas al Herbario del centro de Estudios Conservacionista USCG, donde se realizó el análisis correspondiente, posteriormente se trabajaron con un número de registro las cuales conforman una base de datos del herbario, donde pueden ser consultadas.

La diversidad del género ***Quercus***, identificados taxonómicamente en los dos municipios del área de estudio, fue un total de 13 encinos localizados en las tres zonas de vida según Holdridge, que se desarrollan en la investigación. Cabe resaltar que de las colectas dos especímenes de las especies de encinos, no pudieron ser clasificadas taxonómicamente, debido a que la información de las claves taxonómicas no coincidía con las características de las muestras, las cuales son especies nuevas para Guatemala, y se nombraron como ***Quercus sp. (nuevo registro 1)***, ***Quercus sp. (nuevo registro 2)***, siendo representatividad de riqueza para el departamento de Totonicapán. Las especies identificadas se describen en la tabla 5.

Tabla 5. Especies de Quercus en Totonicapán y Santa María Chiquimula.

No.	Especie
1	<i>Quercus acatenangensis Trel</i>
2	<i>Quercus acutifolia Neé</i>
3	<i>Quercus crassifolia Bonpl</i>
4	<i>Quercus crispifolia Trel</i>
5	<i>Quercus crispipilis Trel</i>
6	<i>Quercus elliptica Neé</i>
7	<i>Quercus purulhana Trel</i>
8	<i>Quercus rugosa Neé</i>
9	<i>Quercus sapotifolia Liebm.</i>
10	<i>Quercus segoviensis Liebm.</i>
11	<i>Quercus vicentensis Trel</i>
12	<i>Quercus sp. (nuevo registro 1)</i>
13	<i>Quercus sp. (nuevo registro 2)</i>

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

3.1.2 Riqueza y distribución de especies del género *Quercus*.

En la presente investigación se realizó 50 unidades de muestreo circulares de 500m² cada una, localizados en las tres zonas de vida según clasificación de Holdridge, distribuidos de la manera siguiente: para Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), 23 parcelas que se ubican en altitud de 1,916 msnm a los 2,664 msnm, para Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB), 20 parcelas que se ubican entre los 2,226 msnm a los 2,885 msnm, estas dos zonas de vida se localizan en el municipio de Totonicapán y Santa María Chiquimula. Finalmente, el Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmb-M), 7 parcelas de campo que se ubican entre los 2,498 msnm a los 3,211 msnm, esta zona de vida se desarrolla exclusivamente en el municipio de Totonicapán. Como se da a conocer en la siguiente tabla:

Tabla 6. Ubicación y Distribución de las unidades de muestreo.

Zona de vida.	Ubicación	Total, de Parcelas	Área (m ² /Ha)	Hectáreas
Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB).	Totonicapán y Santa María Chiquimula	23	11,500m ²	1.15 ha
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB).	Totonicapán y Santa María Chiquimula	20	10,000m ²	1 ha
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical. (bmb-M)	Totonicapán	7	3,500m ²	0.35 ha
Totales		50	25,000m ²	2.5 ha

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

La riqueza de encinos en Guatemala, Standley y Steyermark, (1952), reportan para Guatemala, 12 especies de encinos catalogadas como de corteza suave, gris y escamosa (Subgénero *Lepidobalanus*) y 15 especies como de corteza dura, oscura y agrietada (Subgénero *Erythrobalanus*). Para los departamentos de Quiché y Huehuetenango, estos autores citan 16 especies de encinos, sin embargo, Quezada, Rodas, Valencia-A, Chew y Marroquín-Tintí (2017) citan 21 especies, en donde algunas especies citadas en 1952 corresponden a sinonimias.

Encinos blancos (*sect. Quercus*): ***Quercus bumelioides* Liebm.; *Quercus corrugata* Hook.; *Quercus oocarpa* Liebm.; *Quercus lancifolia* Schltl. & Cham.; *Quercus pacayana* C.H. Mull.; *Quercus peduncularis* Née; *Quercus polymorpha* Schltl. & Cham.; *Quercus purulhana* Trel.; *Quercus rugosa* Née; *Quercus segoviensis* Liebm.; *Quercus vicentensis* Trel.**

Encinos rojos (*sect. Lobatae*): ***Quercus acatenangensis* Trel.; *Quercus acutifolia* Née.; *Quercus benthamii* A.DC.; *Quercus borucasana* Trel.; *Quercus calophylla* Schltl. & Cham.; *Quercus crassifolia* Bonpl.; *Quercus crispifolia* Trel.; *Quercus crispipilis* Trel.; *Quercus elliptica* Née.; *Quercus***

flagellifera Trel.; *Quercus gulielmi-treleasei* C.H. Mull.; *Quercus salicifolia* Néé. *Quercus sapotifolia* Liebm.; *Quercus skinneri* Benth.; *Quercus tristis* Liebm.; *Quercus xalapensis* Bonpl.

Siendo estos departamentos cercanos a Totonicapán, se encuentra una diversidad de 13 especies para los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, de ellas 7 corresponden en la clasificación de la sección encinos rojos con gran abundancia de distribución y con menos abundancia son los encinos blancos, los cuales solo se localizaron 4 del género **Quercus** que corresponden a esta sección. Quedando pendiente 2 en la clasificación de estas secciones, debido a la complejidad de las características que tienen, no coinciden con ningún registro de los ejemplares presente en el herbario, por tal razón no se les puede asignar el nombre científico, quedando como especies nuevas para Guatemala. Como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Riqueza de encinos de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula.

Sección	No.	Especie
Encinos Blancos (<i>Quercus</i> sect. <i>Quercus</i>)	1	<i>Quercus rugosa</i> Néé.
	2	<i>Quercus purulhana</i> Trel.
	3	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.
	4	<i>Quercus vicentensis</i> Trel.
Encinos Rojos (<i>Quercus</i> , sect. <i>Lobatae</i>)	1	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.
	2	<i>Quercus acutifolia</i> Néé.
	3	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.
	4	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.
	5	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.
	6	<i>Quercus elliptica</i> Néé.
	7	<i>Quercus sapotifolia</i> Liemb.
Pendiente	1	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 1)
	2	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 2)

Fuente. elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Según Standley & Steyermar, citados por García, en Guatemala los robles o encinos y los pinos son los dos árboles más característicos e importantes por su distribución. Frecuentemente, están mezclados en bosques de pino-encino, pero frecuentemente los encinos forman rodales puros, que antiguamente han ocurrido de forma continua las elevaciones medias de

las montañas secas. Incluso ahora, cuando los bosques de encino han sido fuente de madera y leña por mucho tiempo, se encuentran rodales extensivos cubriendo grandes áreas de los departamentos de Guatemala, Quiché y Huehuetenango. Es una vista impresionante al estar en algún lugar de elevación baja cerca de Huehuetenango y observar el bosque de encino extendiéndose en todas direcciones. La mayoría de los árboles son más bien pequeños, y a veces reducidos a formas arbustivas, pero en todos lados se encuentran bosques de encino que se extienden de las planicies hasta las cumbres más elevadas (García, 1998).

La riqueza y distribución de las 13 especies del género *Quercus*, que se distribuyen por cada una de las zonas de vida de la clasificación de Holdridge, que se desarrollan en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, como se describe a continuación: las especies de *Q. acatenangensis Trel*, *Q. crispipilis Trel* y *Q. rugosa Nee*, se encuentran en las tres zonas de vida del del área de estudio. Sin embargo, su frecuencia varía en cada uno de ellos. Especies como *Q. acutifolia*, *Q. crispifolia* y *Q. purulhana Trel*. solo se desarrollan en la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. *Q. elliptica Neé*, *Q. sapotifolia Liebm*, *Q. vicentensis Trel*, *Quercus sp. (nuevo registro 1)* y *Quercus sp. (nuevo registro 2)*, son especies localizadas únicamente en Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical. Especies como *Q. crassifolia Bonpl* y *Q. segoviensis Liebm*, se desarrollan en dos zonas de vida como se da a conocer en la tabla 8.

Tabla 8. Distribución de las especies del género *Quercus* encontradas en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, para cada una de las zonas de vida.

Municipio donde se distribuyen		Totoncapán y Santa María Chiquimula		Totoncapán
No.	Especies	Zona de vida		
		Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical
1	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	X	X	X
2	<i>Quercus acutifolia</i> Neé.		X	
3	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	X	X	
4	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.		X	
5	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	X	X	X
6	<i>Quercus elliptica</i> Neé	X		
7	<i>Quercus purulhana</i> Trel.		X	
8	<i>Quercus rugosa</i> Neé	X	X	X
9	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	X		
10	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	X	X	
11	<i>Quercus vicentensis</i> Trel.	X		
12	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 1)	X		
13	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 2)	X		

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

En la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), se desarrolla en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, en esta área se distribuyó 23 unidades de muestreo, donde el rango altitudinal está comprendido de 1,916 msnm a 2,664 msnm. A través de los datos obtenidos en campo se realizó el análisis altitudinal de las especies encontradas en cada parcela donde se localizan. En la tabla 9 se observa la distribución de la altitud de cada una de las especies para esta zona de vida.

Tabla 9. Distribución altitudinal de las especies en Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical

Zona de Vida	No.	Especies	Altitud msnm
Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB)	1	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	1916-2300
	2	<i>Quercus rugosa</i> Neé.	1920-2664
	3	<i>Quercus acutifolia</i> Neé.	1919-2157
	4	<i>Quercus purulhana</i> Trel.	2137-2208
	5	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	1919-2137
	6	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	2651-2664
	7	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	2664
	8	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	1919

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

La zona de vida del bosque húmedo montano bajo Subtropical (bmh-MB), se desarrolla en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, en esta área se distribuyó 20 unidades de muestreo, donde el rango altitudinal está comprendido de 2,226 msnm a 2,885 msnm. A través de los datos obtenidos en campo se realizó el análisis altitudinal de las especies encontradas en cada parcela donde se localizan. En la tabla 10 se da a conocer la distribución de la altitud de cada una de las especies localizadas para esta zona de vida.

Tabla 10. Distribución altitudinal de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especies	Altitud msnm
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB)	1	<i>Quercus rugosa</i> Neé.	2,457-2,782
	2	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	2,226-2,782
	3	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	2,457-2,782
	4	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	2,226-2,580
	5	<i>Quercus vicentensis</i> Trel.	2,474-2,723
	6	<i>Quercus sp. (nuevo registro 1)</i>	2,348-2,885
	7	<i>Quercus sp. (nuevo registro 2)</i>	2,457
	8	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	2,226
	9	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	2,474
	10	<i>Quercus elliptica</i> Neé.	2,474

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Para la zona de vida de bosque muy húmedo Montano subtropical (bmh-M), que se desarrolla exclusivamente en el municipio de Totonicapán, se distribuyó 7 unidades de muestreo, donde el rango altitudinal está comprendido de 2,498 msnm a 3,211 msnm. A través de los datos obtenidos en campo se realizó el análisis altitudinal de las especies encontradas en cada parcela donde se localizan. En la tabla 11 se da a conocer la distribución de la altitud de cada una de las especies localizadas para esta zona de vida.

Tabla 11. Distribución altitudinal de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano.

Zona de Vida	No.	Especie	Altitud msnm
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmh-B)	1	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	2,498-3,211
	2	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	2,498-3,211
	3	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	2,812

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

La abundancia y la distribución de las 13 especies de *Quercus*, identificadas en esta investigación, realizado en las zonas de vida según Holdridge, para Totonicapán y Santa María Chiquimula, se obtuvo la abundancia de las especies de la siguiente manera: en la zona Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, se desarrollaron 23 unidades de muestreo circulares de 500m² cada una, donde las especies de encinos que presentaron mayor frecuencia de colecta fueron: *Q crassifolia Bonpl.* (en 20 unidades de muestreo) y *Q rugosa Neé.* (en 4 unidades de muestreo), como se da a conocer en la tabla 12.

En la zona de vida del Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, se muestrearon 20 parcelas de campo circulares de 500m², donde podemos encontrar las especies que predominan en esta zona de vida son las siguientes; *Q rugosa Neé.* (14 unidades de muestreo), *Q crasifolia Bonpl.* (12 unidades de muestreo), y *Q acatenangensis Trel.* (7 unidades de muestreo). Para las nuevas especies *Quercus sp. (nuevo registro 1)* y *Quercus sp. (nuevo registro 2)*, localizados en 2 unidades de muestreo por cada una. Como se observa en la tabla 13.

En la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, se muestrearon 7 parcelas circulares de 500m², donde las especies con mayor abundancia y distribución fueron: ***Q acatenangensis Trel.*** (7 unidades de muestreo) y ***Q rugosa Neé*** (5 unidades de muestreo), la especie con baja distribución es ***Q. Crispipilis Trel.***, como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Distribución de las especies de encinos en las parcelas del Bosque Muy Húmedo Montano.

Zona de Vida	No.	Especies	No. de Parcelas						Total	
		Nombre Científico	5	12	30	33	41	46		49
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	1	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	x	X	X	x	X	x	x	7
	2	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	x	X	X	x	X			5
	3	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>				x				1

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

La distribución de la riqueza de cada una de las especies del género ***Quercus***, que se desarrollan en cada una de las zonas de vida que existen en las áreas de estudio, se dan a conocer a través de las siguientes figuras, que se obtuvieron del análisis de gabinete de los datos recolectados.

De las 13 especies que existen en el área de estudio, 8 se encuentran presentes en la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, esta zona se encuentra más diversas, ya que la mayoría de las especies de encino se distribuyen en esta área, donde predomina la especie de ***Quercus crassifolia Bonpl*** (59%), debido a que es la más abundante en esta zona, le sigue ***Quercus rugosa Neé.*** (12%), (ver figura 2.)

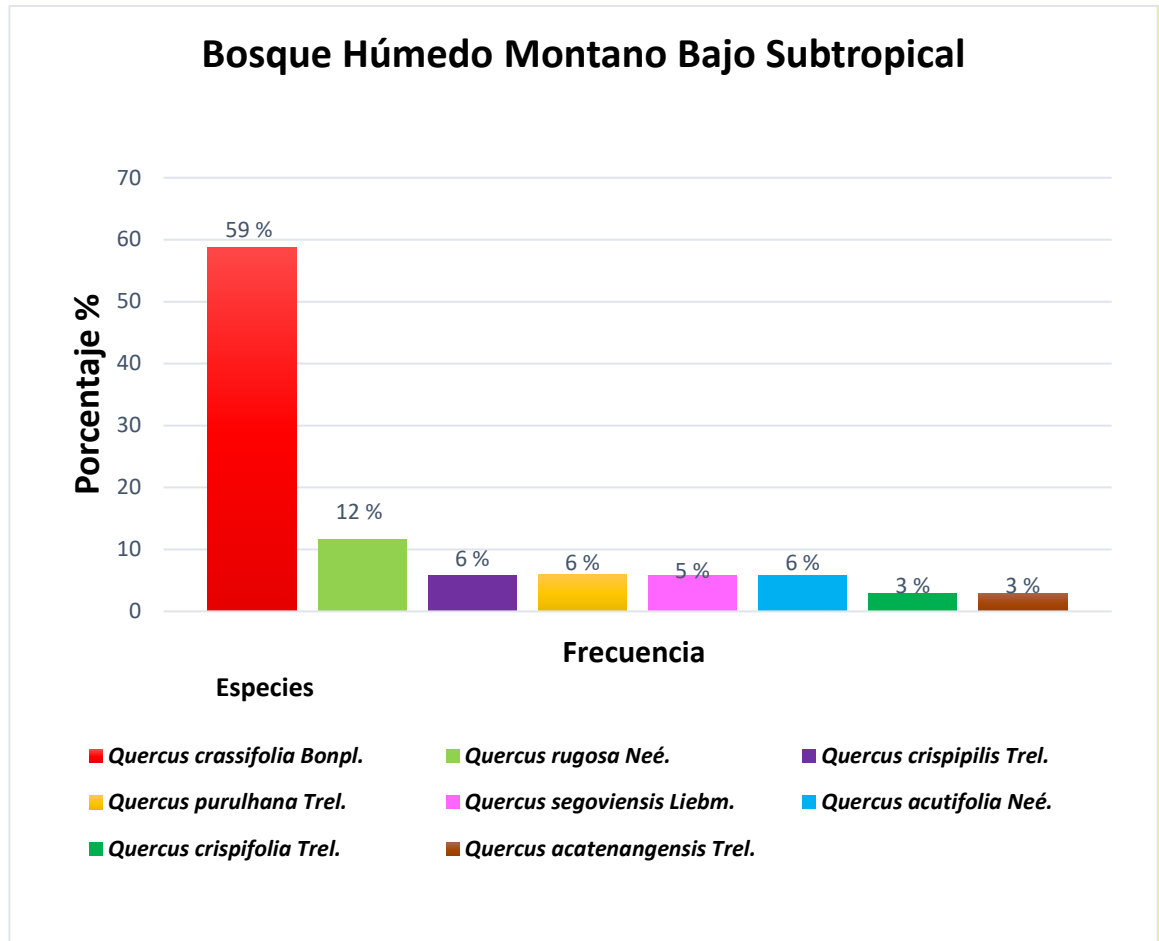


Figura 2. Distribución de encinos en Bosque Húmedo Montano Subtropical.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

La zona de vida con mayor diversidad de especies de encinos es el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, esta se encuentra en los municipios de Santa María Chiquimula y Totonicapán, en ella se distribuyen 10 especies del género *Quercus*, en esta área predomina el *Quercus rugosa* Neé. (29%) y le sigue el *Quercus crassifolia* Bonpl. (24%), como se observa en la figura 3. Cabe mencionar que en esta área se localizaron dos nuevas especies de encinos para Guatemala, *Quercus sp. (nuevo registro 1)* y *Quercus sp. (nuevo registro 2)*, puesto que no se encuentran registro de ellas en el país y es necesario realizar una identificación más exhaustiva, para poder nombrarlas científicamente.

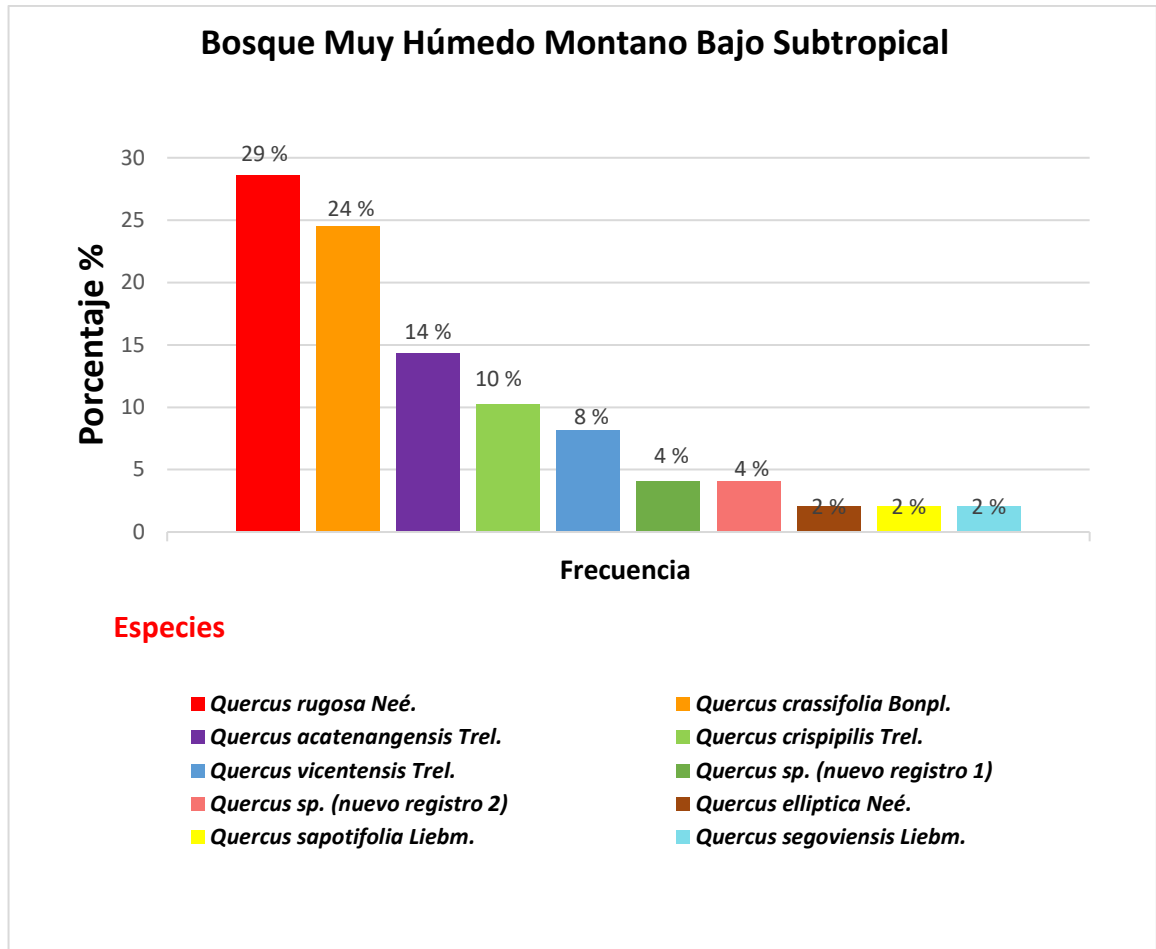


Figura 3. Distribución de encinos en Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

La zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, solo se localiza en el municipio de Totonicapán y presenta baja diversidad de especies del encino. Debido a que en esta área solo se localizaron tres especies, predominando el ***Quercus acatenangensis* Trel.** (54%), en el intermedio se encuentra ***Quercus rugosa* Neé.** (38%) y con muy baja abundancia el ***Quercus crispipilis* Trel.** (8%).

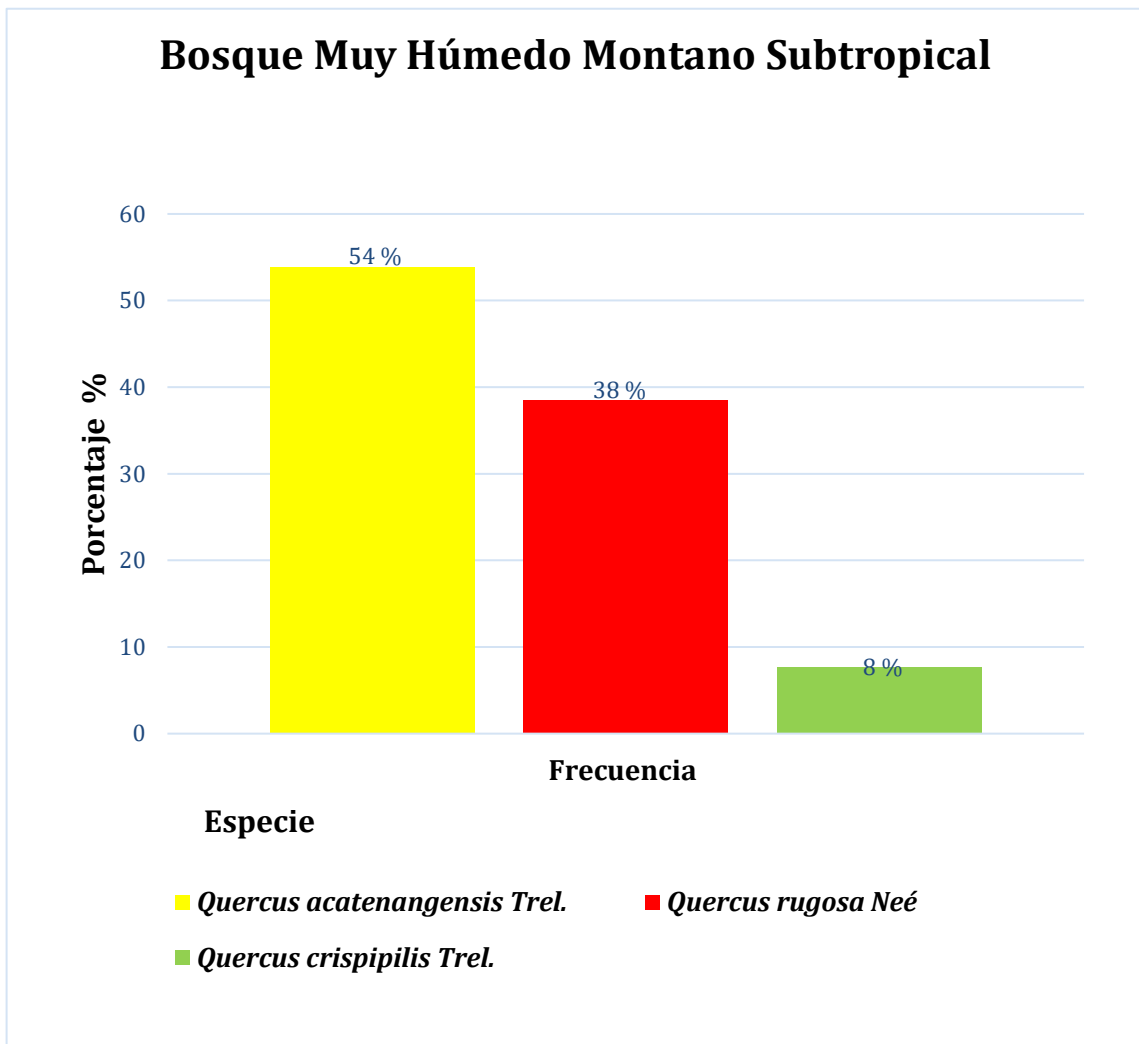


Figura 4. Distribución de encinos en Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

3.1.2.1 Evaluación de la diversidad de especies.

Al someter los datos binarios de la tabla bruta o tabla de presencia, elaborado con todas las especies de las tres zonas de vida según Holdridge, se realizó el análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el coeficiente de comunidad de Sorensen, se obtuvo la Matriz Q que se presenta a continuación.

En la tabla 15 se observa que el valor del coeficiente de similitud mínimo es de 0.25, para las tres zonas de vida en general que se desarrollan en la presente investigación, esto indica que no existen unidades muestrales binarias completamente distintas o que tengan al menos una especie en común, este valor se dio entre las parcelas 5 y 7, 21 y 30. El valor máximo del coeficiente de similitud es de 0.80 el cual se dio entre las parcelas 13 y 30, esto indica que si existen unidades muestrales binarias completamente idénticas, dicho de otra manera; hubo homogeneidad completa en cuanto a las especies, por ende el valor se acercó a 1.

3.1.2.2 Clasificación de unidades de muestreo y elaboración del Dendrograma de la vegetación.

Con base a la información de la matriz Q, que consistió en comparar las unidades de muestreo entre sí y fusionarse debido a su similitud en cuanto a la presencia o ausencia de las diferentes especies, a fin de poder determinar la homogeneidad de las zonas de vida o cuán heterogénea es cada una.

Como resultado del “Analyze Cluster = Análisis de relaciones” en la opción del método “Ward’s” se obtuvo el siguiente Dendrograma formado con las diferentes unidades de muestreo que permite ver la organización de las especies en las zonas de vida de los dos municipios.

En el presente Dendrograma se observa la organización de las especies en las zonas de vida. En dos zonas de vida son muy similares en relación a la diversidad de especies que son Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB) y Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB). Finalmente, en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmh-B), es poco diversa con relación a la riqueza de las especies que se desarrollan.

Hierarchical Clustering, Method = Ward

Clustering History

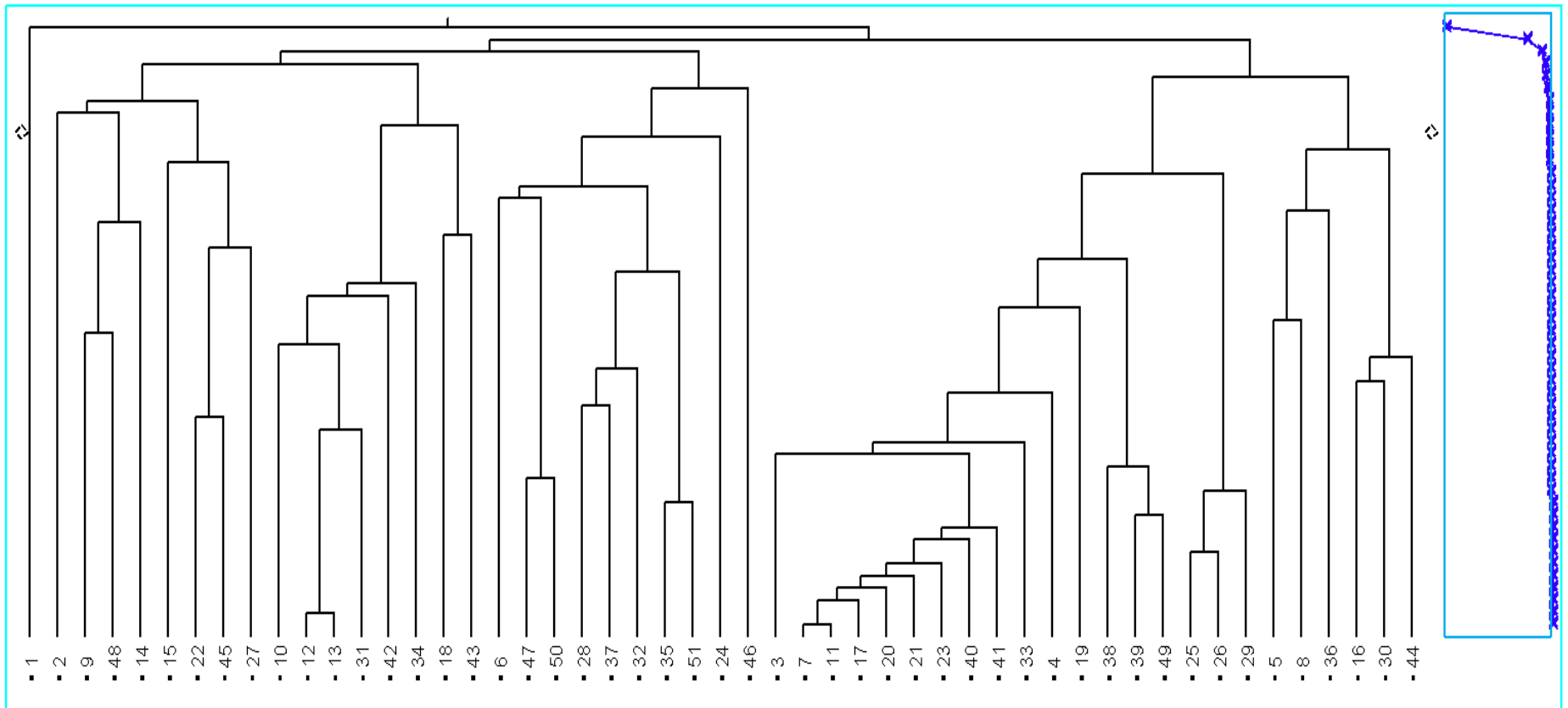


Figura 5. Dendrograma de especies.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

3.1.3 Estructura horizontal del estrato arbóreo del género *Quercus*.

A través del análisis de los datos obtenidos en las 50 parcelas de campo circulares de 500m² cada una, siendo un total de 25,000m²/ha que se muestrearon, distribuidas en las tres zonas de vida, se obtuvieron los resultados de los parámetros abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa, que hacen posible obtener el índice de valor de importancia para cada una de las especies del género *Quercus*, registradas en cada una de las zonas de vida de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, los valores de IVI comprendidos dentro de dicho rango, para las especies de encino y sus valores respectivos, nos indican la importancia dentro de cada zona que se desarrollan.

Las medidas de diversidad consideran dos factores: riqueza de especies, definida por el número de especies presentes y la uniformidad (equitatividad o equidad) de los mismos, esto es en qué medida las especies son abundantes proporcionalmente (Pielou, 1977; Magurran, 1988; Gaines *etal.*, 1999). Al considerar el rango de IVI de 4.89% en adelante que contiene las especies dominantes según Chinchilla (1994) citado por Manzanero C., M. A. (1999),

Para cada una de las zonas de vida según Holdridge, en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, se desarrolla Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, que son las dos áreas que cuenta con la mayor cobertura en el área de estudio, los resultados en estas zonas con respecto al Índice de valor de Importancia IVI donde predominan la especie de *Quercus crassifolia Bonpl.* con 73.57 y 24.44. *Quercus rugosa Neé.* con 34.19 y 9.08 con respecto al. El cual indica, que son las especies más importantes en estas zonas de vida.

Cabe resaltar que en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical se logró localizar dos especies nuevas para Guatemala y el Índice Valor de Importancia para la investigación y en el hábitat donde se desarrolla es de 8.71 *Quercus sp (nuevo registro 1)* y para *Quercus sp (nuevo registro 2)* es 2.17 del IVI.

3.1.3.1 Abundancia.

La abundancia para cada una de las especies de encinos, registradas en la identificación del género *Quercus*, que se localizan en el área de estudio, a través de los datos de campo se realizó el análisis de la abundancia absoluta y la abundancia relativa, para cada una de las zonas de vida, de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, teniendo como resultado un total de 533 individuos, registrados en el inventario para el área de estudio de 2.5 ha, siendo un total de 50 parcelas distribuidas en los dos municipios según las zonas de vida de Holdridge. Como se muestra en la tabla 16, 17 y 18

Tabla 16. Abundancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Zona de Vida	No .	Especie	No. de Árboles totales/especie	Abundancia	
				Absoluta (N/ha)	Relativa %
Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus crassifolia Bonpl.</i>	229	199	83,67
	2	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	16	14	5,85
	3	<i>Quercus acutifolia Neé.</i>	7	6	2,56
	4	<i>Quercus purulhana Trel.</i>	7	6	2,56
	5	<i>Quercus crispifolia Trel.</i>	5	4	1,83
	6	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	4	3	1,46
	7	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	3	3	1,10
	8	<i>Quercus segoviensis Liebm.</i>	3	3	1,10
		Total	274	238	100

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Tabla 17. Abundancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Abundancia	
				Absoluta (N/ha)	Relativa %
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus crassifolia Bonpl.</i>	73	73	32,74
	2	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	70	70	31,39
	3	<i>Quercus acatenangensis</i>	24	24	10,76
	4	<i>Quercus sp. (nuevo registro 1)</i>	22	22	9,87
	5	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	11	11	4,93
	6	<i>Quercus vicentensis Trel.</i>	11	11	4,93
	7	<i>Quercus sp. (nuevo registro 2)</i>	2	2	0,90
	8	<i>Quercus segoviensis Liebm.</i>	4	4	1,79
	9	<i>Quercus sapotifolia Liebm.</i>	4	4	1,79
	10	<i>Quercus elliptica Neé.</i>	2	2	0,90
Total			223	223	100

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Tabla 18. Abundancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Abundancia	
				Absoluta (N ha)	Relativa %
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	1	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	21	60	58,25
	3	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	14	40	38,83
	2	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	1	3	2,77
	Total			36	103

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

3.1.3.2 Dominancia

La dominancia absoluta y relativa para las especies de *Quercus* registradas en la investigación, de cada una de las zonas de vida se observan en las tablas 19, 20 y 21; donde se presenta la cantidad total de 3.344 m² de área basal, el cual representa 2.91 m²/ha de área basal para el bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, 4.97 m² de área basal, el cual representa a 4.97 m²/ha de área basal para Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y

para el Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical 2.32 m² de área basal, el cual representa a 6.62 m²/ha de área basal, como se muestra a continuación:

Tabla 19. Dominancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Dominancia	
				Absoluta (m ² /ha)	Relativa %
Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus crassifolia Bonpl.</i>	229	2,275	78,229
	2	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	16	0,280	9,630
	3	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	3	0,180	6,186
	4	<i>Quercus acutifolia Neé</i>	7	0,049	1,673
	5	<i>Quercus segoviensis Liebm.</i>	3	0,044	1,522
	6	<i>Quercus purulhana Trel.</i>	7	0,041	1,409
	7	<i>Quercus crispifolia Trel.</i>	5	0,022	0,744
	8	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	4	0,018	0,604
		Total	274	2,91	100

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Tabla 20. Dominancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Dominancia	
				Absoluta (m ² /ha)	Relativa %
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	70	2,12	42,60
	2	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	24	0,95	19,04
	3	<i>Quercus crassifolia Bonpl.</i>	73	0,80	16,11
	4	<i>Quercus sp. (nuevo registro 1)</i>	22	0,61	12,34
	5	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	11	0,19	3,73
	6	<i>Quercus vicentensis Trel.</i>	11	0,12	2,38
	7	<i>Quercus segoviensis Liebm.</i>	4	0,08	1,52
	8	<i>Quercus sp. (nuevo registro 2)</i>	2	0,08	1,52
	9	<i>Quercus sapotifolia Liebm.</i>	4	0,03	0,61
	10	<i>Quercus elliptica Neé.</i>	2	0,01	0,16
		Total	223	4,97	100

Fuente- Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Tabla 21. Dominancia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Dominancia	
				Absoluta (m ² ha)	Relativa %
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	1	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	21	3,09	46,7
	3	<i>Quercus rugosa</i> Neé.	14	3,50	52,9
	2	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	1	0,03	0,4
	Total			36	6,62

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

3.1.3.3 Frecuencia.

La distribución de las 13 especies de *Quercus* registradas en la investigación, de acuerdo al número de unidades de muestreo, donde se desarrollan las especies, en cada una de las zonas de vida que se localizan en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, se observan en las tablas 22, 23 y 24.

Tabla 22. Frecuencia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Frecuencia	
				Absoluta (N ha)	Relativa %
Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	229	20	58,82
	2	<i>Quercus rugosa</i> Neé.	16	4	11,76
	3	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	3	1	2,94
	4	<i>Quercus acutifolia</i> Neé.	7	2	5,88
	5	<i>Quercus purulhana</i> Trel.	7	2	5,88
	6	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	3	2	5,88
	7	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	4	2	5,88
	8	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	5	1	2,94
Total			274	34	100

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

En la tabla 22, se muestra que las especies de encinos que tienen mayor distribución según zona de vida de Bosque Húmedo Montano Subtropical son: *Quercus crassifolia* Bonpl. 58.82% y *Quercus rugosa* Neé. con 11.76% de

presencia; con menor participación están las especies de ***Quercus acatenangensis Trel.*** y ***Quercus crispifolia Trel.*** con 2.94%, cada una de ellas; las especies intermedias que está conformado por la mayoría de las especies registradas en el presente estudio tienen frecuencia relativa de 5.88 %, con la cantidad de 4 especies.

Tabla 23. Frecuencia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Frecuencia	
				Absoluta (N ha)	Relativa %
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus rugosa Neé.</i>	70	14	28,57
	2	<i>Quercus crassifolia Bonpl.</i>	73	12	24,49
	3	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	24	7	14,29
	4	<i>Quercus sp. (nuevo registro 1)</i>	22	2	4,08
	5	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	11	5	10,20
	6	<i>Quercus vicentensis Trel.</i>	11	4	8,16
	7	<i>Quercus sp. (nuevo registro 2)</i>	2	2	4,08
	8	<i>Quercus segoviensis Liebm.</i>	4	1	2,04
	9	<i>Quercus sapotifolia Liebm.</i>	4	1	2,04
	10	<i>Quercus elliptica Neé.</i>	2	1	2,04
Total			223	49	100

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

En la tabla 23, se muestra que las especies de encinos que tienen mayor distribución en según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical son: ***Quercus rugosa Neé.*** 28.57% y ***Quercus crassifolia Bonpl.*** con 24.49% de presencia en esta área; con menor participación están las especies de ***Quercus segoviensis Liebm.***, ***Quercus sapotifolia Liebm*** y ***Quercus elliptica Neé.*** con 2.04%, cada una de ellas; las especies intermedias que está conformado por ***Quercus acatenangensis Trel.*** con 14.29% y ***Quercus crispipilis Trel.*** con 10.20%, cabe mencionar que en esta zona de estudio se localizaron dos nuevas especies para Guatemala y tienen frecuencia relativa ***Quercus sp. (nuevo registro 1)*** y ***Quercus sp. (nuevo registro 2)*** con 4.08 % para cada una de ellas.

Tabla 24. Frecuencia absoluta y relativa por especie, según zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.

Zona de Vida	No.	Especie	No. de Árboles totales/especie	Frecuencia	
				Absoluta (N ha)	Relativa %
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	1	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	21	7	53,8
	3	<i>Quercus rugosa Neé</i>	14	5	38,5
	2	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	1	1	7,7
	Total		36	13	100

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

En la tabla 24, se muestra la distribución de cada una de las especies de encinos en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical se registraron 3 especies las cuales son: *Quercus acatenangensis Trel.* 53.8 %, *Quercus rugosa Neé.* con 38.5 % de presencia y con menor frecuencia está *Quercus crispipilis Trel.* con 7.7 %, esta zona de vida solo se localiza en el municipio de Totonicapán.

3.1.3.4 Índice de Valor de Importancia (IVI).

A través del análisis de los datos anteriores se obtuvieron los datos de la tabla 26, donde se presentan los resultados obtenidos de los parámetros abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa, que hacen posible obtener el índice de valor de importancia para cada una de las especies del género *Quercus*, registradas en cada una de las zonas de vida de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, valores de IVI comprendidos dentro de dicho rango, estas especies y sus valores respectivos se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 25. Índice de valor de importancia para las especies del género *Quercus* con dominancia ecológica por zonas de vida.

Zona de Vida	No	Especie	A (N/ha)	A (%)	D (m ² /ha)	D (%)	Fr (Abs)	Fr (%)	IVI (%)
Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus crassifolia Bonpl.</i>	199,13	83,67	2,27	78,23	20,00	58,82	73,57
	2	<i>Quercus rugosa Neé</i>	13,91	5,85	0,28	9,63	4,00	11,76	9,08
	3	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	2,61	1,10	0,18	6,19	1,00	2,94	3,41
	4	<i>Quercus acutifolia Neé.</i>	6,09	2,56	0,05	1,67	2,00	5,88	3,37
	5	<i>Quercus purulhana Trel.</i>	6,09	2,56	0,04	1,41	2,00	5,88	3,28
	6	<i>Quercus segoviensis Liebm</i>	2,61	1,10	0,04	1,52	2,00	5,88	2,83
	7	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	3,48	1,46	0,02	0,60	2,00	5,88	2,65
	8	<i>Quercus crispifolia Trel.</i>	4,35	1,83	0,02	0,74	1,00	2,94	1,84
	Total			238	100	2,91	100	34	100
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	<i>Quercus rugosa Neé</i>	70	31,39	2,12	42,60	14,00	28,57	34,19
	2	<i>Quercus crassifolia Bonpl.</i>	73	32,74	0,80	16,11	12,00	24,49	24,44
	3	<i>Quercus acatenangensis Tre.</i>	24	10,76	0,95	19,04	7,00	14,29	14,70
	4	<i>Quercus sp. (nuevo registro 1)</i>	22	9,87	0,61	12,34	2,00	4,08	8,76
	5	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	11	4,93	0,19	3,73	5,00	10,20	6,29
	6	<i>Quercus vicentensis Trel.</i>	11	4,93	0,12	2,38	4,00	8,16	5,16
	7	<i>Quercus sp. (nuevo registro 2)</i>	2	0,90	0,08	1,52	2,00	4,08	2,17
	8	<i>Quercus segoviensis Liebm.</i>	4	1,79	0,08	1,52	1,00	2,04	1,79
	9	<i>Quercus sapotifolia Liebm.</i>	4	1,79	0,03	0,61	1,00	2,04	1,48
	10	<i>Quercus elliptica Neé.</i>	2	0,90	0,01	0,16	1,00	2,04	1,03
Total			223	100	5	100	49	100	100
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	1	<i>Quercus acatenangensis Trel.</i>	60	58,00	3,00	47,00	7,00	54,00	53,00
	3	<i>Quercus rugosa Neé</i>	40	39,00	4,00	53,00	5,00	38,00	43,00
	2	<i>Quercus crispipilis Trel.</i>	3	3,00	0	0	1,00	8,00	4,00
	Total			103	100	7	100	13	100

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Según la tabla 25 la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, son las más diversas en cuanto a las especies de encino porque aparece con 2 especies con los valores más altos de IVI, que son: *Quercus crassifolia Bonpl.*, con 73.57 y 24.44. *Quercus rugosa Neé.*, con 34.19 y 9.08. Sin embargo, las

especies de *Quercus acatenangensis* Trel., se registra en las tres zonas de vida, siendo esta la predominante de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, con un valor 53, por los valores de abundancia y dominancia 60 árboles por hectárea definiendo completamente la zona de vida.

En la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical se registran dos nuevas especies donde el *Quercus sp. (nuevo registro 1)* tiene un valor de importancia de 8.71 y *Quercus sp. (nuevo registro 2)* con 2.17 para esta zona.

Las especies con los mayores índices de importancia reflejan la importancia o dominancia ecológica, que tienen en cada zona de vida donde se desarrollan las especies del género *Quercus*, identificadas para los municipios de Tonicapán y Santa María Chiquimula. A continuación, se presentan las figuras del IVI por zona de vida.

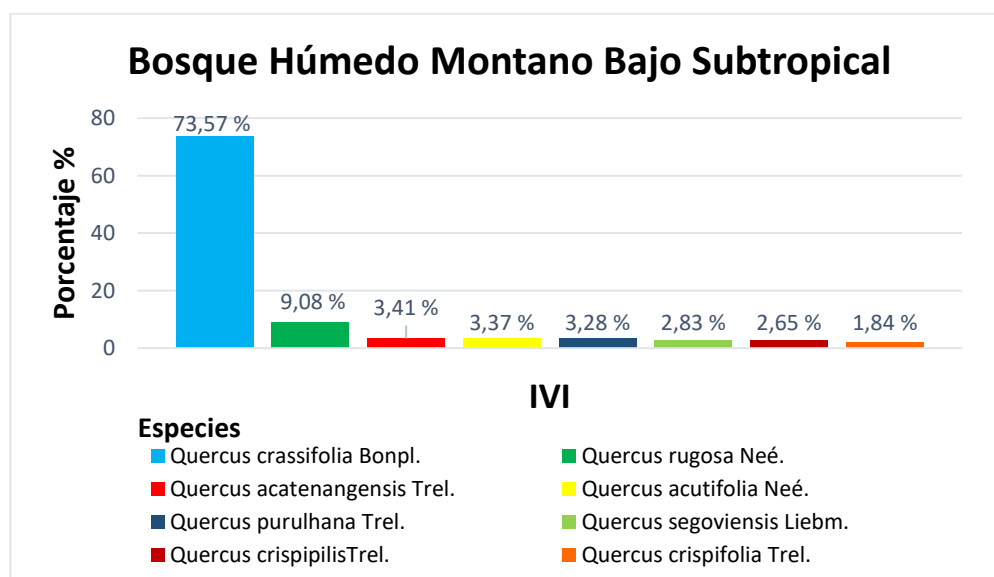


Figura 6. Índice de Valor de Importancia de las especies en Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

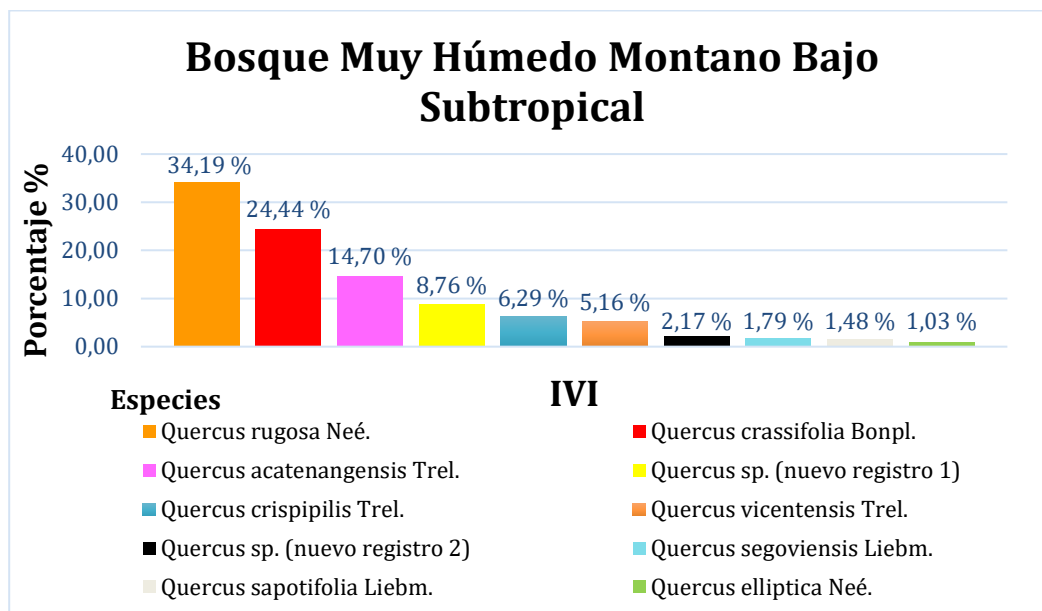


Figura 7. Índice de Valor de Importancia de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

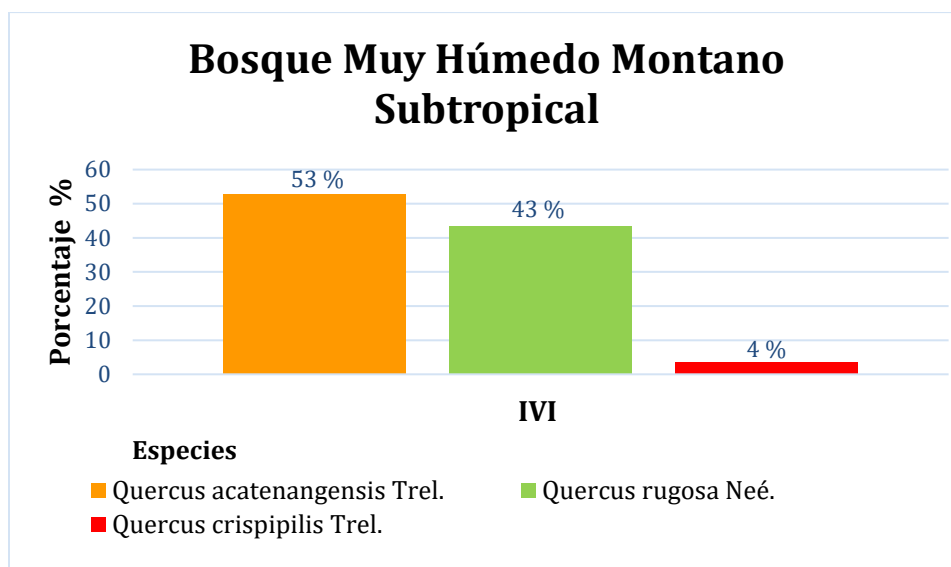


Figura 8. Índice de Valor de Importancia de las especies en Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

3.1.3.5 Diversidad de especies del género *Quercus* de las zonas de vida de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula.

Para el cálculo de los Índices de Diversidad de Shannon-Wiener y el Índice de Equitatividad, por las tres zonas de vida definidas los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, se presentan los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 26. Índice de diversidad de Shannon-Wiener e índice de equitatividad en las tres zonas de vida del municipio de Totonicapán y Santa María Chiquimula.

Zona de Vida	S	ISW	E
Bosque Húmedo Montano Subtropical	8	0,87	0,421
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	10	1,25	0,541
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	3	0,76	0,688

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Referencias:

S = Presencia de especies/comunidad (Riqueza)

ISW = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

E = Índice de equitatividad

De acuerdo a la tabla 26, la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Subtropical presenta una riqueza de 8. La zona de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, presenta una riqueza de 10 especies, Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, presenta una menor riqueza con un valor de tres, estos datos al compararla con las otras dos zonas de vida.

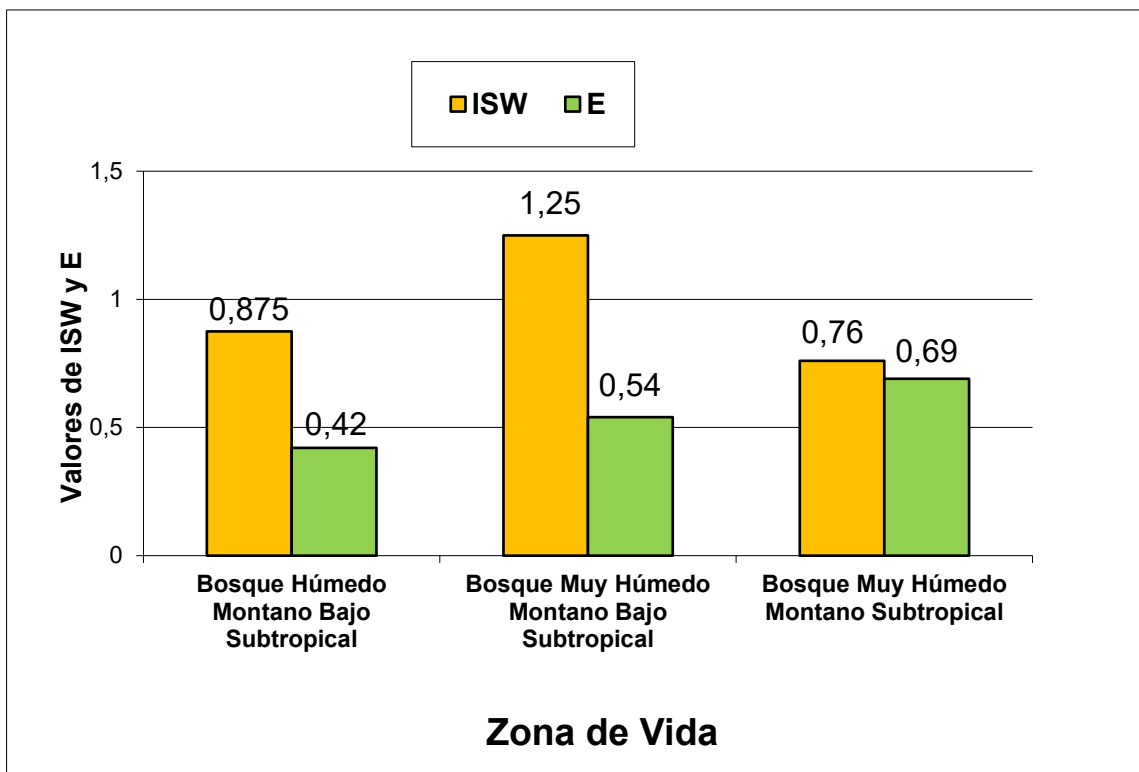


Figura 9. Comportamiento del Índice de Shannon Wiener e Índice de Equitatividad

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de equitatividad o uniformidad se ilustran en la figura 9, donde se da a conocer los valores para la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical con ISW de 1.25 y la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Subtropical con ISW de 0.87 son muy semejantes en cuanto a la diversidad de sus especies, mientras que zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical presenta un ISW de 0.76, en el cual indica que esta comunidad presenta una baja diversidad.

En la figura 9, se da a conocer las zonas de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Húmedo Montano Subtropical son muy diversas y a la vez presentan una variación poco significativa en cuanto a su diversidad, por tal razón estas dos zonas de vida son similarmente

homogéneas, dado que los valores del índice de equitatividad varían de 0.421 a 0.541 para dichas zonas. Por parte de la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical presenta variación en cuanto a su heterogeneidad en comparación de las otras dos zonas de vida, puesto que presenta un índice de equitatividad de 0.688; lo que representa que la abundancia de sus especies es baja.

Las zonas de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, pueden catalogarse por ser comunidades muy diversas, debido se desarrollan en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula y la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical solo se localiza en el municipio de Totonicapán.

3.2 Comprobación de las hipótesis.

3.2.1 Hipótesis Nula.

La diversidad de las especies del género *Quercus*, no influyen en la estructura horizontal del estrato arbóreo de los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según las tres zonas de vida según Holdridge.

3.2.2 Hipótesis Alterna.

La diversidad de las especies del género *Quercus*, influyen en la estructura horizontal del estrato arbóreo de los bosques de los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según las tres zonas de vida según Holdridge.

A través, de los datos obtenidos de las 50 unidades de muestreo, distribuidas en las tres zonas de vida según Holdridge en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, se analizó los resultados, si dentro de las variables establecidas como la diversidad de las especies del género *Quercus* influyen en la estructura horizontal del estrato arbóreo de los encinos, de los bosques de los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, según las tres zonas de vida según Holdridge, el cual fue analizado con el índice de Equitatividad.

En la tabla 27, se da por aceptado la hipótesis alternativa demostrando la diversidad de las especies del género *Quercus*, influyen en la estructura horizontal del estrato arbóreo, en las tres zonas de vida de Holdridge, se encuentran dos zonas de vida en el rango diverso según el Índice de Equitatividad. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 27. Análisis del rango del índice de Equitatividad.

Zona de Vida	S	ISW	E	Rango
Bosque Húmedo Montano Subtropical	8	0.87	0.421	Medianamente diverso
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	10	1.25	0.541	Diverso
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	3	0.76	0.688	Diverso

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Regla de decisión de los rangos comparadores para el Índice de Equitatividad son:

- 0-0.25 = poco diverso
- 0.25-0.50 = medianamente diverso
- 0.50-0.75 = diverso
- 0.75-1 = muy diverso.

Fuete. Palacios, 2012.

3.3 Hallazgos de la investigación

3.3.1 Identificación de especies.

Género *Quercus* L. Este es el género más grande y ampliamente distribuido de la familia Fagaceae y el número de especies reportado varía grandemente dependiendo de los diferentes tratamientos y clasificaciones de los diversos autores que han trabajado en este género (Rzedowski, 1986). El mayor número de especies está en el continente americano, donde se extiende desde Estados Unidos hasta los Andes colombianos. México es el país que cuenta con el mayor número de especies, calculando que hay unas 150 sólo en ese país. En Centroamérica, Muller reporta 46 especies, con la mayor concentración en Guatemala (Rzedowski, 1986).

Los encinos pertenecen a la familia Fagaceae, la cual comprende dos géneros: *Quercus* y *Fagus*. El género *Quercus* es el más numeroso y es el que abarca mayor distribución en todo el mundo. La clasificación taxonómica del género *Quercus* pertenece a la clase Magnoliopsida, al orden Fagales. En Guatemala los encinos y robles son árboles importantes y característicos, se encuentran mezclados en bosques de pino-encino, pero con frecuencia los encinos forman rodales casi puros. (Standley & Steyermark, 1952, pág. 369).

Los bosques de encinos en Guatemala, se estima que hay más de 400 especies en el mundo y Müller reconoce 46 en Centroamérica, la mayoría de estos se encuentran en Guatemala, pero muchas otras crecen hacia el sur en Costa Rica y Panamá (Müller, 1942). Se han considerado dos centros de diversidad para el género *Quercus*, el primero se localiza en Asia y Malasia, y el segundo lugar se presenta en el centro, sur y Sierra Madre Occidental de México (Valencia-A., 2004).

La mayor variación morfológica de este género por la hibridación de sus especies ha originado una gran cantidad de nombres por lo que es necesario llevar a cabo estudios exhaustivos y una revisión del género y nomenclatura. Para Totonicapán se habían identificado únicamente 5 especies del género *Quercus* a través de colectas que cuentan con registro en el Herbario de USCG, las cuales fueron colectadas e identificadas en el año 2015, (Mejicanos, 2016). Se citan 4 especies de las registradas para este departamento según Standley & Steyermark en la Flora de Guatemala.

En la actualidad, no se cuenta con información específica de cada una de las especies de encino, que se desarrollan en Totonicapán, a través de ello se evidencia la falta de investigaciones e información de este importante género para este departamento, obteniendo como resultado de este estudio, la contribución de información con respecto a la diversidad de especies y por zonas de vida que se desarrollan en este departamento.

En el desarrollo de la presente, se identificaron un total de 13 especies de encinos incluyendo 2 nuevas especies para Guatemala, distribuyéndose en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula sumando a la diversidad de especies del género *Quercus* para el departamento, según las 3 zonas de vida que se desarrollan en estas áreas, el estudio de este género importante y el aporte de esta investigación en el conocimiento de los bosques para el departamento y para Guatemala, es de suma importancia para la riqueza y diversidad biológica. Por lo tanto, es relevante la exploración con énfasis botánico para ir llenando vacíos de información en áreas tan importantes por sus altos índices de endemismo y riqueza (Estrada, García y Machuca, 2015).

Así mismo Quezada indica, del 2015 a la fecha, la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de la Unidad de Investigación del Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas, con el aval de la Dirección

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

3.3.2 Riqueza y distribución de especies de Quercus en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, departamento de Totonicapán.

La riqueza de las especies como *Q. acatenangensis Trel.*, *Q. acutifolia Neé.*, *Q. crassifolia Bonpl.*, *Q. crispifolia Trel.*, *Q. crispipilis Trel.*, *Q. elliptica Neé.* y *Q. sapotifolia Liebm.*, pertenecen a la sección Quercus sect Quercus (Encinos blancos). *Q. rugosa Neé.*, *Q. purulhana Trel.*, *Q. segoviensis Liebm.* y *Q. vicentensis Trel.*, los cuales pertenecen a la sección Quercus sec. Lobatae, (Encinos rojos). Según lo anterior, los encinos rojos, son más diversos en los bosques templados y húmedos y los encinos blancos presentan mayor diversidad en climas estacionales, como el bosque seco lo que es congruente con lo mencionado por Nixon (2006).

Especies como *Quercus crassifolia* y *Q. rugosa*, entre otras, en algunos lugares son de hábito foliar perenne, y en otros semidecidua (Guzmán, 1985; Zavala, 1995). Estas especies parecen estar adaptándose a condiciones variables de humedad y temperatura. Por ello *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*, son las de distribución más amplia (Bello y Labat, 1987; Ávalos et al. 2002).

La mayor parte de las especies modernas de *Quercus* podrían estar restringidas geográficamente; al respecto, se ha propuesto que evolucionaron después de la dispersión del género (Trelease, 1924) y que tal vez, al encontrarse ante condiciones climáticas más secas se crearon grupos aislados que posteriormente pudieron haber originado nuevas especies, tanto bajo condiciones húmedas como secas (Kaul, 1985).

De manera semejante, la investigación taxonómica del género aún tiene mucho que aportar, pues se requiere llenar grandes huecos, pero éstos podrían cubrirse no solo con estudios taxonómicos regionales (González, 1993).

Diversos trabajos pueden realizarse mediante la consulta a herbarios, con lo cual se podría conocer la distribución más precisa; pero no sólo se puede lograr la representación de la distribución de un taxón en un mapa, sino que se esperaría conocer, además, los factores relacionados con la distribución de encinos en las diferentes condiciones ambientales (p.e. climáticas, edáficas, fisiográficas) del país. Estos aspectos podrían darnos bases para presentar opciones ante problemas taxonómicos del género, los cuales parecen ser abundantes. Posiblemente el grado de desconocimiento de la distribución de los encinos mexicanos ha impedido sustentar alguna propuesta para incluir especies de encinos en las listas de categorías de especies en riesgo para su conservación. La información fitogeográfica de los encinos permitiría entender distintos aspectos relacionados con su regeneración natural y, por tanto, ayudaría en su aprovechamiento y manejo. (Zavala, 1998).

Es importante destacar las dos nuevas especies del género *Quercus* para Guatemala, ***Quercus* sp. (nuevo registro 1)**, ***Quercus* sp. (nuevo**

registro 2), las cuales no se encuentran registros de las especies y quedando pendiente su clasificación en las secciones mencionadas anteriormente. Estas nuevas especies fueron localizadas en el municipio de Santa María Chiquimula en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Subtropical.

Existen diferentes comunidades de encinos predominantes registradas en el país, en el cual se presenta una gran diversidad de especies de encinos. Las comunidades que a continuación se presentan tienen mucha relación con la presente investigación, debido a que se desarrolló por zona de vida las cuales son: Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical.

La diversidad de especies identificadas con respecto a su distribución de las 13 especies en los municipios de Totonicapán y de Santa María Chiquimula, del departamento de Totonicapán, tienen relación con respecto a las especies que se desarrollan en las comunidades de encinos, así mismo, estas comunidades indican que existen más especies que se desarrollan en ellas y en la presente investigación no fueron localizadas.

- **Bosques húmedos de encino**

- ***Q. sapotifolia, Q. vicentensis, Q. purulhana, Q. callopylla,***

Esta comunidad es frecuente encontrarla en altitudes que oscilan entre los 1200-1700 m.s.n.m., se caracteriza por presentar alta humedad y se encuentra en una franja de vegetación previa a los bosques nubosos. En la región noroccidental predomina el ensamble entre ***Quercus callopylla, Quercus sapotifolia y Quercus purulhana***, mientras que en la región central predominan ***Quercus sapotifolia, Quercus purulhana y Quercus vicentensis***. En esta franja pueden traslaparse especies que son más frecuentes en lugares más altos y más secos como ***Q. crassifolia, Q. acatenanguensis y Q. tristis***, pero son menos frecuentes. Asimismo, existe un

fuerte traslape de esta comunidad con los bosques de pino-encino, sin embargo, la dominancia de estas especies tiende a disminuir en este tipo de hábitat. (Quezada, et al. 2019).

- **Bosques templados de encino**

***Q. rugosa*, *Q. crassifolia*, *Q. acatenangensis*, *Q. crispifolia*. *Q. tristis*,**

Esta comunidad es frecuente encontrarla en altitudes entre 1600-2100m, son comunidades abundantes en el occidente del país, y su composición varía según la humedad. En la región central predomina este ensamble, mientras que en sitios más húmedos tiende a aparecer ***Q. crispifolia*** y en lugares más secos ***Q. crispipilis***, esta especie tiende a reemplazar a ***Q. tristis*** en este ensamble. Al igual que los otros ensambles, este tiende traslaparse con bosques de Pino-Encino, pero su dominancia disminuye y otras especies de encino suelen ser codominantes con especies de pino. (Quezada, et al. 2019).

3.3.3 Estructura horizontal del estrato arbóreo del género *Quercus*

La estructura de la vegetación se refiere a la distribución del componente arbóreo, en el plano horizontal. Básicamente la estructura horizontal está dada por la abundancia, frecuencia y dominancia (Finegan, 1992). Los encinares mantienen relaciones complejas con los pinares. Esta complejidad se debe a la semejanza en cuanto a sus requerimientos ecológicos, ya la intervención humana (Rzedowski et al., 1977; Rzedowski, 1978). Otro problema es la alta hibridación entre especies (Muller, 1942b; Stace, 1980; Grant, 1981) Su distribución amplia, que dificulta su estudio (Zavala, 1995).

Los procesos dinámicos de estas especies en conjunto son difíciles debido a su alto número, y a su amplia distribución en hábitats con condiciones ecológicas diversas. A pesar de ello, algunos autores, indirectamente han abordado la ecología de los encinares (Flores, 2007). La gran mayoría de las investigaciones realizadas han tenido como objetivo la obtención de listas florísticas más que a describir las características y los patrones de dinámica, distribución y abundancia de las especies, aspectos importantes para entender el funcionamiento de estas comunidades (Standley, 1920-1926; Trelease, 1924; Muller, 1936).

La ecoregión toma el nombre de bosques de pino-encino (***Pinus spp.*** – ***Quercus spp.***) debido a que es la asociación vegetal predominante, ocupando el rango altitudinal de 600 a 2,300 metros sobre el nivel del mar (msnm). Las variantes en la estructura horizontal en la ecoregión ocurren cuando el bosque de pino-encino se mezcla con otras especies latifoliadas como las de género ***Ostrya sp.***, ***Liquidambar styraciflua***, y ***Alnus spp.***, entre otras. Los bosques montanos se encuentran a mayores elevaciones y constituyen una ecoregión diferente. (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008).

Los bosques de pino-encino dentro de la ecorregión, se encuentran desde los 600 hasta los 2,300 msnm. Arriba de este límite se localizan los bosques montanos que alcanzan los 3,000 msnm. La temperatura varía según el rango altitudinal (14 - 25° C), mientras que la orientación respecto a los vientos húmedos, también, permite una variación en la cantidad de lluvia recibida (900 - 3,700 mm). Las dos variables anteriores unidas a una gran variedad de tipos de suelo, denotan una alta variabilidad en cuanto a composición y estructura del bosque de pino-encino (González-Espinosa et al., 2005b).

Las especies de encinos que presentaron mayor frecuencia en la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Subtropical fueron: ***Quercus crassifolia Bonpl.*** 58.82% y ***Quercus rugosa Neé*** con 11.76% de presencia; para Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical son: ***Quercus rugosa*** 28.57%, ***Quercus crassifolia Bonpl.*** con 24.49% y ***Quercus acatenangensis Trel.*** con 14.29% de presencia en esta área; cabe mencionar que en esta zona de estudio se localizaron dos nuevas especies para Guatemala y tienen frecuencia relativa ***Quercus sp. (nuevo registro 1)*** y ***Quercus sp. (nuevo registro 2)*** con 4.08 % para cada una de ellas. Y para Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical se registraron 3 especies las cuales son: ***Quercus acatenangensis Trel.*** 53.8 %, ***Quercus rugosa Neé.*** con 38.5 %. (Tabla 23, 24 y 25).

La zona de vida de Bosque Húmedo Montano Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, son las más diversas en cuanto a las especies de encino porque aparece con 2 especies con los valores más altos de IVI, que son: ***Quercus crassifolia Bonpl.*** con 73.57 y 24.44. ***Quercus rugosa Neé*** con 34.19 y 9.08. Sin embargo, las especies de ***Quercus acatenangensis Trel.***, se registra en las tres zonas de vida, siendo esta la predominante de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, con un valor 53, por los valores de abundancia y dominancia. Y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical se registran dos nuevas especies donde el ***Quercus sp. (nuevo registro 1)*** tiene un valor de importancia de 8.71 y ***Quercus sp. (nuevo registro 2)*** con 2.17 para esta zona, (tabla 22). Al considerar el rango de IVI de 4.89% en adelante que contiene las especies dominantes según Chinchilla (1994) citado por Manzanero C., M. A. (1999).

Las zonas de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Húmedo Montano Subtropical pueden catalogarse por ser comunidades muy diversas, estas dos zonas de vida son similarmente homogéneas, debido a los valores del índice de equitatividad varían de 0.421 a 0.541 para dichas zonas, las cuales se desarrollan en los municipios de

Totonicapán y Santa María Chiquimula y la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, solo se localiza en el municipio de Totonicapán. variación en cuanto a su heterogeneidad en comparación de las otras dos zonas de vida, la cual presenta un índice de equitatividad de 0.688; lo que representa que la abundancia de sus especies es baja. Brower citado por Vargas P., J. M. (1999) y Odum (1974) indican que una comunidad es muy diversa, si casi todas sus especies son igualmente abundantes, lo cual es útil para medir su estabilidad y madurez.

Se reconoce la importancia del género por su alto valor energético (Instituto Nacional de Bosques & Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente, 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.

La diversidad y la estructura horizontal de este género para el departamento de Totonicapán, es de suma importancia la conservación, el conocimiento de los árboles de encino está asociada a su valor energético por considerarse fuente primaria de leña (Quezada et al., 2018). Estudios realizados a nivel nacional, indican que el principal uso que se le da a las especies de encino es para leña y carbón (Martínez et al., 2010; Melgar, 2003; Quezada et al., 2015, 2016b, 2018). del uso de recurso energético, el segundo es el uso de material de construcción que hacen los pobladores, 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.

Conclusiones.

La presente investigación realizada en el municipio de Totonicapán y Santa María Chiquimula del departamento de Totonicapán, permitió conocer la identificación de 13 especies del género **Quercus** (en idioma K'iche', Baq'it'), en las tres zonas de vida según Holdridge que se desarrollan en dicha área. Como se describen a continuación: para Bosque Húmedo Montano Subtropical se identificaron: **Q. crassifolia Bonpl.**, **Q. rugosa Neé.**, **Q. acatenangensis Trel.**, **Q. acutifolia Neé.**, **Q. purulhana Trel.**, **Q. segoviensis Liebm.**, **Q. crispipilis Trel.**, y **Q. crispifolia Trel.**

En la zona de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical son los siguientes encinos: **Q. rugosa Neé.**, **Q. crassifolia Bonpl.**, **Q. acatenangensis Trel.**, **Q. crispipilis Trel.**, **Q. vicentensis Trel.**, **Q. segoviensis Liebm.**, **Q. sapotifolia Liebm.**, **Q. elliptica Neé.**, estas dos zonas se desarrollan en los dos municipios del presente estudio. Y para Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical son las siguientes especies: **Q. acatenangensis Trel.**, **Q. rugosa Neé.** y **Q. crispipilis Trel.**, esta zona se desarrolla solo en el municipio de Totonicapán.

Se identificaron las especies de encino **Quercus sp. (nuevo registro 1)** y **Quercus sp. (nuevo registro 2)**, en la zona de vida según Holdridge de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, quedando como nuevos registros para Guatemala. Las cuales pueden ser consultadas a través de los ejemplares que quedaron en el Herbario de USAC, Las cuales contribuyen a la diversidad de especies para Guatemala.

Para la determinación de la riqueza de las especies de encino, a través del análisis de los datos obtenidos de las 50 parcelas circulares de 500m² cada una, muestreadas en campo en las tres zonas de vida que se desarrollan en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, se distribuyeron las

unidades de muestreo de la siguiente manera; para Bosque Húmedo Montano Subtropical de 23 parcelas, para Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical 20 y Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical 7 parcelas de campo, a nivel general de la investigación se registraron un total de 11 especies de encinos, 4 corresponden a la sección *Quercus* (encinos blancos) y 7 de la sección *Lobatae* (encinos rojos), quedando pendiente la clasificación de estas secciones de las dos especies nuevas. Como se puede observar en la tabla 7.

La abundancia y la distribución de las especies de *Quercus* encontradas en el área de la investigación, según cada una de las zonas de vida, se distribuye de la siguiente manera: Bosque Húmedo Montano Subtropical las especies de encinos que presentaron la abundancia mayor a través de la frecuencia de colecta fueron: *Q crassifolia Bonpl.* (en 20 unidades de muestreo) y *Q rugosa Neé.* (4). Para Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, predominan las siguientes especies; *Q rugosa Neé.* (14), *Q crasifolia Bonpl.* (12), y *Q acatenangensis Trel* (7). Para las nuevas especies *Quercus sp. (nuevo registro 1)* y *Quercus sp. (nuevo registro 2)*, localizados en 2 unidades de muestreo por cada una. En la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical las especies con mayor abundancia y distribución fueron: *Q acatenangensis Trel.* (7 unidades de muestreo) y *Q rugosa* (5), la especie con baja distribución es *Q. Crisipipilis Trel.* (Ver tabla 16, 17 y 18, donde se describen detalladamente los valores).

Para evaluar la estructura horizontal del estrato arbóreo especies del género *Quercus*, en los municipios de Totoncapán y de Santa María Chiquimula, según las zonas de vida según Holdridge. Se consideraron las variantes de abundancia, dominancia y frecuencia y para obtener el resultado del análisis del Índice de Valor de Importancia, para cada una de las zonas, con las especies identificadas en ellas. Donde se encuentra el Bosque Húmedo Montano Subtropical con los valores más altos del IVI que son: *Quercus crassifolia Bonpl.* con 73.57% y *Quercus rugosa Neé.* con 9.08% y con el

mínimo valor es *Quercus Crispifolia Bonpl.* con 1.84%, mientras las otras especies se mantienen en 3.41 a 2.65. Para Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical los valores son: *Quercus rugosa Neé.* con 34.19% y *Quercus crassifolia Bonpl.* con 24.44% y con el mínimo valor es *Quercus elliptica Neé.* con 1.03%, cabe mencionar que en esta zona de vida se localizan 10 especies, incluyendo las dos nuevas registradas para Guatemala, donde los valores del IVI son *Quercus sp. (nuevo registro 1)* con 8.71 y *Quercus sp. (nuevo registro 2)* con 2.17 para esta zona. Finalmente, para la zona de vida con menos cobertura en el municipio departamento de Totonicapán que es Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical localizamos tres especies donde los valores son los siguientes: *Quercus acatenangensis Trel.* con 53%, *Quercus rugosa* con 43% y con el valor más bajo *Quercus crispipilis Trel.* 4%. (ver tabla 25, donde se detallan los valores).

Para la presente investigación se determinó el análisis del índice de Diversidad de Shannon-Wiener y el Índice de Equitatividad por las tres zonas de vida definidas los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, donde los valores son: para Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical con ISW de 1.25 y E 0.541. Para Bosque Húmedo Montano Subtropical con ISW de 0.87 y E 0.421. Para la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical presenta un ISW de 0.76 y E 0.688. Las primeras dos zonas son muy semejantes en cuanto a la diversidad de sus especies, por lo que en la primera se localizaron 10 especies y en la segunda 8, mientras que la tercera zona de vida, permite ver que esta comunidad presenta una baja diversidad en la cual solo se presentan 3 especies de encinos (ver tabla 26).

Recomendaciones.

Es importante continuar con la caracterización, del género **Quercus** generando otras investigaciones, que tengan relación con la presente, en la región de occidente y principalmente en Totonicapán, donde se localizan en el hábitat de los encinos, debido a que en todas las áreas no se cuenta con información de las diferentes variedades, con respecto a la identificación de la diversidad de este género.

Es necesario socializar la información obtenida en la presente investigación, a través de espacios de capacitación donde se incluya temas sobre las características principales de cada uno de los encinos identificados de las 13 especies del género *Quercus*, que se localizaron en los municipios de Totonicapán y Santa María Chiquimula, involucrando instituciones gubernamentales (INAB, CONAP entre otras) y no gubernamentales (CEDRO, CARE, Utz' Che', entre otras), para contribuir al manejo y cuidado de cada una de ellas y así crear estrategias para la conservación de las mismas.

Se recomienda utilizar estas especies de *Quercus* identificadas (***Q. acatenanguensis* Trel., *Q. acutifolia* Neé., *Q. crassifolia* Bonpl., *Q. crispifolia* Tre.I, *Q. crispipilis* Trel., *Q. elliptica* Neé., *Q. purulhana* Trel., *Q. rugosa* Neé., *Q. sapotifolia* Liebm., *Q. segoviensis* Liebm., *Q. vicentensis* Trel., *Quercus sp.* (nuevo registro 1), *Quercus sp.* (nuevo registro 2) , en las zonas de vida que desarrollan en Totonicapán, en áreas potenciales para restauración del paisaje, con el fin de conservar y mantener la biodiversidad de las especies, en la región.**

Referencias Bibliográficas

- Guatemala, Parque Regional Municipal los Altos de San Miguel Totonicapán (2003) Departamento de Totonicapán, *Altiplano de Guatemala. Bosque de pino y roble de América Central, Bosque mixto*, http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/torf_spa.pdf
- Tórtola, L (2015) *El ecosistema en el corredor seco de Guatemala (Trabajo de graduación, Ingeniería Mecánica Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala)* 24-27 p. 71p. Recuperado el día 10 de abril de 2021.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/3772/1/Luis%20Fernando%20T%C3%B3rtola%20Lima.pdf>
- Calgua, E Ing. Salazar, J. Quezada, M (2018). *Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase IV: Huehuetenango y Quiché*. Recuperado el día 10 de abril de 2021. Por <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2018-21.pdf>
- 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 I. Las Verapaces y Petén*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el día 10 de abril de 2021. Por <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2015-18.pdf>
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, L. del R. & Marroquín-Tintí, A. A. (2015) *Contribución al conocimiento de los encinos (Quercus: Fagaceae) en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, Guatemala*. Recuperado el día 10 de abril de 2021. Por <https://digi.usac.edu.gt/ojsrevistas/index.php/cytes/article/view/153>.

- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, L. del R. & Marroquín-Tintí, A. A. (2019) *Diversidad, uso y valoración cultural de los encinos de la región central. Fase V: El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla*. Recuperado el día 10 de abril de 2021. Por <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2019-33.pdf>
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, L. del R. & Marroquín-Tintí, A. A. (2016) *Diversidad de encinos en Guatemala, una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación al cambio climático. Fase II. Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa*. Recuperado el día 10 de abril de 2021. Por <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2016-37.pdf>
- García, J (1998) *Caracterización dendrológica y ecológica del género Quercus L. en el bosque de la Montaña de Uyuca, Zamorano, Honduras*. Recuperado el 25 julio de 2020. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2827/1/CPA-1998-T042.pdf>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2009). *Lista de Especies Amenazadas de Guatemala -LEA- Y Listado de Especies de Flora y Fauna Silvestres CITES de Guatemala. Documento Técnico 67 (02-2009)* 60 p. Recuperado 12 de enero de 2020. <https://www.roavis.net/wp-content/uploads/2018/07/8GTLista-de-Especies-LEA-GT.pdf>
- Quezada, M (2015). *Contribución al conocimiento de los encinos (Quercus: Fagaceae) en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, Guatemala*. Recuperado el 25 agosto de 2021 por <https://digi.usac.edu.gt/ojsrevistas/index.php/cytes/article/view/153>
- Alvis, J (2009). *Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan, Colombia*, Recuperado el 25 agosto de 2021. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a13.pdf>

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 el 25 agosto de 2021 por http://www.pronaturasur.org/web/docs/PLAN_CONSERVACION_bosques_pino-encino.pdf

Standley, P. C., & Steyermark, J. A. (1952). *Flora of Guatemala Part III. Fieldiana Botany*, 24, 1 - 432. Recuperado el 25 agosto de 2021. [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2047192](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2047192)

Benítez, C (2006). *Botánica sistemática fundamentos para su estudio, Maracay, Venezuela.* Recuperado el 25 agosto de 2021. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Botanica/Botanica_Sistemica/GUIA_DE_BOTANICA_SISTEMATICA_I.pdf

Valencia, S (2004). *Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México, México,* Recuperado el 27 enero de 2022. Por [file:///C:/Users/dell/Downloads/1692Article%20Text%20\(DOC%20or%20DOCX\)%20\(Public%20PDF\)%20-9017-2-10-20170826.pdf](file:///C:/Users/dell/Downloads/1692Article%20Text%20(DOC%20or%20DOCX)%20(Public%20PDF)%20-9017-2-10-20170826.pdf)

Encina, J (2007). *Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México,* Recuperado el 27 enero de 2022. Por [file:///C:/Users/dell/Downloads/1765Article%20Text%20\(DOC%20or%20DOCX\)%20\(Public%20PDF\)%20-9553-110-20170822.pdf](file:///C:/Users/dell/Downloads/1765Article%20Text%20(DOC%20or%20DOCX)%20(Public%20PDF)%20-9553-110-20170822.pdf)

Serrano, S (2019) *composición y diversidad florística del bosque montano el cedro - San Silvestre De Cochán - San Miguel – Cajamarca, Perú,* Recuperado el 27 enero de 2022. Por

http://www.une.edu.pe/Sesion04Metodologia_de_la_investigacion.pdf

Maldonado, S (2018). *Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador*, Recuperado el 27 enero de 2022. Por <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a16v25n2.pdf>

Perla, C. Tórrez J (2008). *Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, Rivas, Nicaragua* Recuperado el 27 enero de 2022. Por <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp01p451.pdf>

Glosario.

Biodiversidad: comprende tanto la diversidad dentro de una especie o un ecosistema como la diversidad entre especies o ecosistemas. Los cambios en la biodiversidad pueden influir en el suministro de servicios ecosistémicos. La biodiversidad, al igual que los servicios ecosistémicos, ha de protegerse y gestionarse de forma sostenible.

Clave taxonómica: se consideran herramientas para la identificación de taxones para determinar el nivel de una especie y su género. Consisten en una serie de enunciados, proposiciones contrastantes y contradictorias que requieren del usuario comparaciones y decisiones basadas en los enunciados de la clave y en relación con el material con que se trabaja (Bentez, et al, 2006 pág. 6).

Dendrología. Se centra en el estudio de los árboles: identificación, distribución, determinación de la edad, características de cada especie (Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005). Es la rama de la botánica que se ocupa del estudio de las plantas leñosas, principalmente árboles y arbustos. Se centra sobre todo en las especies de importancia económica, examinándose desde el punto de vista sistemático y fitogeográfico.

Diversidad biológica: es la variedad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, los ecosistemas terrestres, marinos, acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; incluye la multiplicidad dentro de cada especie, entre las especies y el ecosistema" (Castroverde, 2007).

"La aplicación más frecuente que se le da al término diversidad es la de número de especies, o bien, al valor o índice que se obtiene conjuntando

información y la abundancia relativa de cada de uno de los individuos" (Moreno, 2001; Martínez, 2004, pág.11).

Ecorregión o región ecológica: es un área biogeográfica relativamente grande que se distingue por el carácter único de su ecología, clima, geomorfología, suelos, hidrología, flora y fauna.

Endémico: término utilizado en biología para indicar que la distribución de un taxón está limitada a un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

Especie: es la unidad básica en cualquier sistema de los seres vivientes, o sea, el peldaño inferior de toda forma de taxonomía biológica. Una especie es un conjunto de organismos capaces de reproducirse y obtener descendencia fértil (no híbrida), y que comparten sus rasgos básicos definitorios evolutivos. (Guía de Consultas Botánica II, S.F).

Fitogeografía de la Familia Fagaceae: se hace referencia a las características botánicas de la familia Fagaceae a la que pertenece el género *Quercus*. Es un grupo cosmopolita de árboles o arbustos siempre verdes de hojas deciduas que habitan las regiones templadas y tropicales, caracterizada por una bellota no valvada, contenida en una estructura llamada aquenio, que forma una cúpula donde se asienta la semilla.

Herbario: es una colección de ejemplares vegetales secos ordenados mediante un sistema taxonómico utilizados para fines científicos y comparativos de identificación sistemática a estudios botánicos. Cada ejemplar es una planta que ha sido secada, prensada, montada y debidamente identificada. (Quezada, et al 1999).

Servicios ecosistémicos: hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar alimentos nutritivos y agua limpia; al regular las enfermedades y el clima; al apoyar la polinización de los cultivos y la formación de suelos, y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales. Si bien se estima que estos bienes tienen un valor de 125 billones de USD, no reciben la atención adecuada en las políticas y las normativas económicas, lo que significa que no se invierte lo suficiente en su protección y ordenación. En la siguiente sección, podrá obtener más información sobre los cuatro tipos de servicios que prestan los ecosistemas mundiales.

Taxonomía: la ciencia que estudia los principios, métodos y fines de la clasificación. Este término se utiliza especialmente en biología para referirse a una clasificación ordenada y jerarquizada de los seres vivos y en educación para ordenar y diseñar los objetivos del aprendizaje. Es la parte de la sistemática que trata del estudio de la clasificación, incluyendo en ésta sus bases, principios, métodos y leyes (Bentez, et al, 2009 pág. 6). La taxonomía abarca la clasificación, nomenclatura e identificación de seres vivos y aspectos abióticos de la tierra. Además de la taxonomía de las plantas leñosas, la dendrología como la define Harlow, William, et al. Pág. 6).

Siglas

PEDN: Programa de Emergencias por Desastres Naturales.

SEGEPLAN: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República de Guatemala.

INAB. Instituto Nacional de Bosques.

BIGU: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Apéndice B: Boleta de recolección de datos del *Quercus* abundancia, diversidad, dominancia.

Universidad de San Carlos de Guatemala.
Centro Universitario de Totonicapán.

Ingeniería Forestal

Parcela No _____ Ubicación _____

Coordenadas: X: _____ Y: _____




Fecha de levantamiento. _____ Altitud (msnm) _____



ABUNDANCIA				
No.	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
DIVERSIDAD				
No.	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Observaciones
1				
2				
3				
DOMINANCIA				
No.	Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Observaciones
1				
2				
4				
5				

Fuente. Elaboración propia, agosto 2021.

Apéndice C: Etiqueta de las especies:

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE TONICAPÁN Ingeniería Forestal 	
Familia: Fagaceae Género: <i>Quercus</i>		
Nombre científico:		
Nombre común:		
Coordenadas: X _____ Y _____		
Localización:		
Observación:		
Colector:		
Fecha:		

Fuente. Elaboración propia, agosto 2021.

Anexo A: Constancia del Herbario BIGU, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. de identificación de las muestras recolectadas.



Documento electrónico referencia: Herbario USCG/JB-CECON 024-2022

A QUIEN CORRESPONDA;

Por medio de la presente se hace **CONSTAR** que en el Herbario USCG se recibieron 100 muestras botánicas de la **Br. Amanda Lucía Aguilar Tax**, que se idéntica con carné: **201541029**, provenientes de diferentes localidades de **Totonicapán**. Dichos ejemplares las fueron determinados por mi persona, los cuales corresponde a **trece especies de Quercus**, y dos especies de *Quercus* sin identificar aun dada la complejidad de los caracteres observados. De los ejemplares recibidos, **53 fueron seleccionados**, según la el estado del mismo para ingresarse a la colección de referencia del **Herbario USCG**, asignándoles los números de registro; **47559, 47561-47563; 47565, 47569, 47571-47580, 47701-47737**. Esta información puede consultarse en el Portal de Biodiversidad de Guatemala (biodiversidad.gt), Y para los usos que a la interesada convenga, extendiendo, firmo y sello, el día seis de abril del año dos mil veintidos.

"Id y enseñad a todos"



(Firma manuscrita)

Dra. Maura L. Quezada
Curadora Herbario USCG/Jardín Botánico
Centro de Estudios Conservacionistas.

cc. Archivo

Tabla 28. Características biofísicas de las unidades de muestreo.

No. Parcela	Coordenadas		Altitud (msnm)	Lugar	Municipio	Zona de Vida.
	X	Y				
1	413230	1652786	2552	Paraje Pacajca, Chuacorrall II	Santa María Chiquimula	bmh-MB
2	411323	1661379	2083	Paraje Chuisactol	Santa María Chiquimula	bh-MB
3	414363	1664168	1916	Paraje Xalcata, Aldea Racaná	Santa María Chiquimula	bh-MB
4	420274	1656758	2226	Aldea Chuicacá	Santa María Chiquimula	bmh-MB
5	413021	1647384	2800	Panquix	Totonicapán	bmh-M
6	409307	1657898	2230	Paraje Patúm, Aldea Xecachelaj	Santa María Chiquimula	bh-MB
7	412091	1660290	2137	Pa Tukar, Aldea Chuisactol	Santa María Chiquimula	bh-MB
8	406614	1656901	2511	Paraje Xoltajché, Aldea Xesaná	Santa María Chiquimula	bmh-MB
9	404572	1645215	2736	Paraje Paul, Cantón Xolsacmaljá	Totonicapán	bmh-MB
10	408513	1658155	2252	Centro Xebe, Aldea Xebe	Santa María Chiquimula	bh-MB
11	414305	1652538	2585	Paraje Tzantziviché, Aldea Casa Blanca	Santa María Chiquimula	bmh-MB
12	411322	1646687	2498	Panquix	Totonicapán	bmh-M
13	420891	1651969	2556	Paraje Chitohom Chotubalá, Aldea Chimente	Totonicapán	bmh-MB
14	404412	1649126	2474	Paraje Chitaló, Cantón Chuicruz	Totonicapán	bmh-MB
15	415313	1657222	2157	Paraje Tzununa, Aldea Casa Blanca	Santa María Chiquimula	bh-MB
16	412620	1654709	2460	Caserío Paxán, Aldea Chuacorrall II	Santa María Chiquimula	bmh-MB
17	407640	1656532	2457	Caserío Chilux, Aldea Xebé	Santa María Chiquimula	bmh-MB
18	407183	1659946	2178	Paraje Chuatacaj, Aldea El Rancho	Santa María Chiquimula	bh-MB
19	416848	1654427	2417	Paraje Xechituj, Aldea Chuachituj	Santa María Chiquimula	bmh-MB
20	403643	1658037	2456	Paraje Paquixik', Aldea Xesaná	Santa María Chiquimula	bmh-MB
21	417370	1653802	2457	Paraje Xechituj, Aldea Chuachituj	Santa María Chiquimula	bmh-MB
22	411920	1663798	1935	Paraje Xesiquel, Aldea Centro Población	Santa María Chiquimula	bh-MB
23	409397	1655309	2528	Paraje Carrillo, Aldea Xecachelaj	Santa María Chiquimula	bmh-MB
24	413639	1666112	2004	Paraje Chusiatit, Aldea Racana	Santa María Chiquimula	bh-MB
25	416494	1660398	1985	Paraje Carrillo, Aldea Chuisactol	Santa María Chiquimula	bh-MB

26	404203	1652894	2651	Comunidad de Paqui	Totonicapán	bh-MB
27	403747	1656504	2550	Paraje Pachun, Aldea Xesaná	Santa María Chiquimula	bmh-MB
28	414260	1661269	2038	Paraje Sacboj I, Aldea Chuacorrál I	Santa María Chiquimula	bh-MB
29	414151	1654370	2348	Caserío Pacacjá, Aldea Chuacorrál II	Santa María Chiquimula	bmh-MB
30	412937	1648628	2968	Totonicapán	Totonicapán	bmh-M
31	403937	1644056	2723	Caserío Pajebal, Aldea Vásquez	Totonicapán	bmh-MB
32	416909	1670065	1920	Aldea Racaná	Santa María Chiquimula	bh-MB
33	412819	1645012	2812	Panquix	Totonicapán	bmh-M
34	414842	1666648	1993	Aldea Racaná	Santa María Chiquimula	bh-MB
35	416573	1667248	1919	Paraje Pantzak II, Aldea Racaná	Santa María Chiquimula	bh-MB
36	415164	1665833	1920	Paraje Chitúm, Aldea Racaná	Santa María Chiquimula	bh-MB
37	414938	1656563	2160	Aldea Casa Blanca	Santa María Chiquimula	bh-MB
38	410419	1659309	2141	Paraje Patulub, Aldea Xecachelaj	Santa María Chiquimula	bh-MB
39	410154	1657699	2310	Caserío Carrillo, Aldea Xecachelaj	Santa María Chiquimula	bh-MB
40	409009	1660923	2165	Barrio Chuasiguan, Aldea Pacajá	Santa María Chiquimula	bh-MB
41	416058	1644174	3211	Panquix	Totonicapán	bmh-M
42	408569	1649783	2664	Paraje Patzité, Zona 1	Totonicapán	bh-MB
43	412340	1659632	2208	Paraje Chuijoj, Aldea Sactol	Santa María Chiquimula	bh-MB
44	405520	1645921	2580	Cerro de Oro, Caserío Xesacmaljá	Totonicapán	bmh-MB
45	408876	1652181	2885	Parcialidad Caxaj	Totonicapán	bmh-MB
46	412066	1650442	2819	Totonicapán	Totonicapán	bmh-M
47	411101	1651844	2782	Paraje Chuamazan Zona 1,	Totonicapán	bmh-MB
48	416605	1657348	2300	Caserío Pacamtux, Aldea Xecajá	Santa María Chiquimula	bh-MB
49	410783	1648518	3135	Totonicapán	Totonicapán	bmh-M
50	402715	1652980	2667	Cantón Paqui	Totonicapán	bmh-MB

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Referencias:

bh-MB = bosque húmedo Montano Bajo subtropical bosque muy húmedo.

bmh-MB = Montano Bajo subtropical.

bmh-M = bosque muy húmedo Montano subtropical.

Tabla 29. Base de datos de las parcelas de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Total, de parcelas: 23 circulares de 500m ²						Área Total Muestreado: 1.15 Ha (11,500 m ² /ha)					
P	No. Á	Especie	DAP (cm)	H (m)	AB (m ² /ha)	P	No. Á	Especie	DAP (cm)	H (m)	AB (m ² /ha)
2	1	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	10	0,0113	28	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	9,0	7	0,0064
2	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	9	0,0079	28	6	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	9,0	9	0,0064
2	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	9,0	10	0,0064	28	7	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	28,0	13	0,0616
2	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	13,0	9	0,0133	28	8	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	14,0	11	0,0154
2	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	4	0,0038	28	9	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	19,0	11	0,0284
2	6	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	2	0,0020	28	10	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	6	0,0038
2	7	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	4,0	3	0,0013	28	11	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	15,0	10	0,0177
2	8	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	3,0	3	0,0007	28	12	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	21,0	12	0,0346
2	9	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	8	0,0095	28	13	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	4	0,0028
2	10	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	13,0	8	0,0133	28	14	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	17,0	11	0,0227
2	11	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	7	0,0095	28	15	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	7	0,0079
2	12	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	6	0,0038	28	16	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	7	0,0038
2	13	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	7	0,0113	28	17	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	10	0,0038
2	14	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	14,0	8	0,0154	28	18	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	6	0,0113
2	15	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	7	0,0113	28	19	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	20,0	12	0,0314
2	16	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	9	0,0113	28	20	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	22,0	13	0,0380
2	17	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	22,0	9	0,0380	28	21	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	6	0,0020
2	18	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,5	4	0,0033	28	22	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	15,0	8	0,0177
2	19	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	4,0	4	0,0013	28	23	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	5	0,0020
2	20	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	4	0,0020	28	24	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028
2	21	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	25,0	11	0,0491	28	25	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028
2	22	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	5	0,0020	28	26	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	6	0,0028
2	23	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	4,0	5	0,0013	28	27	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	4,0	5	0,0013
2	24	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	5	0,0050	28	28	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	8	0,0113
2	25	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	13,0	9	0,0133	28	29	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	5	0,0050
2	26	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,5	5	0,0033	28	30	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	15,0	11	0,0177

2	27	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	5	0,0028	28	31	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	18,0	12	0,0254
2	28	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,5	4	0,0033	28	32	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038
2	29	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	4	0,0020	28	33	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	19,0	13	0,0284
Total	29	Total	9,4	6,3	0,2586	Total	33	Total	10,58	7,36	0,4190
3	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,5	5	0,0057	32	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	30,0	10	0,0707
3	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,5	6	0,0123	32	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	8	0,0113
3	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	3	0,0028	32	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	8	0,0079
3	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,0	5	0,0064	Total	3	Total	17,33	8,67	0,0898
3	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,0	5	0,0064	34	1	<i>Q. rugosa</i> Neé.	12,5	5	0,0123
3	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038	Total	1	Total	12,5	5	0,0123
3	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,5	5	0,0024	35	1	<i>Q. crispifolia</i> Trel.	8,0	6	0,0050
3	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	5	0,0007	35	2	<i>Q. crispifolia</i> Trel.	10,0	7	0,0079
3	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	5	0,0007	35	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	8	0,0177
3	10	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,5	5	0,0010	35	4	<i>Q. acutifolia</i> Neé.	6,0	7	0,0028
3	11	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,5	5	0,0033	35	5	<i>Q. crispifolia</i> Trel	4,0	3	0,0013
Total	11	Total	6,7	4,9	0,0454	35	6	<i>Q. crispifolia</i> Trel.	4,0	2	0,0013
6	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	29,0	9	0,0661	35	7	<i>Q. acutifolia</i> Neé.	5,5	4	0,0024
6	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	20,0	8	0,0314	35	8	<i>Q. acutifolia</i> Neé.	5,0	4	0,0020
6	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	8	0,0079	35	9	<i>Q. acutifolia</i> Neé.	11,0	10	0,0095
6	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	2,5	0,0050	35	10	<i>Q. acutifolia</i> Neé.	11,0	9	0,0095
6	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	7	0,0079	35	11	<i>Q. acutifolia</i> Neé.	16,0	10	0,0201
6	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	6	0,0050	35	12	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	13,0	9	0,0133
6	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	7	0,0177	35	13	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,5	8	0,0123
6	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	3	0,0038	35	14	<i>Q. segoviensis</i> <i>Liebm.</i>	22,0	10	0,0380
Total	8	Total	13,38	6,31	0,1447	Total	14	Total	10,21	6,93	0,1429
7	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038	36	1	<i>Q. rugosa</i> Neé.	10,0	7	0,0079
7	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038	36	2	<i>Q. rugosa</i> Neé.	18,5	10	0,0269
7	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	4	0,0020	36	3	<i>Q. rugosa</i> Neé.	8,0	5	0,0050
7	4	<i>Q. purulhana</i> Trel.	6,0	4	0,0028	Total	3	Total	12,17	7,33	0,0398

7	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038	37	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	14,0	9	0,0154
7	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	4	0,0028	37	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	9	0,0113
7	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	4	0,0013	37	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	9	0,0113
7	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	4	0,0013	37	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	2,5	0,0013
7	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	5	0,0028	37	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,0	3	0,0095
7	10	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	4	0,0020	37	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	4	0,0050
7	11	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	4	0,0020	37	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,0	9	0,0095
7	12	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	4	0,0013	37	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	18,0	9	0,0254
7	13	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	4	0,0007	37	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	16,0	8	0,0201
7	14	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	6	0,0038	37	10	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	4	0,0079
7	15	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	4	0,0007	37	11	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	4	0,0038
7	16	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	10	0,0177	37	12	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	2,5	0,0013
7	17	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	5	0,0028	37	13	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	2,5	0,0013
7	18	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	4	0,0007	37	14	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	2	0,0013
7	19	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	4	0,0007	37	15	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	5	0,0050
7	20	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	4	0,0007	Total	15	Total	9,53	5,50	0,1294
7	21	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	2,5	6	0,0005	38	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	8	0,0177
7	22	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	2,5	6	0,0005	38	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	8	0,0177
7	23	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	5	0,0013	38	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	8	0,0177
7	24	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	5,5	0,0028	38	4	<i>Quercus crassifolia</i>	15,0	8	0,0177
7	25	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	9	0,0079	38	5	<i>Quercus crassifolia</i>	6,0	3	0,0028
7	26	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,5	9	0,0044	38	6	<i>Quercus crassifolia</i>	12,0	7	0,0113
7	27	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,0	8	0,0064	38	7	<i>Quercus crassifolia</i>	52,0	14	0,2124
7	28	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	8	0,0038	38	8	<i>Quercus crassifolia</i>	12,0	8	0,0113
7	29	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	8	0,0079	Total	8	Total	17,75	8,00	0,3085
7	30	<i>Q. segoviensis</i> <i>Liebm.</i>	8,0	7	0,0050	39	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	5	0,0113
7	31	<i>Q. segoviensis</i> <i>Liebm.</i>	10,0	7	0,0079	39	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	4	0,0079
7	32	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	7	0,0050	39	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	5	0,0050

7	33	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	8	0,0038	39	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	4	0,0050
Total	33	Total	6,08	5,65	0,1147	39	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	5	0,0079
10	1	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	5	0,0038	39	6	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	2,5	0,0020
10	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	6	0,0079	39	7	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	6	0,0079
10	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	6	0,0095	39	8	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	3	0,0038
10	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	5	0,0050	39	9	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	18,0	8	0,0254
10	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	5	0,0038	39	10	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	2	0,0020
Total	5	Total	8,60	5,40	0,0301	39	11	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	3	0,0050
15	1	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	10	0,0113	39	12	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	4	0,0038
15	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	7	0,0050	39	13	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	4	0,0079
15	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	8	0,0038	39	14	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	3,0	4	0,0007
15	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	5	0,0038	39	15	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	4	0,0079
15	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	9,0	8	0,0064	39	16	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	4	0,0079
15	6	<i>Q. acutifolia Neé.</i>	10,0	8	0,0079	39	17	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	12,0	4	0,0113
15	7	<i>Q. acutifolia Neé.</i>	12,0	10	0,0113	Total	17	Total	9,00	4,21	0,1226
15	8	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	9,0	8	0,0064	40	1	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	4	0,0079
15	9	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	7	0,0050	40	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	5	0,0050
Total	9	Total	9,11	7,89	0,0609	40	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,0	4	0,0050
18	1	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028	40	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	5	0,0079
18	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	8	0,0095	40	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	2,5	0,0020
18	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,5	9	0,0104	40	6	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	10,0	6	0,0079
18	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028	40	7	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	3	0,0038
18	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	18,0	9	0,0254	40	8	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	18,0	8	0,0254
Total	5	Total	10,50	7,20	0,0510	Total	8	Total	9,50	4,69	0,0649
22	1	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	8	0,0095	42	1	<i>Q. acatenangensis Trel</i>	47,0	17	0,1735
22	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,5	9	0,0104	42	2	<i>Q. rugosa Neé</i>	17,0	14	0,0227
22	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028	42	3	<i>Q. rugosa Neé</i>	17,0	14	0,0227
22	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	5	0,0038	42	4	<i>Q. acatenangensis Trel</i>	5,0	7	0,0020

22	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	4	0,0020	42	5	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	3,0	5	0,0007
Total	5	Total	8,10	6,20	0,0285	42	6	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	2,0	3	0,0003
24	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,5	6	0,0044	42	7	<i>Q. rugosa</i> Neé	13,0	8	0,0133
24	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,5	6,5	0,0104	42	8	<i>Q. rugosa</i> Neé	12,0	8	0,0113
24	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	6,5	0,0079	42	9	<i>Q. rugosa</i> Neé	27,0	14	0,0573
24	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,0	5,5	0,0095	42	10	<i>Q. acatenangensis</i> Trel	20,0	15	0,0314
Total	4	Total	10,00	6,13	0,0322	42	11	<i>Q. rugosa</i> Neé	13,0	10	0,0133
25	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	6	0,0050	42	12	<i>Q. rugosa</i> Neé	15,0	10	0,0177
25	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,0	6,5	0,0095	Total	12	Total	15,92	10,42	0,3661
25	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,0	6,5	0,0064	43	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	3	0,0038
25	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	5,5	0,0113	43	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	13,0	7	0,0133
Total	4	Total	10,00	6,13	0,0322	43	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	5	0,0028
26	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,5	12	0,0189	43	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	4	0,0020
26	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	16,0	12	0,0201	43	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	4	0,0028
26	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	21,0	14	0,0346	43	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,0	7	0,0064
26	4	<i>Q. rugosa</i> Neé	15,0	10	0,0177	43	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	7	0,0038
26	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	18,5	13	0,0269	43	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	4	0,0013
26	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	19,0	14	0,0284	43	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	3,5	0,0013
26	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	12	0,0177	43	10	<i>Q. purulhana</i> Trel.	7,0	5	0,0038
26	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	18,0	14	0,0254	43	11	<i>Q. purulhana</i> Trel.	4,0	2,5	0,0013
26	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	12	0,0177	43	12	<i>Q. purulhana</i> Trel.	9,0	7	0,0064
26	10	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	32,5	16	0,0830	43	13	<i>Q. purulhana</i> Trel.	7,0	6	0,0038
26	11	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	13,0	10	0,0133	43	14	<i>Q. purulhana</i> Trel.	12,0	10	0,0113
26	12	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	12	0,0177	Total	14	Total	7,14	5,36	0,0641
26	13	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	16,0	13	0,0201	48	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,5	8	0,0104
26	14	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	32,0	17	0,0804	48	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,5	8	0,0071
26	15	<i>Q. rugosa</i> Neé	17,0	13	0,0227	48	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,0	8	0,0095
26	16	<i>Q. rugosa</i> Neé	18,0	13	0,0254	48	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	18,5	10	0,0269
26	17	<i>Q. rugosa</i> Neé	15,0	9	0,0177	48	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	19,5	10	0,0299

26	18	<i>Q. rugosa</i> Neé	19,0	15	0,0284	48	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	8	0,0113
26	19	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	10,0	6	0,0079	48	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	13,0	9	0,0133
26	20	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	31,0	20	0,0755	48	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	11,0	8	0,0095
26	21	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	12,0	8	0,0113	48	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,5	7	0,0071
Total	21	Total	18,26	12,62	0,6106	48	10	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	5	0,0028
28	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	13,0	6	0,0133	48	11	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,5	2	0,0024
28	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	14,0	9	0,0154	48	12	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	2	0,0020
28	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038	Total	12	Total	11,00	7,08	0,1321
28	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	8	0,0113						

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Referencias: P = Parcela, No. Á = Número de árbol, DAP = Diámetro a la altura del pecho, H = Altura, AB = Área Basal.

Tabla 30. Base de datos de las parcelas de Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Total, de parcelas: 20 circulares de 500m ²						Área Total Muestreado: 1 Ha. (10,000 m ² /ha)					
P	No. Á	Especie	DAP (cm)	H (m)	AB (m ² /ha)	P	No. Á	Especie	DAP (cm)	H (m)	AB (m ² /ha)
1	1	<i>Quercus crassifolia</i>	6,0	6	0,0028	16	12	<i>Quercus crassifolia</i>	12,0	9	0,0113
1	2	<i>Quercus crassifolia</i>	5,0	5	0,0020	Total	12	Total	7,92	6,58	0,0701
1	3	<i>Quercus crispipilis</i>	8,0	5	0,0050	17	1	<i>Quercus rugosa</i>	11,0	5	0,0095
1	4	<i>Quercus crispipilis</i>	13,0	9	0,0133	17	2	<i>Quercus rugosa</i>	13,0	5	0,0133
1	5	<i>Quercus crassifolia</i>	6,5	5	0,0033	17	3	<i>Quercus rugosa</i>	10,0	5	0,0079
1	6	<i>Quercus crassifolia</i>	6,0	5	0,0028	17	4	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 2)	8,0	5	0,0050
1	7	<i>Quercus acatenangensis</i>	6,5	4	0,0033	17	5	<i>Quercus rugosa</i>	27,0	13	0,0573
1	8	<i>Quercus acatenangensis</i>	5,0	4	0,0020	17	6	<i>Quercus rugosa</i>	15,0	8	0,0177
1	9	<i>Quercus acatenangensis</i>	12,0	10	0,0113	17	7	<i>Quercus rugosa</i>	12,0	6	0,0113
1	10	<i>Quercus acatenangensis</i>	8,0	9	0,0050	17	8	<i>Quercus rugosa</i>	7,0	5	0,0038
1	11	<i>Quercus acatenangensis</i>	9,0	10	0,0064	17	9	<i>Quercus rugosa</i>	7,0	4	0,0038
1	12	<i>Quercus rugosa</i>	13,0	9	0,0133	17	10	<i>Quercus rugosa</i>	12,0	7	0,0113

1	13	Quercus rugosa	7,0	4	0,0038	17	11	Quercus rugosa	7,0	6	0,0038
1	14	Quercus rugosa	2,5	1,5	0,0005	17	12	Quercus rugosa	10,0	6	0,0079
1	15	Quercus rugosa	10,0	8	0,0079	17	13	Quercus acatenangensis	14,0	9	0,0154
Total	15	Total	7,8	6,3	0,0827	17	14	Quercus crispipilis	5,0	2,5	0,0020
4	1	Quercus crassifolia	1,5	1,5	0,0002	17	15	Quercus crispipilis	28,0	13	0,0616
4	2	Quercus crassifolia	19,0	9	0,0284	Total	15	Total	12,40	6,63	0,2315
4	3	Quercus crassifolia	5,0	8	0,0020	19	1	Quercus crassifolia	7,0	5	0,0038
4	4	Quercus crassifolia	12,0	8	0,0113	19	2	Quercus crassifolia	5,0	4	0,0020
4	5	Quercus crassifolia	7,0	5	0,0038	19	3	Quercus crassifolia	3,5	4	0,0010
4	6	Quercus crassifolia	6,0	5	0,0028	19	4	Quercus crassifolia	5,0	4	0,0020
4	7	Quercus crassifolia	4,5	5	0,0016	19	5	Quercus crassifolia	7,5	6	0,0044
4	8	Quercus crassifolia	11,5	9	0,0104	19	6	Quercus crassifolia	6,0	5	0,0028
4	9	Quercus crassifolia	20,0	12	0,0314	19	7	Quercus crassifolia	11,0	8	0,0095
4	10	Quercus crassifolia	9,0	5	0,0064	19	8	Quercus crassifolia	11,5	9	0,0104
4	11	Quercus crassifolia	4,5	5	0,0016	19	9	Quercus crassifolia	6,0	5	0,0028
4	12	Quercus crassifolia	6,0	6	0,0028	19	10	Quercus crassifolia	18,0	9	0,0254
4	13	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	4,0	5	0,0013	Total	10	Total	8,05	5,90	0,0641
4	14	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	6	0,0038	20	1	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	4	0,0020
4	15	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028	20	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,5	6	0,0044
4	16	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	6	0,0095	20	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028
4	17	<i>Q. segoviensis Liebm.</i>	29,0	12	0,0661	20	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	8	0,0095
4	18	<i>Q. segoviensis Liebm.</i>	9,0	4	0,0064	20	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,0	8	0,0095
4	19	<i>Q. segoviensis Liebm.</i>	4,0	5	0,0013	Total	5	Total	8,10	6,20	0,0282
4	20	<i>Q. segoviensis Liebm.</i>	5,0	5	0,0020	21	1	<i>Q. rugosa Neé.</i>	37,0	16	0,1075
4	21	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	8,5	5	0,0057	21	2	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	11,5	10	0,0104
Total	21	Total	9,0	6,3	0,2014	21	3	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	6,0	5	0,0028
8	1	<i>Q. acatenangensis Trel</i>	40,0	14	0,1257	21	4	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	7,0	5	0,0038
8	2	<i>Q. acatenangensis Trels</i>	35,0	14	0,0962	21	5	<i>Q. crassifolia Bonpl</i>	5,0	4	0,0020
8	3	<i>Q. acatenangensis Trel</i>	30,0	14	0,0707	21	6	<i>Q. crispipilis Trel.</i>	35,0	17	0,0962

8	4	<i>Q. rugosa</i> Neé.	10,0	6	0,0079	21	7	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 2)	30,0	15	0,0707
8	5	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	7,0	4	0,0038	Total	7	Total	18,79	10,29	0,2934
8	6	<i>Q. rugosa</i> Neé.	35,0	12	0,0962	23	1	<i>Q. rugosa</i> Neé.	14,0	9	0,0154
8	7	<i>Q. rugosa</i> Neé.	40,0	14	0,1257	23	2	<i>Q. rugosa</i> Neé.	14,0	10	0,0154
8	8	<i>Q. rugosa</i> Neé.	38,0	14	0,1134	23	3	<i>Q. rugosa</i> Neé.	10,0	7	0,0079
8	9	<i>Q. rugosa</i> Neé.	17,0	8	0,0227	23	4	<i>Q. rugosa</i> Neé.	5,0	4	0,0020
8	10	<i>Q. rugosa</i> Neé.	16,0	9	0,0201	23	5	<i>Q. rugosa</i> Neé.	37,0	14	0,1075
8	11	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	16,0	9	0,0201	23	6	<i>Q. rugosa</i> Neé.	12,0	10	0,0113
8	12	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	17,0	9	0,0227	23	7	<i>Q. rugosa</i> Neé.	24,0	14	0,0452
8	13	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	11,0	5	0,0095	Total	7	Total	16,57	9,71	0,2047
8	14	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	18,0	7	0,0254	27	1	<i>Q. rugosa</i> Neé.	13,0	6	0,0133
8	15	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	6	0,0113	27	2	<i>Q. rugosa</i> Neé.	14,0	9	0,0154
Total	15	Total	22,80	9,67	0,7714	27	3	<i>Q. rugosa</i> Neé.	7,0	5	0,0038
9	1	<i>Q. rugosa</i> Neé.	26,0	13	0,0531	27	4	<i>Q. rugosa</i> Neé.	12,0	8	0,0113
9	2	<i>Q. rugosa</i> Neé.	5,0	6	0,0020	Total	4	Total	11,50	7,00	0,0438
9	3	<i>Q. rugosa</i> Neé.	7,0	6	0,0038	29	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	30,0	10	0,0707
9	4	<i>Q. rugosa</i> Neé.	31,5	15	0,0779	29	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	12,0	8	0,0113
9	5	<i>Q. rugosa</i> Neé.	29,5	14	0,0683	29	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	8	0,0079
9	6	<i>Q. rugosa</i> Neé.	32,0	15	0,0804	29	4	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 1)	23,0	10	0,0415
9	7	<i>Q. rugosa</i> Neé.	6,0	4	0,0028	29	5	<i>Quercus</i> sp. (nuevo registro 1)	24,0	10	0,0452
9	8	<i>Q. rugosa</i> Neé.	18,0	13	0,0254	Total	5	Total	19,80	9,20	0,1766
9	9	<i>Q. rugosa</i> Neé.	7,0	5	0,0038	31	1	<i>Q. rugosa</i> Neé.	15,0	12	0,0177
9	10	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	5,0	5	0,0020	31	2	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	22,0	10	0,0380
9	11	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	4,0	4,5	0,0013	31	3	<i>Q. rugosa</i> Neé.	35,0	15	0,0962
Total	11	Total	15,55	9,14	0,3210	Total	3	Total	24,00	12,33	0,3285
11	1	<i>Q. rugosa</i> Neé.	7,0	4	0,0038	44	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	2,5	0,0028
11	2	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	10,0	7	0,0079	44	2	<i>Q. rugosa</i> Neé.	14,0	10	0,0154
11	3	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	20,0	10	0,0314	44	3	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	10,0	8	0,0079
11	4	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	10,0	7	0,0079	44	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	8	0,0079

11	5	<i>Q. rugosa</i> Neé.	11,0	5	0,0095	44	5	<i>Q. rugosa</i> Neé.	8,0	7	0,0050
11	6	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	31,0	12	0,0755	44	6	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	3,0	1,5	0,0007
11	7	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	11,0	6	0,0095	44	7	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	6,0	5	0,0028
Total	7	Total	14,29	7,29	0,1455	44	8	<i>Q. rugosa</i> Neé.	6,0	5	0,0028
13	1	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	36,0	14	0,1018	44	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038
13	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	22,0	11	0,0380	44	10	<i>Q. rugosa</i> Neé.	12,0	10	0,0113
13	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	28,0	13	0,0616	44	11	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	3,0	1,5	0,0007
13	4	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	45,0	14	0,1590	44	12	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	3,0	1,5	0,0007
13	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	9	0,0177	44	13	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	10,0	9	0,0079
13	6	<i>Q. rugosa</i> Neé.	18,0	10	0,0254	Total	13	Total	7,54	5,69	0,0697
13	7	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	25,0	12	0,0491	45	1	Quercus sp. (nuevo registro 1)	16,5	11	0,0214
13	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	14,0	10	0,0154	45	2	Quercus sp. (nuevo registro 1)	17,5	12	0,0241
13	9	<i>Q. rugosa</i> Neé.	17,0	10	0,0227	45	3	Quercus sp. (nuevo registro 1)	23,7	13	0,0441
13	10	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	21,0	12	0,0346	45	4	Quercus sp. (nuevo registro 1)	17,0	9	0,0227
Total	10	Total	24,10	11,50	0,5254	45	5	Quercus sp. (nuevo registro 1)	15,5	10	0,0189
14	1	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	3,0	1	0,0007	45	6	Quercus sp. (nuevo registro 1)	10,2	8	0,0082
14	2	<i>Q. sapotifolia</i> Liebm.	19,0	10	0,0284	45	7	Quercus sp. (nuevo registro 1)	11,0	7	0,0095
14	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038	45	8	Quercus sp. (nuevo registro 1)	17,0	10	0,0227
14	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,0	5	0,0064	45	9	Quercus sp. (nuevo registro 1)	27,5	12	0,0594
14	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	5	0,0079	45	10	Quercus sp. (nuevo registro 1)	18,0	12	0,0254
14	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	2	0,0028	45	11	Quercus sp. (nuevo registro 1)	16,0	14	0,0201
14	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	2	0,0013	45	12	Quercus sp. (nuevo registro 1)	19,7	15	0,0305
14	8	<i>Q. rugosa</i> Neé	20,0	10	0,0314	45	13	Quercus sp. (nuevo registro 1)	15,0	7	0,0177
14	9	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	6,0	3	0,0028	45	14	Quercus sp. (nuevo registro 1)	16,0	10	0,0201
14	10	<i>Q. rugosa</i> Neé	10,0	5	0,0079	45	15	Quercus sp. (nuevo registro 1)	21,0	16	0,0346
14	11	<i>Q. vicentensis</i> Trel.	12,0	6	0,0113	45	16	Quercus sp. (nuevo registro 1)	12,0	9	0,0113
14	12	<i>Q. rugosa</i> Neé	2,0	1,5	0,0003	45	17	Quercus sp. (nuevo registro 1)	24,4	16	0,0468
14	13	<i>Q. elliptica</i> Neé.	2,0	1,5	0,0003	45	18	Quercus sp. (nuevo registro 1)	13,0	9	0,0133
14	14	<i>Q. rugosa</i> Neé	47,0	15	0,1735	45	19	Quercus sp. (nuevo registro 1)	10,0	7	0,0079

14	15	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	3,0	2	0,0007	45	20	Quercus sp. (nuevo registro 1)	29,4	14	0,0679
14	16	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	3,0	2	0,0007	Total	20	Total	17,52	11,05	0,5264
14	17	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	5,0	4	0,0020	47	1	<i>Q. rugosa</i> Neé	19,0	9	0,0284
14	18	<i>Quercus elliptica</i>	10,0	8	0,0079	47	2	<i>Q. rugosa</i> Neé	16,0	9	0,0201
14	19	<i>Q. rugosa</i> Neé	5,0	4	0,0020	47	3	<i>Q. rugosa</i> Neé	10,0	4	0,0079
14	20	<i>Q. rugosa</i> Neé	10,0	8	0,0079	47	4	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	4,0	6	0,0013
14	21	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	4,0	2	0,0013	47	5	<i>Q. rugosa</i> Neé	22,0	12	0,0380
14	22	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	4,0	2	0,0013	47	6	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	12,0	10	0,0113
14	23	<i>Q. sapotifolia</i> Liebm.	2,0	1	0,0003	47	7	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	10,0	8	0,0079
14	24	<i>Q. sapotifolia</i> Liebm.	3,0	1	0,0007	47	8	<i>Q. rugosa</i> Neé	28,0	12	0,0616
14	25	<i>Q. sapotifolia</i> Liebm.	3,0	1	0,0007	47	9	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	38,0	15	0,1134
Total	25	Total	8,36	4,28	0,3040	47	10	<i>Q. rugosa</i> Neé	45,0	15	0,1590
16	1	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	15,0	10	0,0177	47	11	<i>Quercus crassifolia</i>	42,0	14	0,1385
16	2	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	8	0,0050	47	12	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	20,0	12	0,0314
16	3	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	5,0	4	0,0020	47	13	<i>Q. rugosa</i> Neé	18,0	12	0,0254
16	4	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	8	0,0079	Total	13	Total	21,85	10,62	0,6442
16	5	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	6	0,0038	50	1	<i>Q. rugosa</i> Neé	25,0	13	0,0491
16	6	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	8,0	7	0,0050	50	2	<i>Q. rugosa</i> Neé	15,0	12	0,0177
16	7	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	9	0,0079	50	3	<i>Q. rugosa</i> Neé	12,0	10	0,0113
16	8	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	6,0	5	0,0028	50	4	<i>Q. rugosa</i> Neé	18,0	12	0,0254
16	9	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	7,0	5	0,0038	50	5	<i>Q. rugosa</i> Neé	10,0	7	0,0079
16	10	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	9,0	8	0,0064	Total	5	Total	16,00	10,8	0,1114
16	11	<i>Q. crassifolia</i> Bonpl	10,0	9	0,0079						

Referencias: P = Parcela, No. Á = Número de árbol, DAP = Diámetro a la altura del pecho, H = Altura, AB = Área Basal.

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Tabla 31. Base de datos de las parcelas de Bosque Húmedo Montano Subtropical.

Total, de parcelas: 7 circulares de 500m ²					Área Total Muestreado: 0.35 Ha. (3,500 m ² /ha)						
P	No. Á	Especie	DAP (cm)	H (m)	AB (m ² /ha)	P	No. Á	Especie	DAP (cm)	H (m)	AB (m ² /ha)
5	1	<i>Q. rugosa</i> Neé	23,0	6	0,0415	33	3	<i>Q. rugosa</i> Neé	32,0	18	0,0804
5	2	<i>Q. rugosa</i> Neé	61,0	22	0,2922	33	4	<i>Q. crispipilis</i> Trel.	11,0	9	0,0095
5	3	<i>Q. rugosa</i> Neé	32,0	18	0,0804	33	5	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	53,0	20	0,2206
5	4	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	11,0	9	0,0095	33	6	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	25,0	12	0,0491
5	5	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	53,0	20	0,2206	33	7	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	32,0	12	0,0804
Total	5	Total	36,00	15,00	0,6443	33	8	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	22,0	10	0,0380
12	1	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	38,0	22	0,1134	Total	8	Total	10,06	3,50	0,3221
12	2	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	7,0	4	0,0038	41	1	<i>Q. rugosa</i> Neé	19,5	6	0,0299
12	3	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	8,0	4	0,0050	41	2	<i>Q. rugosa</i> Neé	32,0	18	0,0804
12	4	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	9,0	5	0,0064	41	3	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	11,0	9	0,0095
12	5	<i>Q. rugosa</i> Neé	20,0	12	0,0314	41	4	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	25,0	12	0,0491
12	6	<i>Q. rugosa</i> Neé	40,0	20	0,1257	41	5	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	22,0	12	0,0380
12	7	<i>Q. rugosa</i> Neé	15,0	10	0,0177	Total	5	Total	21,90	11,40	0,2069
12	8	<i>Q. rugosa</i> Neé	10,0	8	0,0079	46	1	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	10,0	8	0,0079
12	9	<i>Q. rugosa</i> Neé	30,0	14	0,0707	46	2	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	23,0	10	0,0415
Total	9	Total	19,67	11,00	0,3819	46	3	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	24,0	10	0,0452
30	1	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	10,0	8	0,0079	Total	3	Total	19,00	9,33	0,0946
30	2	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	23,0	10	0,0415	49	1	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	10,0	8	0,0079
30	3	<i>Q. rugosa</i> Neé	24,0	10	0,0452	49	2	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	23,0	10	0,0415
Total	3	Total	19,00	9,33	0,0946	49	3	<i>Q. acatenangensis</i> Trel.	24,0	10	0,0452
33	1	<i>Q. rugosa</i> Neé	19,5	6	0,0299	Total	3	Total	19,00	9,33	0,0946
33	2	<i>Q. rugosa</i> Neé	61,0	22	0,2922						

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Referencias: P = Parcela, No. Á = Número de árbol, DAP = Diámetro a la altura del pecho, H = Altura, AB = Área Basal.

Tabla 32. Análisis del Índice de Shanon Wiener.

Zona de Vida	No.	Especie	ni (IVI)	Índice Shanon W (ni/200*LN)
Bosque Húmedo Montano Subtropical	1	Quercus acatenanguensis	3.41	0.069
	2	Quercus acutifolia	3.37	0.069
	3	Quercus crassifolia	73.57	0.368
	4	Quercus crispifolia	1.84	0.043
	5	Quercus crispipilis	2.65	0.057
	6	Quercus purulhana	3.28	0.067
	7	Quercus rugosa	9.08	0.140
	8	Quercus segoviensis	2.83	0.060
		Total	100	0.875
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	1	Quercus acatenanguensis	14.70	0.192
	2	Quercus crassifolia	24.44	0.257
	3	Quercus crispipilis	6.29	0,109
	4	Quercus elliptica	1.03	0.027
	5	Quercus rugosa	34.19	0.302
	6	Quercus sapotifolia	1.48	0.036
	7	Quercus segoviensis	1.79	0.042
	8	Quercus sp. (nuevo registro 1)	8.76	0.137
	9	Quercus sp. (nuevo registro 2)	2.17	0.049
	10	Quercus vicentensis	5.16	0.094
		Total	100	1.246
Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	1	Quercus acatenanguensis	52.93	0.352
	2	Quercus crispipilis	3.63	0.073
	3	Quercus rugosa	43.39	0.332
		Total	100	0.756

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

Tabla 33. Análisis del Índice de Shanon Wiener y el índice de Equitatividad.

No	Zona de Vida	S	ISW	E	Rango
1	Bosque Húmedo Montano Subtropical	8	0.87	0.421	Medianamente diverso
2	Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	10	1.25	0.541	Diverso
3	Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	3	0.76	0.688	Diverso

Fuente. Elaboración propia con base a los resultados obtenidos, febrero 2022.

S = presencia de especies/comunidad

ISW = Índice de diversidad de Shanon Wiener

E = Índice de Equitatividad

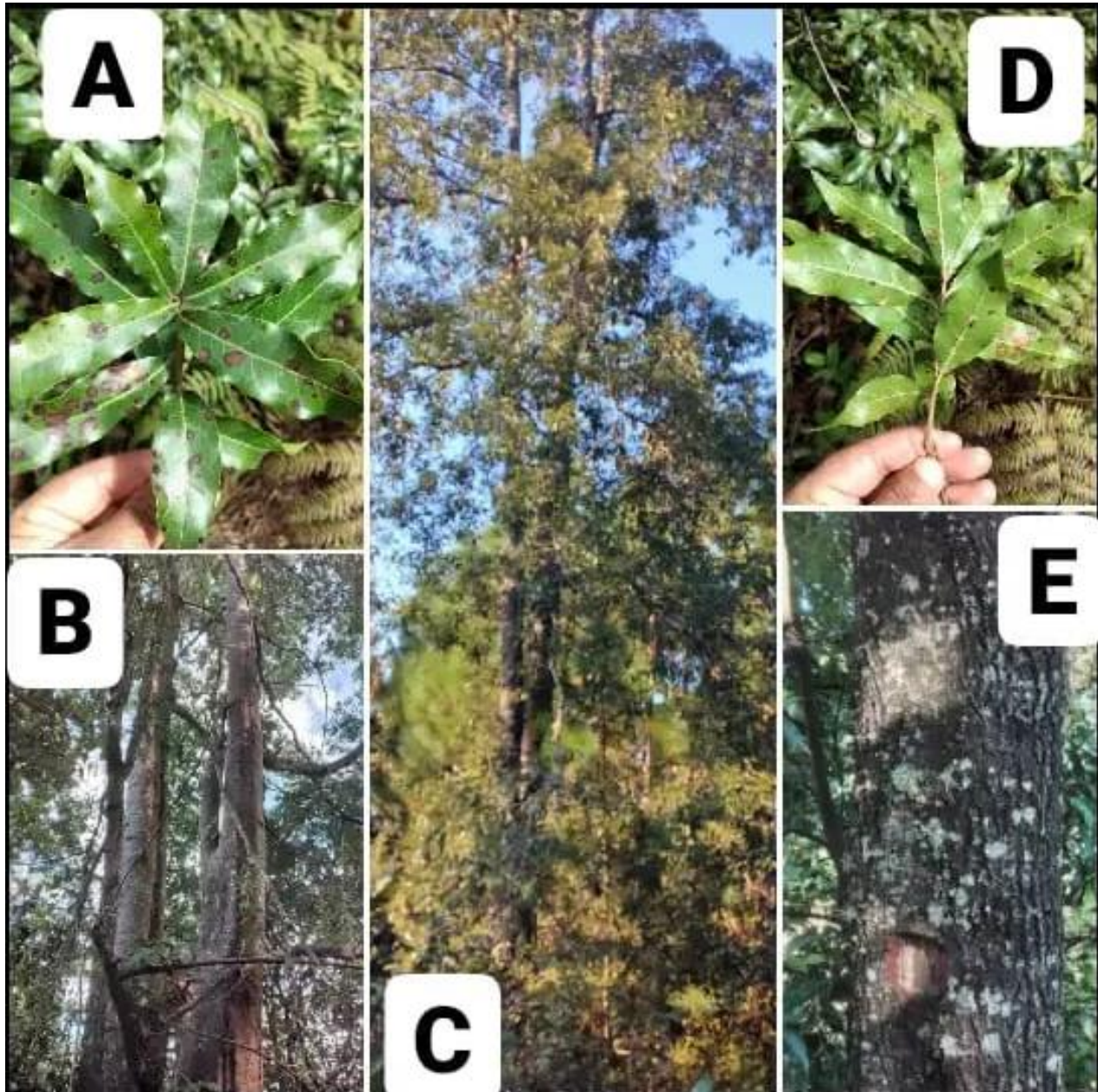


Figura 10. *Quercus acatenangensis* Trel.

A. Haz de la hoja. **B.** Árbol, **C.** Hábitat, **D.** Envés de la hoja. **E.** Corteza

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Panquix, Totonicapán en noviembre del año 2021.

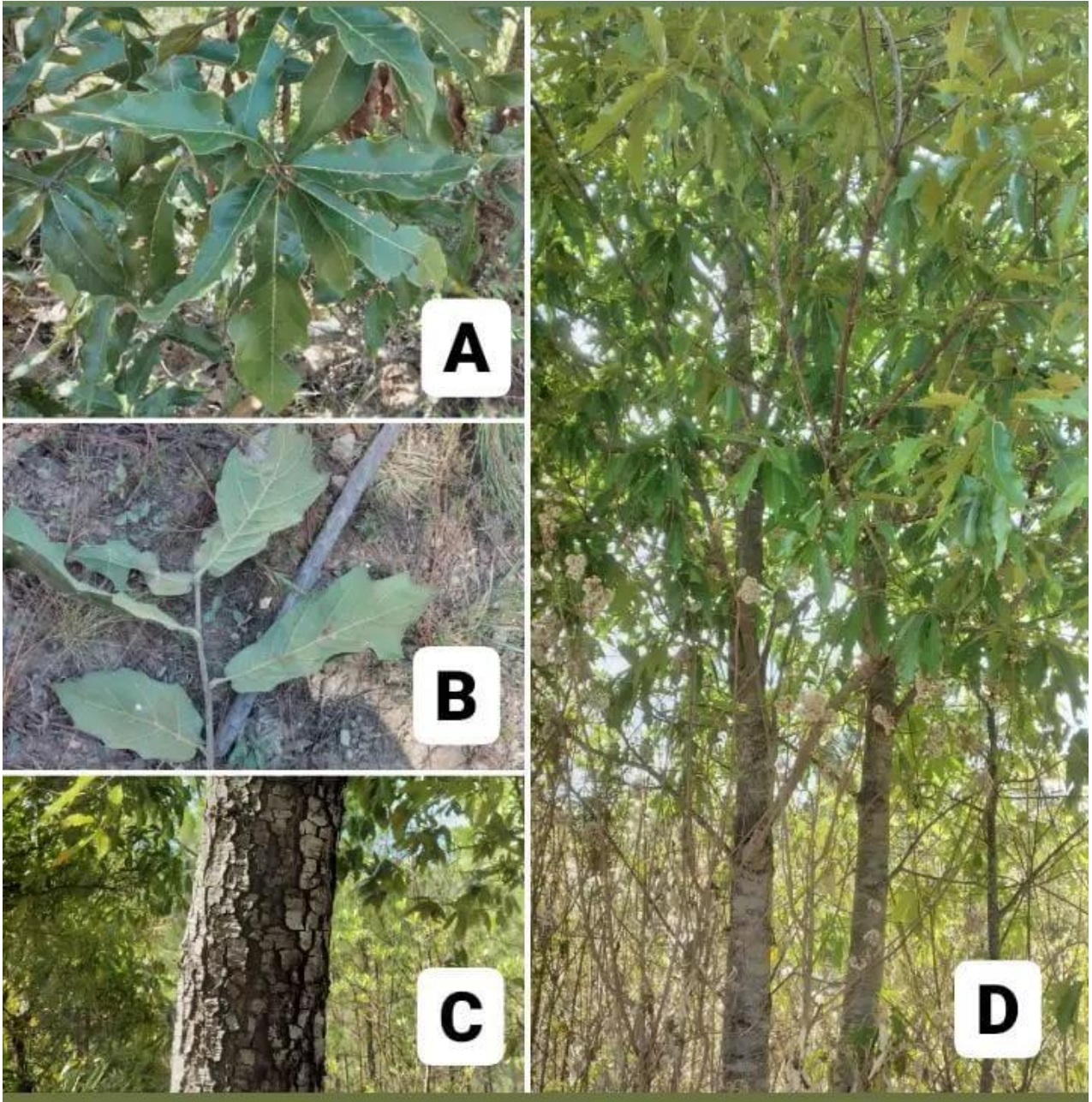


Figura 11. *Quercus acutifolia* Neé.

A. Haz de la hoja, **B.** Envés de la hoja, **C.** Corteza, **D.** Árbol.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Paraje Pantzak II, Aldea Racaná, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.

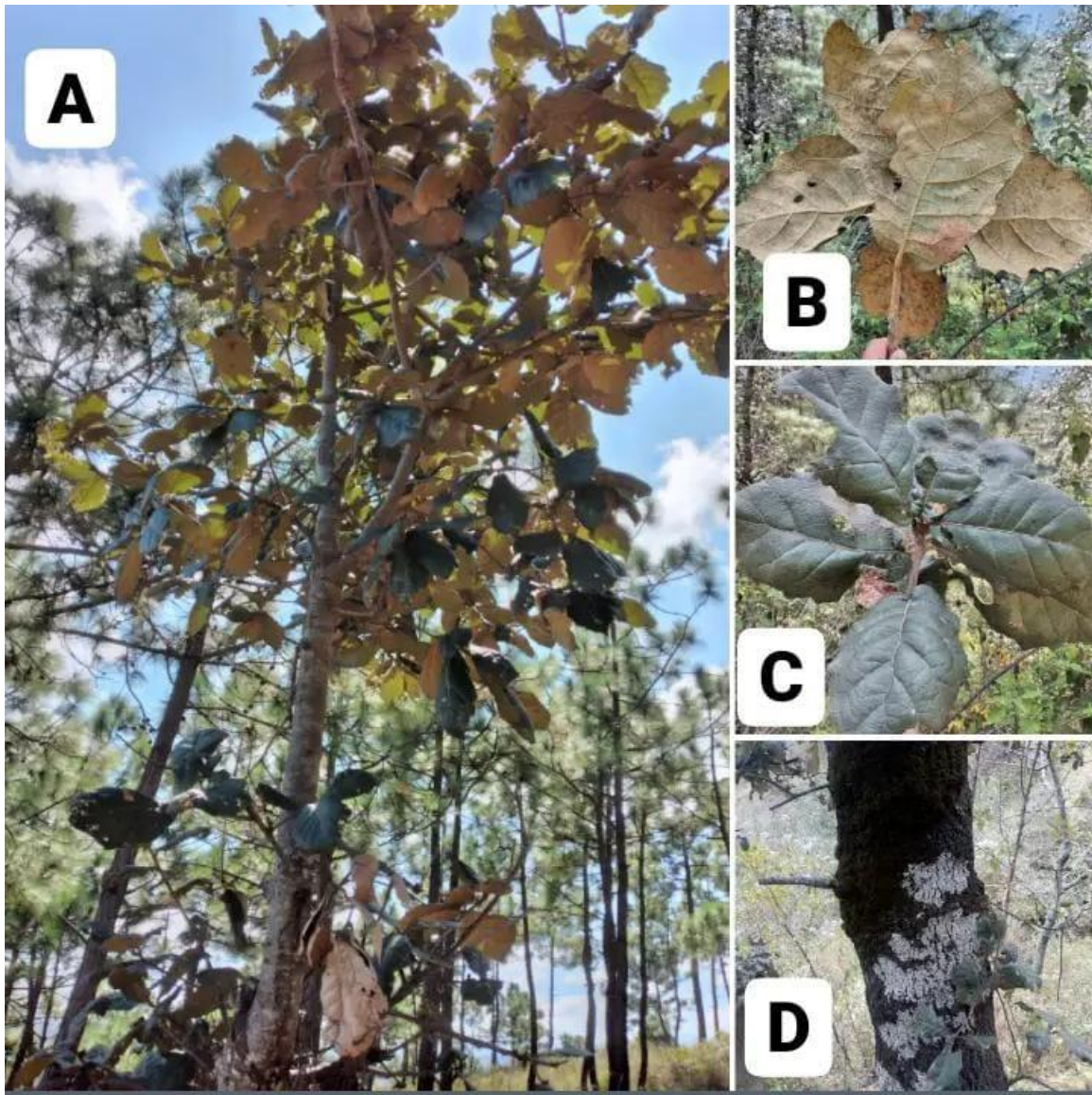


Figura 12. *Quercus crassifolia* Bonpl.

A. Árbol, B. Envés de la hoja, C. Haz de la hoja, D. Corteza.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Paraje Xoltajché, Aldea Xesaná, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.

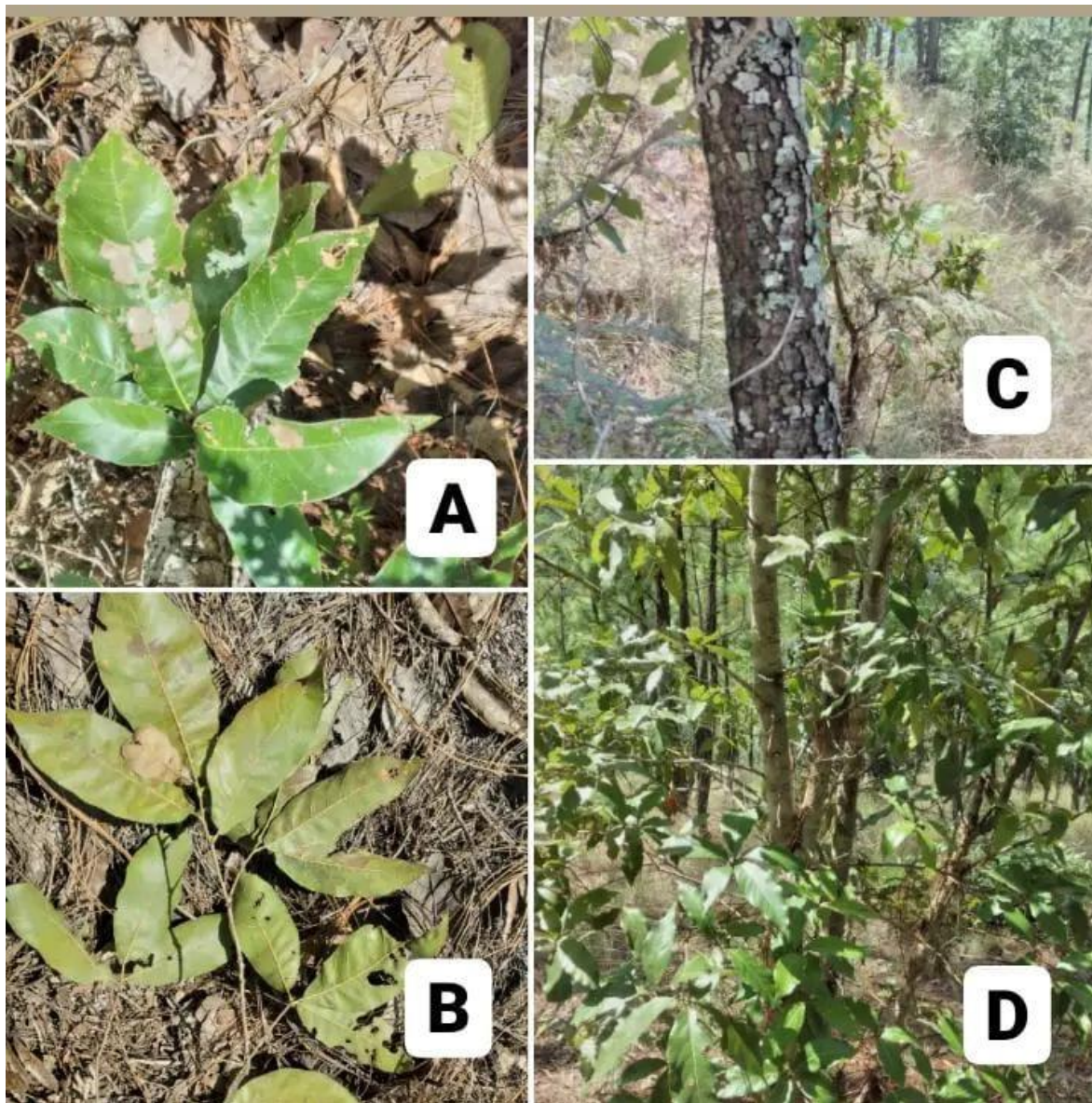


Figura 13. *Quercus crispifolia* Trel.

A. Haz de la hoja, **B.** Envés de la hoja, **C.** Corteza, **D.** Árbol.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Paraje Pantzak II, Aldea Racaná, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.

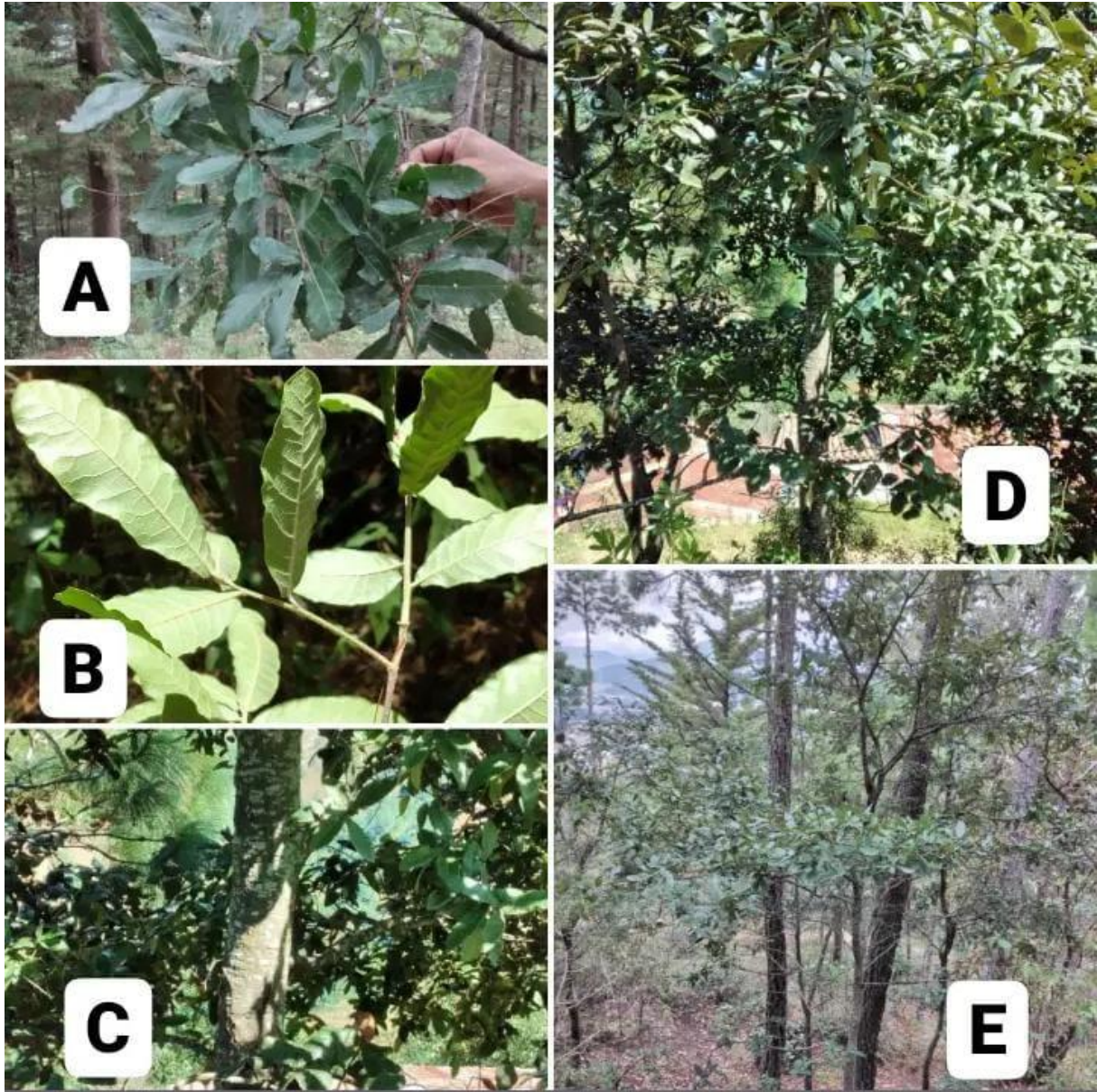


Figura 14. *Quercus crispipilis* Trel.

A. Haz de la hoja, **B.** Envés de la hoja, **C.** Corteza, **D.** Árbol, **E.** Hábitat.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Paraje Xechituj, Aldea Chuachituj, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.

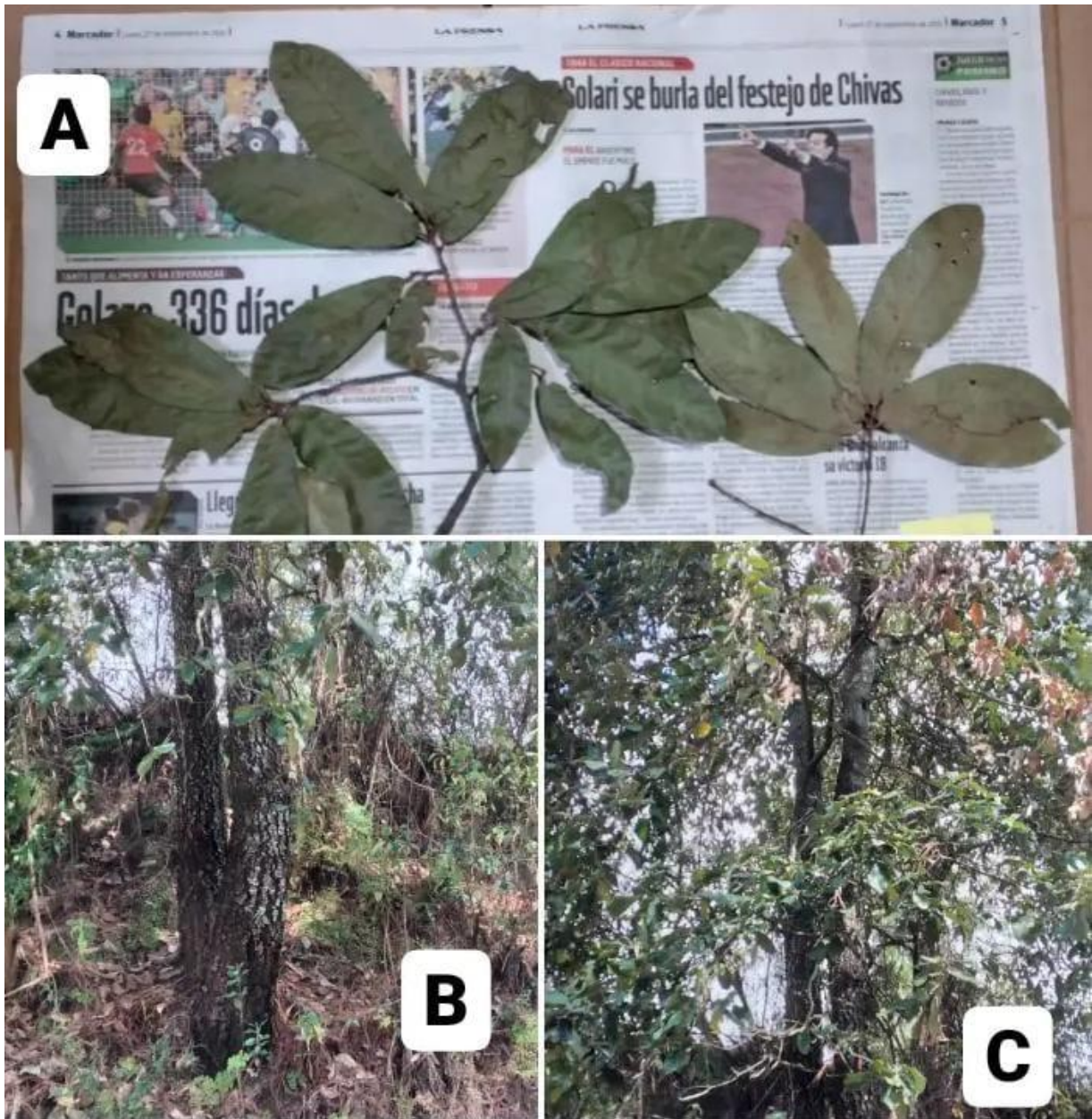


Figura 15. *Quercus elliptica* Neé.

A. Haz de la hoja y Envés de la hoja, **B.** Corteza, **C.** Árbol.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Paraje Chitaló, Cantón Chuicruz, Totoncapán, noviembre del año 2021.

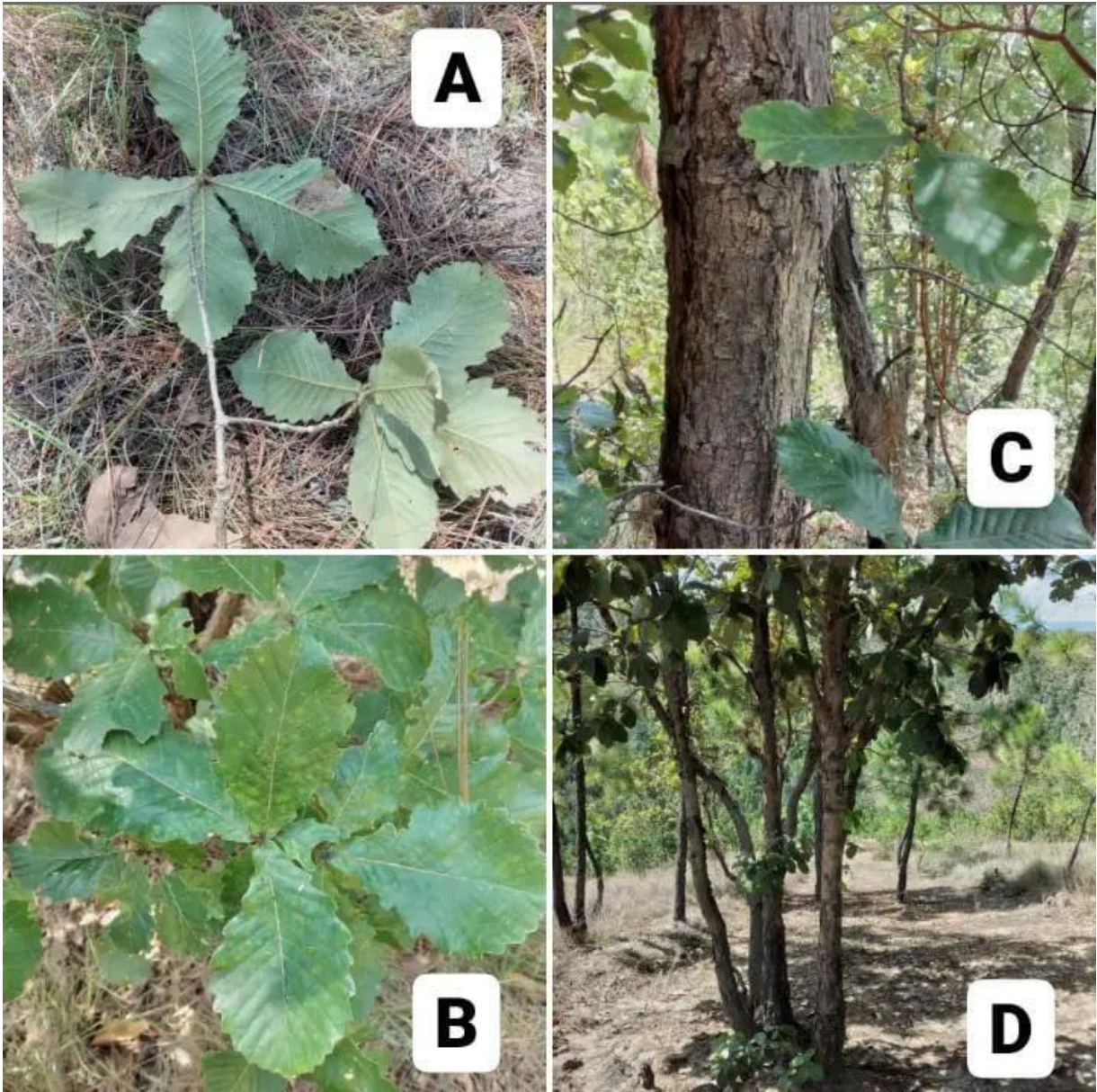


Figura 16. *Quercus purulhana* Trel.

A. Envés de la hoja, **B.** Haz de la hoja, **C.** Corteza, **D.** Árbol.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Pa Tukar, Aldea Chuisactol, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.

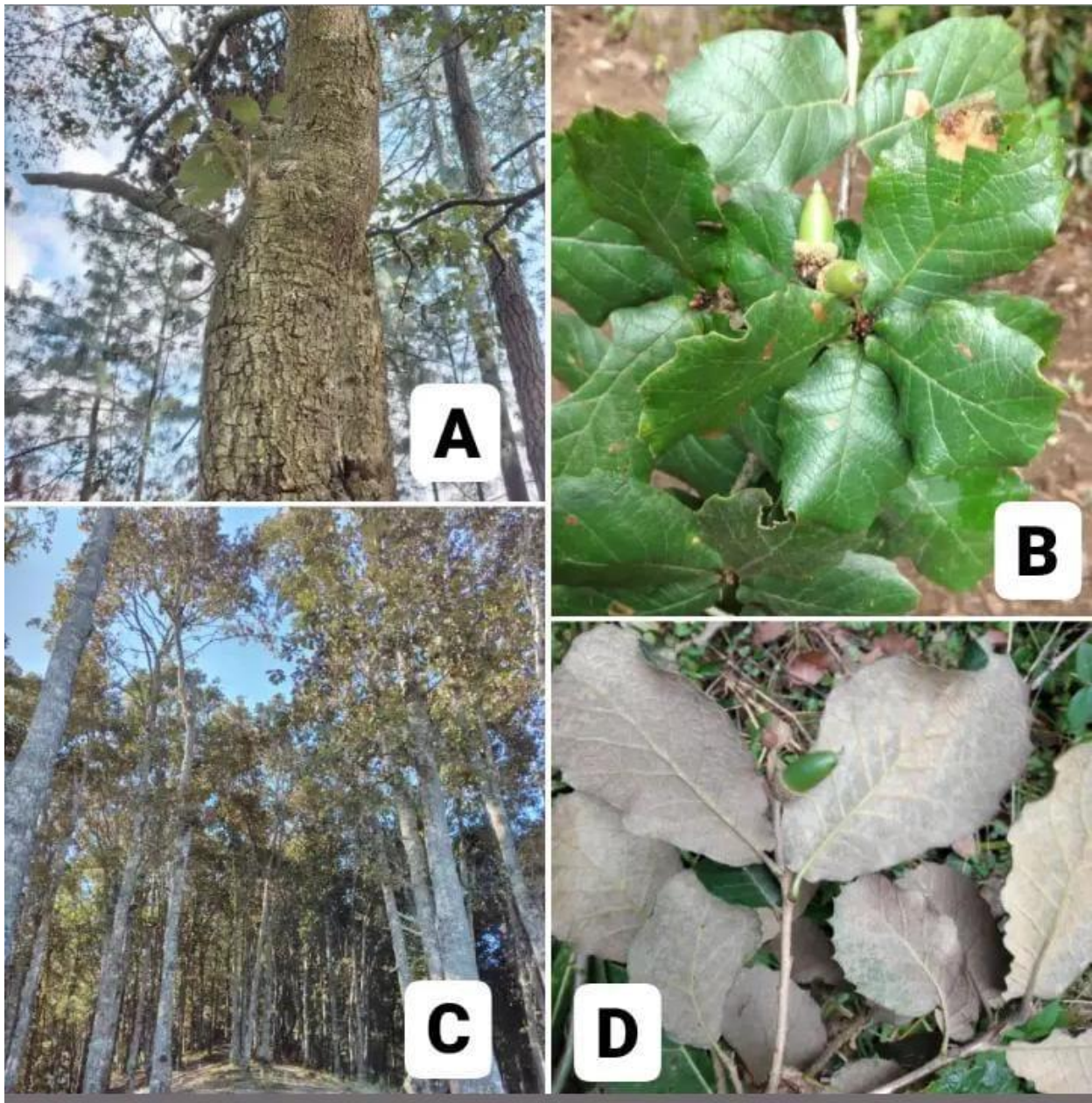


Figura 17. *Quercus rugosa* Neé.

A. Corteza, **B.** Haz de la hoja, **C.** Árbol, **D.** Envés de la hoja.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Chuamazán, Tonicapán, noviembre del año 2021.

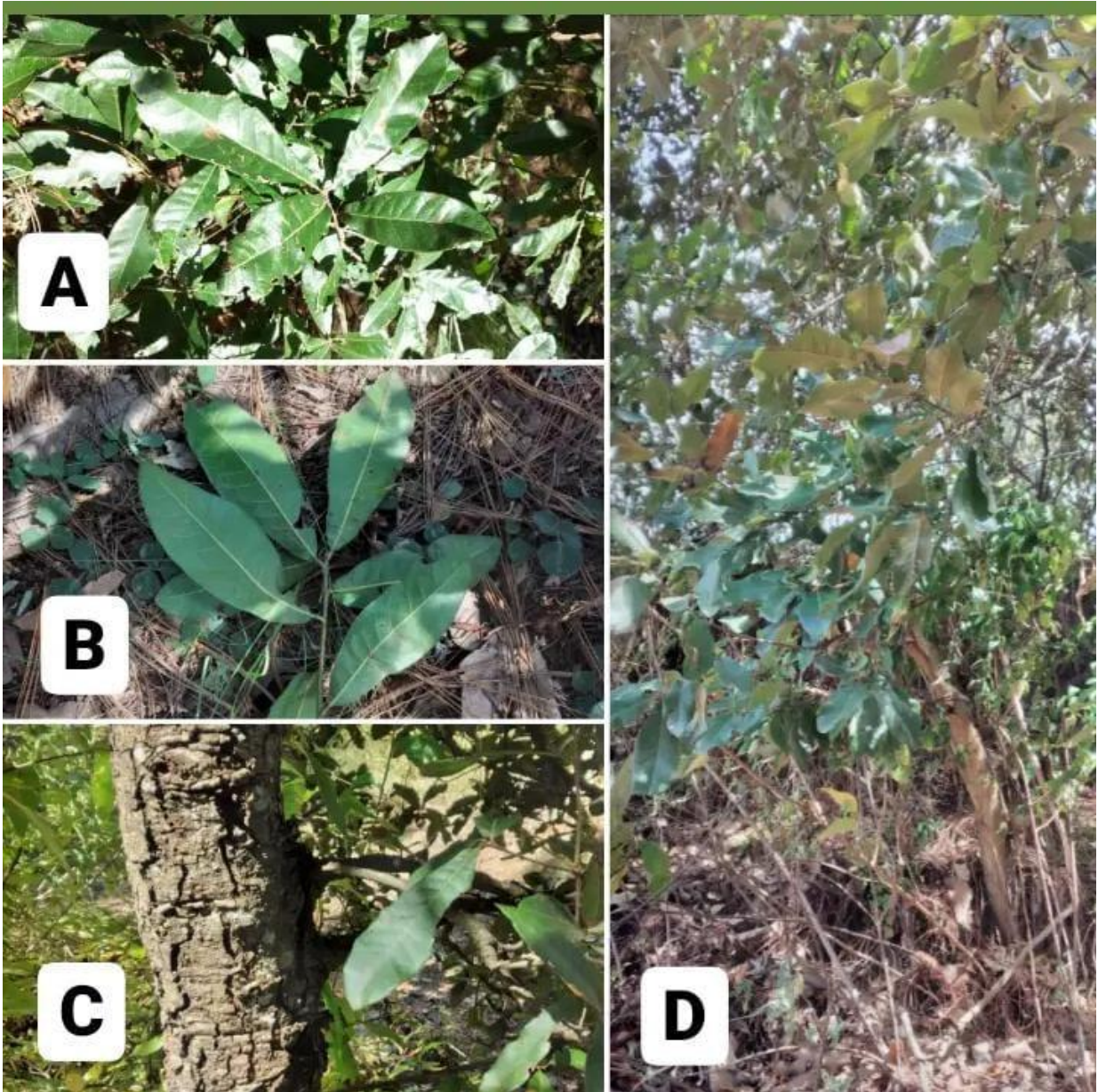


Figura 18. *Quercus sapotifolia* Liebm.

A. Haz de la hoja, **B.** Envés de la hoja, **C.** Corteza, **D.** Árbol.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Paraje Chitaló, Cantón Chuicruz, Totonicapán, noviembre del año 2021.

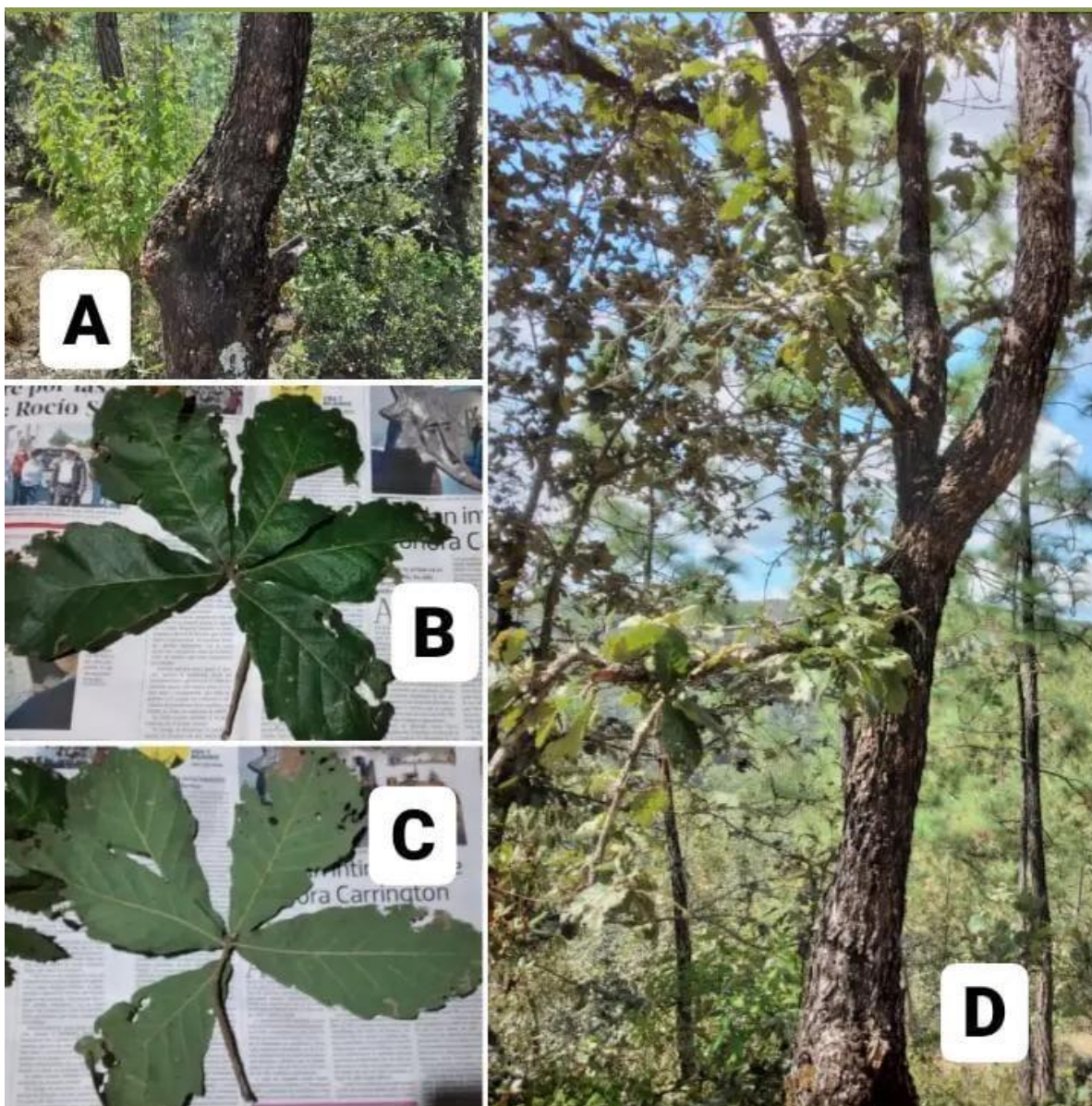


Figura 19. *Quercus segoviensis* Liebm.

A. Corteza, **B.** Haz de la hoja, **C.** Envés de la hoja, **D.** Árbol.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Aldea Chuicacá, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.

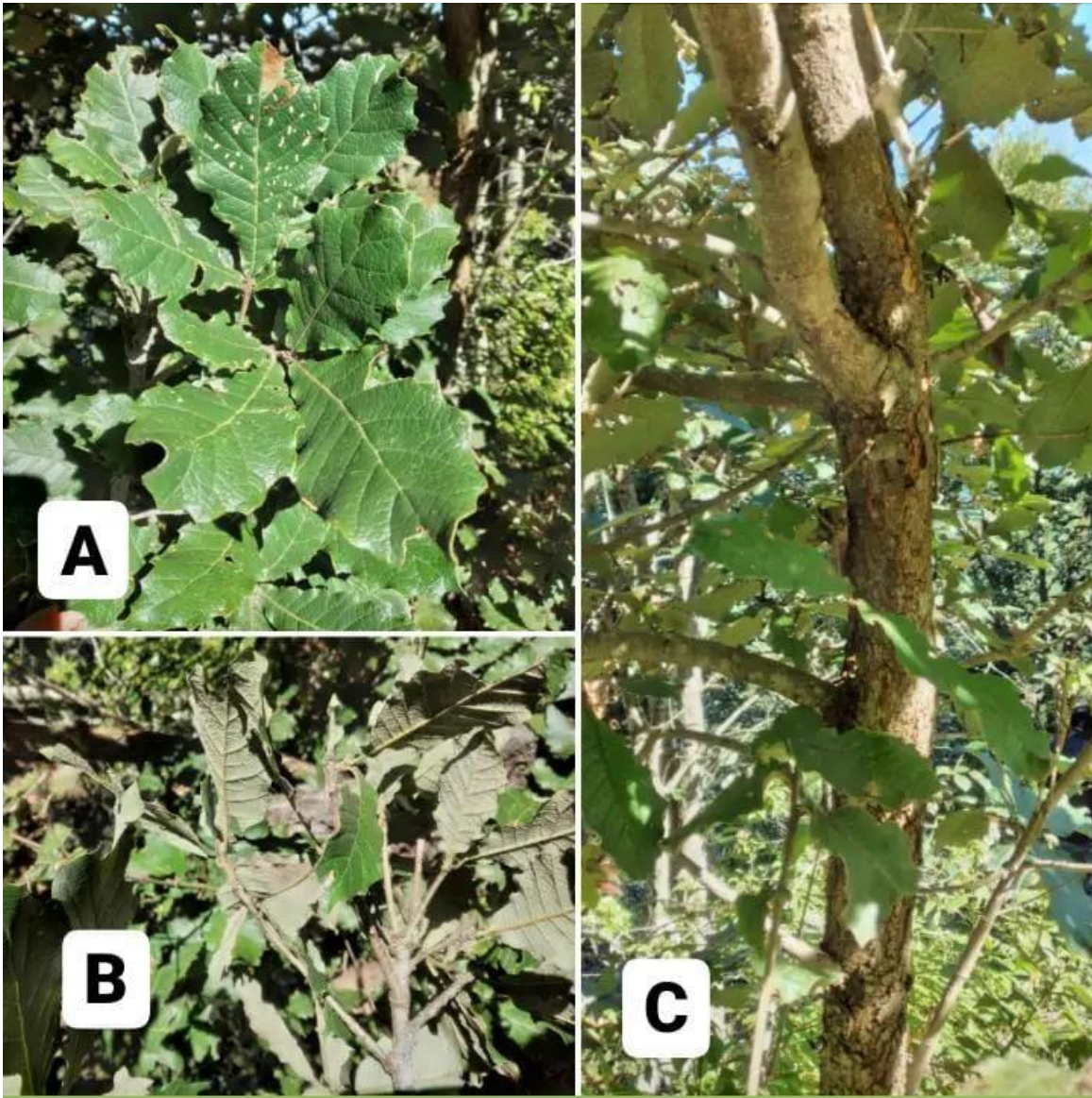


Figura 20. *Quercus vicentensis* Trel.

A. Haz de la hoja, **B.** Envés de la hoja, **C.** Corteza.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Caserío Pajebal, Aldea Vásquez, Totonicapán, noviembre del año 2021.

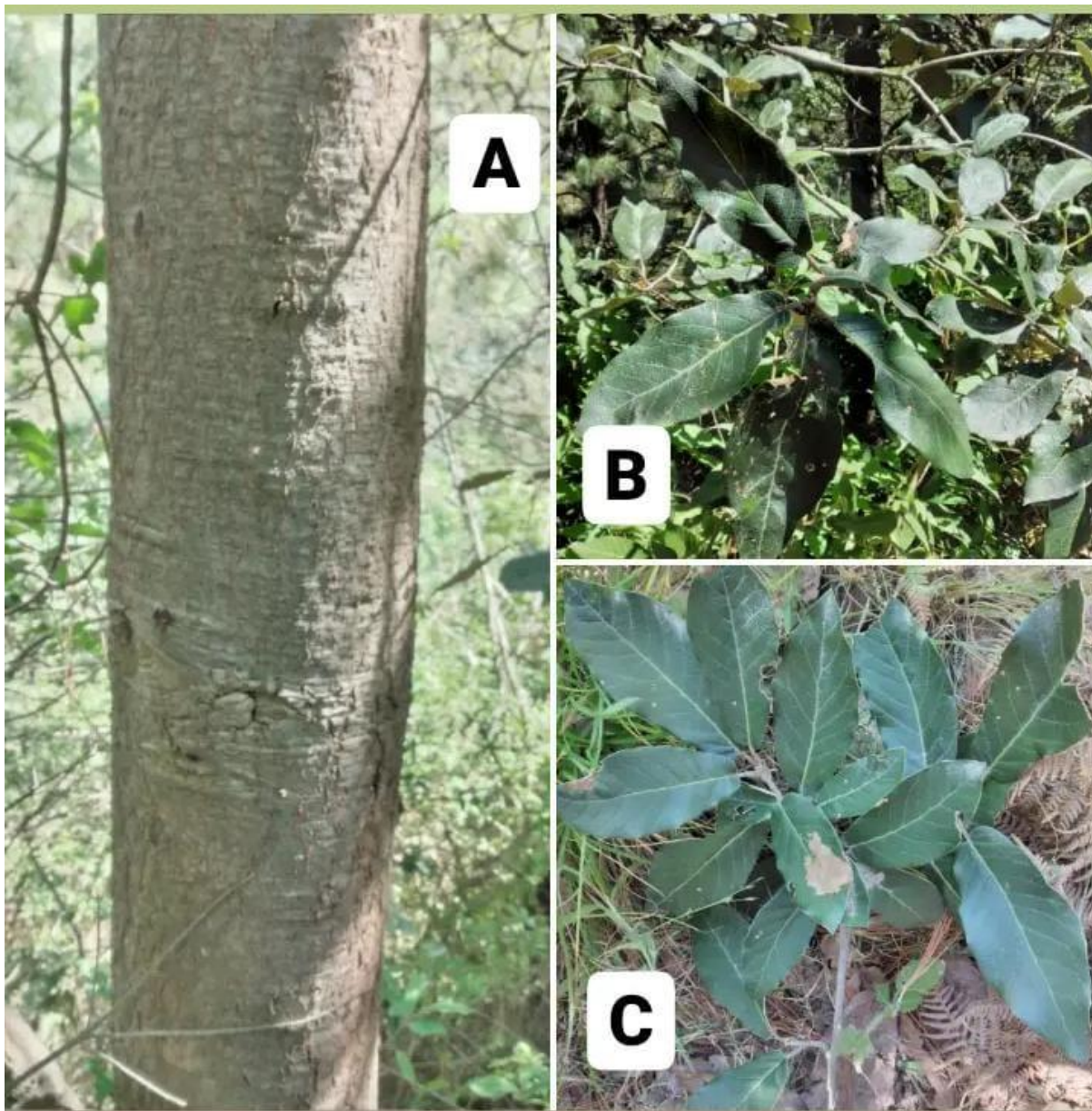


Figura 21. *Quercus* sp. (nuevo registro 1)

A. Corteza, **B y C.** Haz de la hoja.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Caserío Pacacjá, Aldea Chuacorrall II, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.

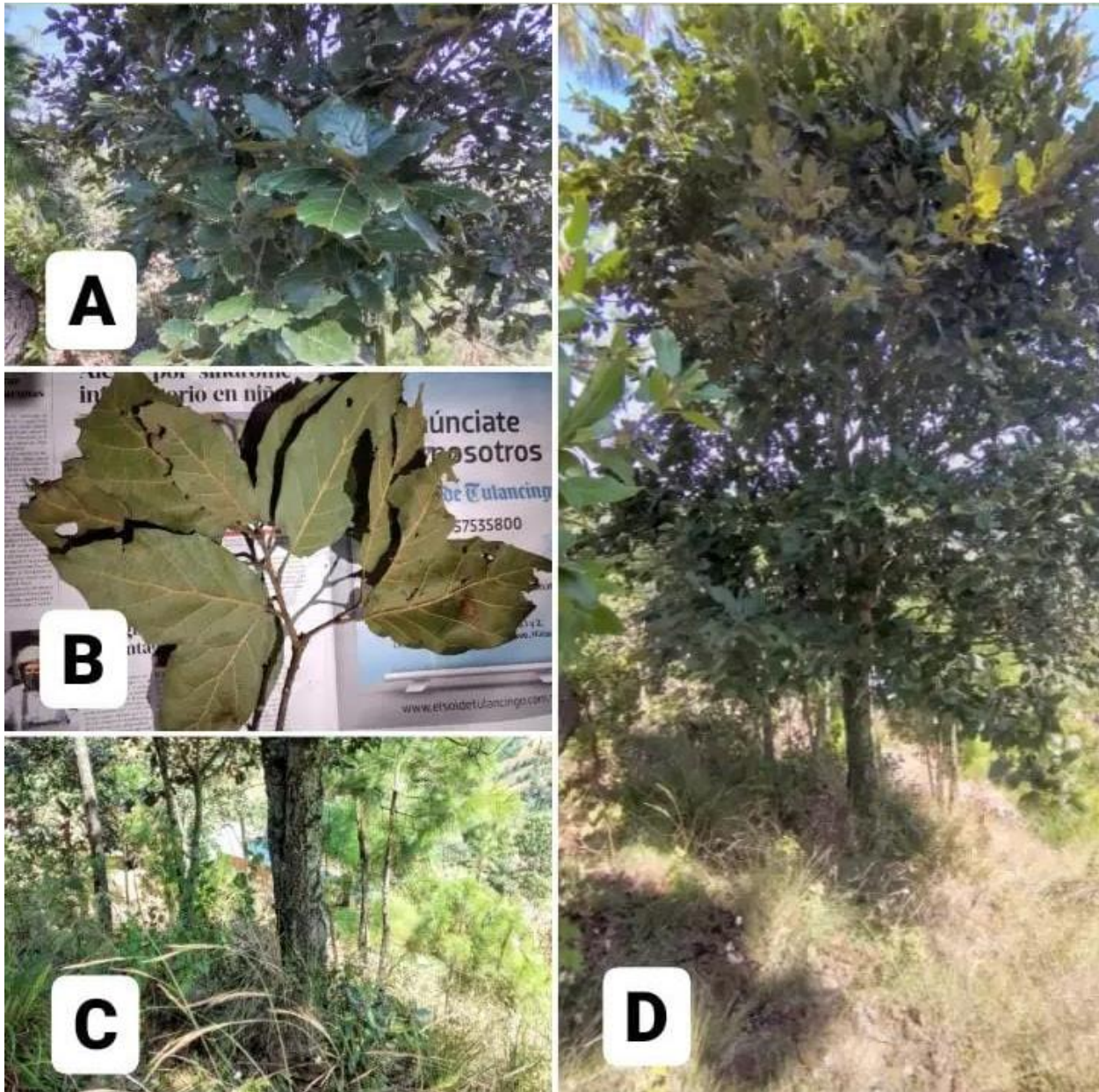


Figura 22. *Quercus* sp. (nuevo registro 2)

A. Haz de la hoja, **B.** Envés de la hoja, **C.** Corteza. **D.** Árbol.

Fuente. Elaboración propia, fotografiado en Paraje Xechituj, Aldea Chuachituj, Santa María Chiquimula, noviembre del año 2021.