



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

**ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DEL BOSQUE PINO-
ENCINO DE HUIZTLATZALA, GUERRERO, MÉXICO**

TESIS

**Que como requisito parcial
para obtener el grado de:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

Presenta:

ALEJANDRA RODRIGUEZ PACHECO

Bajo la supervisión de: MARÍA ISABEL PALACIOS RANGEL, DRA.



APROBADA



Chapingo, Estado de México, junio de 2021

**ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DEL BOSQUE PINO-
ENCINO DE HUIZTLATZALA, GUERRERO, MÉXICO**

Tesis realizada por **ALEJANDRA RODRIGUEZ PACHECO** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR:

me Isabel d.d.

Dra. María Isabel Palacios Rangel

ASESOR:

J. Mohedano

Dr. Leopoldo Mohedano Caballero

ASESOR:

A. Villanueva

Dr. Antonio Villanueva Morales

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	V
LISTA DE FIGURAS	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTOS.....	VIII
DATOS BIOGRÁFICOS.....	IX
RESUMEN GENERAL.....	X
GENERAL ABSTRACT.....	XI
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Particulares	5
1.4 HIPÓTESIS	5
1.5 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	6
1.6 CONTENIDO TEMÁTICO DEL DOCUMENTO DE TITULACIÓN.....	6
1.7 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO DE TITULACIÓN.....	7
1.8 LITERATURA CITADA	8
CAPÍTULO 2. LITERATURA REVISADA	10
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.1.1 Generalidades.....	10
2.1.2 El bosque pino-encino en el territorio mexicano	10
2.1.3 Superficie del bosque Pino-encino en el país.....	11
2.1.4 Importancia de la conservación de los bosques	12
2.1.5 Categorías de riesgo.....	13
2.1.6 Parámetros para medir la vegetación arbórea.....	13

2.1.7	Índices para evaluar la vegetación	14
	Índice de Margalef.....	15
	índice de Shannon-Wiener	15
	Índice de Simpson.....	15
	Índice de Sorensen	16
	Índice de Valor de Importancia (IVI)	16
2.1.8	Muestreo probabilístico por conglomerados	16
2.1.9	Indicadores de Acumulación de Especies	17
	Curva de acumulación de especies.....	17
2.1.10	Estimadores No paramétricos.....	18
	Chao 1	19
	Eficiencia de muestreo	19
2.2	MARCO DE REFERENCIA	20
2.2.1	Factores de impacto de los principales journals	21
2.2.2	Composición arbórea y estructura forestal en dos estratos bosque primario y secundario, de la comunidad Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero.	23
2.2.3	Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México.....	23
2.2.4	Norma Oficial Mexicana Nom-059-Semarnat-2010	24
2.3	LITERATURA CITADA.....	25
CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DEL BOSQUE		
PINO-ENCINO DE HUIZTLATZALA, GUERRERO, MÉXICO		
3.1	RESUMEN/ ABSTRACT	30
3.2	INTRODUCCIÓN	31
3.3	MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.3.1	Área de estudio.....	33
3.3.2	Análisis de la vegetación.....	35

3.3.3	Análisis de datos.....	36
3.3.4	Índice de valor de importancia ecológica.....	36
3.3.5	Riqueza y diversidad.....	38
3.4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
3.4.1	Valor de importancia de especies arbóreas	41
3.4.2	Estructura horizontal	43
3.4.3	Diversidad alfa y beta.....	45
3.4.4	Curvas de acumulación de especies.....	46
3.5	CONCLUSIONES	48
3.6	LITERATURA CITADA.....	49
CAPÍTULO 4. DEGRADACIÓN DEL RECURSO FORESTAL DEL BOSQUE DE PINO-ENCINO EN HUIZTLATZALA GUERRERO		55
4.1	INTRODUCCIÓN	56
4.2	MATERIALES Y MÉTODOS	57
4.2.1	Área de estudio.....	57
4.2.2	Análisis muestral.....	58
4.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.3.1	Percepción del bosque con respecto al tiempo	61
4.3.2	Cambio de uso de suelo y vegetación.....	62
4.3.3	Diversidad faunística y florística.....	63
4.3.4	Importancia cultural del bosque	64
4.3.5	Programas Forestales.....	64
4.4	CONCLUSIONES	64
4.5	LITERATURA CITADA.....	65
CONCLUSIONES GENERALES.....		67

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Factores de impacto de los principales journals	21
Cuadro 2. Estudios sobre la estructura y diversidad de vegetación con base en revisión de literatura	22
Cuadro 3. Fórmulas utilizadas para determinar distribución, diversidad y estructura de las especies.	37
Cuadro 4. Cantidad de especies encontradas en bosque de pino-encino en Huiztlatzala, Guerrero.....	39
Cuadro 5. Densidad (Ind.ha ⁻¹) en el bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero	41
Cuadro 6. Índice de Valor de importancia (IVI) de especies arbóreas del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del documento de investigación	7
Figura 2. Tipos de documentos sobre bosque de pino-encino.	20
Figura 3. Ubicación geoespacial del área de estudio	34
Figura 4. Distribución de individuos por clases diamétricas del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.....	44
Figura 5. Distribución de individuos por clases altimétricas del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.....	44
Figura 6. Dendrograma del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.	46
Figura 7. Curva de acumulación de especies arbóreas del bosque pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero	48
Figura 8. Estado de Guerrero, ubicación del área de estudio, comunidad de Huiztlatzala, municipio de Zapotitlán Tablas	58

DEDICATORIA

A mi familia, Felipe Cante Juárez,
Jhoselyn Cante Rodríguez, y
con especial afecto a mis padres y
hermanos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la fortaleza en todo momento de la vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para continuar con mi formación académica.

A la Universidad Autónoma Chapingo de la cual forma parte el programa de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales de la DICIFO.

A la Dra. María Isabel Palacios Rangel, por su amabilidad, paciencia, tiempo y sobre todo sus conocimientos brindados durante todo el proceso de la investigación.

Al Dr. Antonio Villanueva Morales por su apoyo y asesoría en la parte estadística del presente trabajo.

Al Dr. Leopoldo Mohedano Caballero, por el apoyo, tiempo y dedicación durante la investigación.

Al Lic. Felipe Cante Juárez por su apoyo en campo y gabinete durante el desarrollo de la investigación

A mis compañeros, por compartir momentos agradables durante mi formación.

DATOS BIOGRÁFICOS



Alejandra Rodriguez Pacheco, nació el 12 de marzo de 1992 en Zapotitlán Tablas Guerrero, estudió el grado de Secundaria y Bachillerato Tecnológico en “Villa de los Niños” Chalco, Edo. México, posteriormente ingresó a la Universidad Intercultural del Estado de Guerrero donde cursó el nivel de licenciatura obteniendo el grado de Licenciado en Desarrollo Sustentable. Obtuvo la beca del programa Proyecta 100,000 para estudiar inglés en la universidad de Language Centers (ELS) en Tampa Florida, Estados Unidos de América en el año 2016. En el año 2017, laboró en la Secretaría General del H. Ayuntamiento de Zapotitlán Tablas, Guerrero.

En el 2018 participó en el Programa de incorporación de Mujeres Indígenas a Posgrados, para el Fortalecimiento Regional del Estado de Guerrero en donde obtuvo financiamiento para tomar un curso del idioma inglés en la Universidad de McGill Canadá.

En el 2019 ingresó al Programa de Posgrado en Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, en donde concluyó sus estudios de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales 2021.

RESUMEN GENERAL

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DEL BOSQUE PINO-ENCINO DE HUIZTLATZALA, GUERRERO, MÉXICO¹

La composición de los ecosistemas forestales puede modificarse con el paso del tiempo, por ello el objetivo de la presente investigación fue evaluar la diversidad y estructura forestal del bosque de pino-encino, con la finalidad de conocer su composición actual, así como el nivel de degradación. Mediante muestreo aleatorio se establecieron veinticinco conglomerados circulares de 500 m², en los cuales se contabilizaron las especies leñosas con un diámetro a la altura del pecho (DAP) > 5 cm. En individuos seleccionados se realizó una medición dendrométrica considerando dos variables de importancia: altura total (h), diámetro (DAP); además se calculó: frecuencia, abundancia, dominancia e índice de valor de importancia, así como diversidad con los índices de Shannon, Simpson y Sorensen. A partir de la percepción social, se identificó la evolución de la degradación forestal. Para esto se aplicaron encuestas a comuneros mayores de 35 años, con tamaños de muestra predeterminados de acuerdo con un margen de confiabilidad de muestreo de 95%, y un error de estimación de 10%. De acuerdo con los resultados obtenidos, se reportaron siete especies distribuidas en dos géneros y dos familias, donde la especie con mayor índice de valor de importancia fue el *Pinus teocote*. La distribución de individuos por clase diamétrica fue normal y equilibrada. El grado de perturbación del bosque resultó ser alto, siendo dos los aspectos de mayor importancia en su incremento: el desarrollo de un aprovechamiento irracional, y la presencia de cultivos ilícitos; ambos factores difíciles de erradicar debido a las circunstancias sociales y de violencia que los generan. La comunidad vegetal concentrada en la zona mostró baja diversidad y riqueza arbórea. Se concluye que cualquier acción de restauración y conservación para mejorar el recurso bosque deberá consensarse, negociarse y ser gestionada con los grupos de interés y las autoridades locales, de otra manera no se podrán realizar acciones de mayor impacto que generen incrementos en la calidad del bosque.

Palabras clave: *Pinus-Quercus*, diversidad, degradación, disturbio antropogénico, indicadores ecológicos.

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Alejandra Rodríguez Pacheco
Director de Tesis: Dra. María Isabel Palacios Rangel

GENERAL ABSTRACT

STRUCTURE AND TREE DIVERSITY OF THE PINE-OAK FOREST OF HUIZTLATZALA, GUERRERO, MEXICO ²

The composition of forest ecosystems can be modified over time, therefore the objective of this research was to evaluate the diversity and forest structure of the pine-oak forest, in order to know its current composition, as well as the level of current degradation. By means of random sampling, twenty-five circular conglomerates of 500 m² were established, in which the woody species with a DBH > 5 cm were counted. In selected individuals, a dendrometric measurement was performed considering two important variables: total height (h) and diameter to the breast height (DBH). Furthermore, were calculated: frequency, abundance, dominance and importance value index. Also diversity was estimated with the Shannon, Simpson and Sorensen indices. From a social perception, the evolution of forest degradation was identified. For this, surveys were applied to community members over 35 years of age, with sample sizes calculated based on a sampling confidence margin of 95%, and an estimation error of 10%. According to the results obtained, seven species distributed in two genera and two families were reported, where the species with the highest index of importance value was *Pinus teocote*. The distribution of individuals by diameter class was normal and balanced. The degree of disturbance of the forest turned out to be high, being two the most important aspects in its increase: the development of an irrational use, and the presence of illicit crops; Both factors are difficult to eradicate due to the social circumstances and the violence that generate them. The plant community concentrated in the area showed low tree richness and low diversity. It is concluded that any restoration and conservation action to improve the forest resource must be agreed upon, negotiated and managed with interest groups and local authorities, otherwise it will not be possible to carry out actions of greater impact that generate increases in the quality of the forest.

Keywords: *Pinus-Quercus*, diversity, degradation, anthropogenic disturbance, ecological indicators.

² Thesis Master's Degree in Forestry Sciences, Universidad Autónoma Chapingo
Author: Alejandra Rodríguez Pacheco
Thesis advisor: Dra. María Isabel Palacios Rangel

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Antecedentes

En el ámbito nacional, los estudios sobre diversos temas ecológicos han cobrado importancia, sobre todo a partir de la década de 1990. Antes de esta época algunos estudios se concentraron en describir el bosque (Willians, 1992), se ampliaron los trabajos sobre las propiedades que poseen los bosques en torno a la conservación de la diversidad biológica, la regulación del ciclo hidrológico y el clima (Méndez et al., 2018; Seppelt et al., 2011). Cabe decir, que la transformación en integridad y diversidad biológica a la que están sujetos los bosques, se suscita bajo la influencia constante y generalizada de una amplia gama de perturbaciones de carácter antropogénico (Walton, 2011), lo que implica varios riesgos.

Se ha documentado información de varios investigadores en donde explican ampliamente que la estructura y diversidad de cualquier ecosistema forestal puede modificarse, si se realiza de forma constante un aprovechamiento irracional de todos los recursos contenidos en su ámbito, así como un cambio radical de uso de suelo y vegetación (Debinski & Holt, 2000). En varias partes del mundo, las investigaciones realizadas en torno a los cambios que ocurren en la dinámica ambiental, son consideradas prioritarias, la mayoría de las cuales se realizan con la finalidad de proponer nuevas alternativas nacionales tendientes a incrementar las acciones de conservación y restauración no solo forestal sino también ambientales (Calderon-Aguilera et al., 2012).

De acuerdo con Méndez et al., (2018), un tema de especial interés para los investigadores en temas forestales, ha sido el de los bosques de pino-encino, los que después de las selvas, constituyen uno de los ecosistemas con mayor difusión en el mundo. A lo largo del continente americano su presencia se extiende y atraviesa diversos países, pero es en Estados Unidos de América,

México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua Honduras y Cuba, donde han sido mayormente estudiados (Mora & Alanís, 2016).

En México, es considerado como el tercer país con mayor diversidad biológica en el mundo (Toledo, 1994) debido a su ubicación geográfica y a la combinación de una variedad de condiciones fisiográficas y climáticas, y los bosques de coníferas y de encino ocupan el 21% de la superficie total del país, siendo esto equivalente a 1.5 millones de hectárea (Challenger & Soberón, 2008). En el país, los bosques de pino-encino poseen una riqueza florística que compone alrededor de 7,000 especies, de las cuales 70% son endémicas, (Rzedowski, 1996). Éstos se localizan en un intervalo altitudinal que va de los 1,200 a los 2,800 msnm (Rzedowski, 1991). Sin embargo, actualmente, los ecosistemas terrestres de México presentan una drástica alteración y una reducción en su superficie original (Challenger & Soberón, 2008). Ante esta situación, desde hace más de 40 años, (Rzedowski, 2006) ya había sugerido fomentar la conservación de los bosques, en especial donde su presencia es necesaria para preservar el equilibrio ecológico de los ecosistemas.

De acuerdo con Mora & Alanís, (2016), los ecosistemas asociados a los bosques de pino-encino en muchos casos habían sido capaces de soportar, e incluso revertir, el impacto de las actividades antrópicas, sin embargo, sus límites de tolerancia han sido rebasados, y la existencia de ellos en muchas regiones del país se encuentran en condiciones de alarmante fragilidad, por lo que en la última década se han realizado diversos estudios sobre los efectos que tienen en su sobrevivencia los procesos de cambio de uso de suelo. Un hecho documentado es que la degradación ecológica ha afectado a este tipo de bosques, por lo que algunos han desaparecido debido a un aprovechamiento irracional y a cambios en el uso del suelo, mientras que otros revelan fuertes daños en su estructura y afectaciones en su dinámica.

En este sentido, en la Montaña Alta de Guerrero, existen áreas fuertemente perturbadas y muestran altos niveles de degradación exponencial, debido a la

realización de actividades antropogénicas, las cuales se encuentran relacionadas con la siembra de cultivos ilícitos, incendios provocados, sobre pastoreo de ganado vacuno y caprino, y tala inmoderada de los árboles para cubrir las necesidades de las poblaciones aledañas, razones por las cuales el bosque ha tenido efectos, principalmente la erosión hídrica y el desplazamiento de algunas especies de fauna silvestre, así como un incremento creciente de los niveles de deforestación.

Cabe señalar que hasta el 2020 no existían evidencias de haberse realizado estudios dasométricos de la zona de estudio, ni registros publicados de investigaciones realizadas en esta región por parte de alguna institución académica o gubernamental, sin embargo, sí hay sobre actividades de aprovechamiento de recursos forestales por parte de autoridades y pobladores, quienes han implementado algunas normas de control de tala de árboles bajo la supervisión del Consejo de Vigilancia Ambiental de la comunidad. Sin embargo, estas actividades se han realizado con muchas dificultades debido al grado de violencia y problemas sociales que hay entre los grupos delictivos que ejercen su dominio en las poblaciones aledañas a la zona.

1.2 Justificación

Pese a lo anterior, en las dos últimas décadas el bosque de pino-encino de Huiztlatzala, ha ido recobrando su antigua importancia (social, ambiental y económica), para la población asentada en la zona, ya que de los diversos ecosistemas contenidos en su floresta se obtienen múltiples productos como son la leña, frutos y flores, hongos, así como la carne de algunos animales silvestres (conejos, ardillas y venados entre otros), beneficios que complementan sus ingresos en la vida cotidiana; tampoco les ha pasado desapercibido su valor ambiental, al ser éste una fuente natural de suministro de dióxido de carbono.

En ese sentido, se destaca la importancia que tiene para los pobladores de este lugar el estudio de la estructura y diversidad forestal del bosque comunitario de Huiztlatzala, de tal forma que se puedan ubicar, cuantificar y conocer aspectos

tales como la actual distribución geográfica del bosque de pino-encino, así como la abundancia de las especies arbóreas contenidas en esta demarcación; de la misma forma, destacar su endemismo y estatus actual, con base lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con base en los datos cuantitativos obtenidos, lo que se pretendió en la presente investigación, fue establecer una base inicial de datos, para que en un futuro cercano se pueda diseñar un plan de conservación que beneficie a los poseedores originarios de este bosque. Se considera que la información que se generó a lo largo del trabajo constituirá una plataforma útil que les posibilitará tomar decisiones adecuadas y documentadas al momento de implementar los planes de conservación, de manejo integral o medidas preventivas que mitiguen la degradación presente en el hábitat o la extinción de las especies arbóreas endémicas. Cabe señalar que los datos que se lograron obtener en el estudio son los primeros en su tipo, por lo cual, también quedarán como base para estudios posteriores.

Durante el desarrollo del presente estudio se utilizaron distintos índices para calcular la riqueza, diversidad y dominancia de las especies; asimismo, se determinaron indicadores de acumulación de especies de tipo paramétrico y no paramétrico, cuyas finalidades fuera el de comprobar que el diseño de muestreo seleccionado fuera el más representativo o adecuado.

Todo lo anterior se hizo bajo la idea de que el sentido de pertenencia y una conciencia clara acerca de la importancia de sostener la diversidad de especies no sólo florística, sino también faunística por parte de la población, constituye un aspecto de lo más relevante, ya que esto ha sido un componente fundamental que explica su comportamiento y la concepción simbólica que tienen del bosque. De igual forma, en acciones futuras se definirá el tipo de actividades a realizar para mantener un determinado nivel de calidad ambiental (con respecto al manejo de sus recursos forestales), en una dimensión temporal a lograr (en el

corto, mediano y largo plazo) lo cual, asimismo determinará la toma de sus decisiones.

1.3 Objetivos de la investigación

Con la finalidad de orientar de forma adecuada el presente trabajo de investigación se formularon los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo General

Realizar un diagnóstico de la vegetación arbórea de bosque pino-encino, mediante el empleo del muestreo por conglomerados, con la finalidad de que se realice una valoración de la diversidad y estructura actual del bosque, para sentar algunas bases que permitan su detección, control y mejoramiento, así como actividades para su conservación.

1.3.2 Objetivos Particulares

Identificar la diversidad, riqueza y abundancia de las especies arbóreas, mediante el establecimiento de índices de diversidad, para conocer el estatus de las especies encontradas según la NOM-059-SEMARNAT-2010, y de esta forma determinar grado de perturbación y nivel de pérdida de la cobertura forestal actual.

Conocer la evolución de degradación forestal que ha sufrido la zona de estudio, mediante la aplicación de encuestas a la población de Huiztlatzala, Guerrero, de tal forma que se puedan identificar los niveles de corresponsabilidad en las acciones y procedimientos que se deben realizar para tener un aprovechamiento y manejo sustentable de las especies arbóreas dentro de la zona de estudio.

1.4 Hipótesis

Para una correcta ubicación y análisis de la problemática forestal existente en la zona de estudio se elaboraron las siguientes hipótesis de investigación, mismas que sirvieron de base para el desarrollo y discusión de los resultados de

investigación obtenidos, los cuales se abordarán en el capítulo tres del presente documento de titulación:

H1: De acuerdo con las condiciones edafoclimáticas del bosque de pino-encino, en la parte alta del bosque se encuentra mayor presencia de individuos de la familia *Pinaceae*, del género *Pinus* de la especie *teocote*.

H2: Existe similitud en la composición florística y estructural a lo largo del gradiente altitudinal en la zona de estudio, por lo que la riqueza (α) será baja.

1.5 Preguntas de investigación

Como una guía importante del estudio se plantearon las siguientes preguntas, mismas, que se pretendió contestar en las diferentes fases:

¿Qué nivel de diversidad, abundancia y riqueza de especies arbóreas se encuentra presente en la zona de estudio del bosque de pino-encino?

¿Cómo se encuentra distribuida la vegetación arbórea del bosque de Huiztlatzala, Guerrero?

¿Cuáles son las especies arbóreas que se encuentran en categoría de riesgo?

¿Cuál es el actual nivel de perturbación presente en la zona estudiada?

1.6 Contenido temático del Documento de Titulación

El presente documento está compuesto por cuatro capítulos. En el CAPÍTULO UNO, se presenta la **Introducción General** del trabajo en donde se detalla la importancia que reviste el tema y objeto estudiado; de igual manera, se incluyen los aspectos que integran la investigación como son: Justificación, Antecedentes, Objetivos, Hipótesis, Preguntas de Investigación. El CAPÍTULO DOS, integra la **Revisión de Literatura** con la cual se construyó tanto el Marco teórico conceptual como el Marco de referencia. En este apartado se incluye la bibliografía que se revisó para sustentar la investigación. La temática abordada

gira en torno al bosque de pino-encino de la Región Montaña Alta del estado de Guerrero; se plantea una parte conceptual sobre los aspectos generales del bosque y los índices de diversidad que son utilizados para calcular la riqueza específica y la abundancia; así mismo se presentan los modelos cuantitativos que se utilizaron para procesar la información obtenida en campo durante la realización de las fases de gabinete y de campo del estudio. En el CAPÍTULO TRES Y CUATRO, se presentan los **Resultados Obtenidos**, los materiales y métodos utilizados redactados en forma de artículo científico. Finalmente, se muestran las **Conclusiones Generales** de la investigación.

1.7 Estructura del documento de titulación

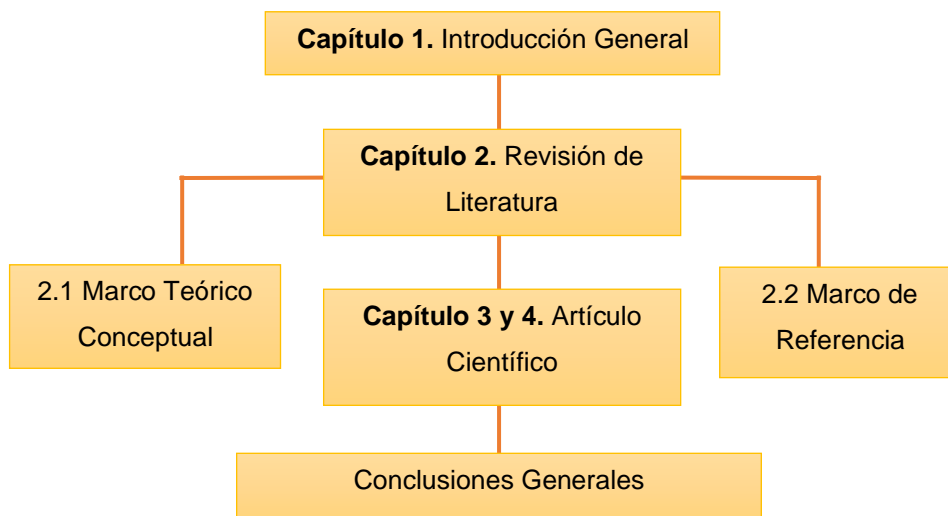


Figura 1. Estructura del documento de investigación.

1.8 Literatura Citada

- Calderon-Aguilera, L., Rivera-Monroy, V. , Porter-Bolland, L., Martínez-Yrizar, A., Ladah, L., Martínez-Ramos, M., Alcocer, J., Santiago-Pérez, A., Hernandez-Arana, H. A., Reyes-Gómez, V., Pérez-Salicrup, D., Díaz-Nuñez, V., Sosa-Ramírez, J., Herrera-Silveira, J., & Búrquez, A. (2012). An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: Current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation*, 21(3), 589–617. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0218-6>.
- Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*.
- Debinski, D. M., & Holt, R. D. (2000). A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology*, 14(2), 342–355. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98081>.
- Méndez, O. C., Mora, D. C., Alanís, R. E., Jiménez, P. J., Aguirre, C. O., Treviño, G. E., & Pequeño, L. M. (2018). Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 53.
- Mora, D. C., & Alanís, E. (2016). Resiliencia de bosques de pino – encino en América: Una visión global del estado actual. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 13(33), 01. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v13i33.2571>
- Rzedowski, J. (1996). Acta Botánica Mexicana. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Instituto de Ecología*. 21.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. *Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad, Mexico*, 504.
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 166(1), 62. <https://doi.org/10.1007/BF00489298>.
- Seppelt, R., Dormann, C. F., Eppink, F. V., Lautenbach, S., & Schmidt, S. (2011).

A quantitative review of ecosystem service studies: Approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 630–636. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01952>.

Toledo, V. M. (1994). La diversidad biológica de México, Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias*, 34, 57.

Walton, M. K. (2011). Selection, interpretation, and development of end-points for multiple sclerosis clinical trials. *Multiple Sclerosis Therapeutics, Fourth Edition*, 232–243. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139023986.022>.

Willians, L. G. (1992). El bosque Mesófilo de montaña, veinte años de investigación ecológica ¿que hacemos y hacia dónde vamos? *Madera Bosques*, 12.

CAPÍTULO 2. LITERATURA REVISADA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Generalidades

Se tienen reportes que el estudio de la vegetación se inició en el siglo pasado con un enfoque esencialmente fisionómico, sin embargo, el método que conjuga gran parte de las características es el conocido como enfoque estructural (Greig, 1983). En los últimos años se ha recurrido al empleo de análisis estadísticos para estudios de la vegetación, con el fin de comprender el funcionamiento y el comportamiento de los ecosistemas (Ávila, Aguirre, y García, 1994), esto debido a que actualmente los ecosistemas presentan cambios en su estructura, a consecuencia de las actividades antropogénicas, además de compararse con otras comunidades similares, lo que permite conocer la variabilidad florística que existe entre éstas.

2.1.2 El bosque pino-encino en el territorio mexicano

Para entender la estructura del bosque pino-encino es necesario conocer cuáles son las zonas en que se encuentra presente la distribución de ésta población arbórea (Méndez et al., 2018). El territorio nacional se caracteriza por tener una amplia diversidad ambiental debido a la posición latitudinal, los procesos de orogenia, vulcanismo y el intemperismo (Francisco, 2004), además de diversos factores que sirven como modeladores del paisaje como la ubicación geográfica, clima, tipos de relieve entre otros (Challenger & Soberón, 2008).

Al respecto, Méndez et al. (2018) y Mora & Alanís (2016) mencionan que después de las selvas, los bosques de pino-encino son uno de los ecosistemas con mayor diversidad en el mundo; además, su ámbito de cobertura se extiende desde los Estados Unidos de América, México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua Honduras y finalmente se puede encontrar en la República de Cuba.

Con base en la literatura, la presencia de bosque de pino-encino en Guerrero se produce porque esta zona forma parte de la Sierra Madre del Sur, la que se encuentra integrada por montañas formadas por rocas de diversos tipos, con predominancia de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias, (Francisco, 2004); además, en la Región de la Montaña Alta de Guerrero se presenta la predominancia de suelos de tipo regosol y cambisol lo que genera características particulares a las comunidades vegetales presentes en esta demarcación.

Méndez et al. (2018) describe que la estructura de bosques de pino-encino se reconoce como un indicador clave de la fitodiversidad, la estabilidad ecológica y el desarrollo de los rodales, los que junto con la densidad y la diversidad son características importantes para la descripción cuantitativa de la vegetación, por lo que los árboles son los elementos principales de la estructura ecosistémica (Franklin et al., 2002) y un adecuado indicador de la biodiversidad, factor que permite evaluar el estatus de la vegetación (Rzedowski, 1978).

2.1.3 Superficie del bosque Pino-encino en el país

Diversos autores mencionan que los bosques de coníferas y de encino ocupan más del 21% de la superficie del territorio mexicano, esto es equivalente a 16 millones de hectáreas (Challenger & Soberón, 2008), y tienen una riqueza florística de unas 7,000 especies, de las cuales el 70% se consideran endémicas (Rzedowski, 1996). Se encuentran situadas en el intervalo altitudinal de 1,200 a 2,800 msnm (Rzedowski, 1991). En gran medida se trata de comunidades siempre verdes. Tal condición se presenta debido a la presencia de otras especies de árboles, principalmente del género *Quercus*, lo que permite que el bosque sea regularmente perennifolio; es preciso mencionar que esto se encuentra en función del grado de abundancia de la biomasa de estos elementos acompañantes de hoja decidua (Rzedowski, 1978).

2.1.4 Importancia de la conservación de los bosques

De acuerdo con Franklin et al., (2002) y Jardel (2015), la conservación de los ecosistemas forestales tiene, principalmente, el propósito de generar servicios ambientales esenciales para todos los seres vivos, así como para el sustento y el bienestar del ser humano.

Esto se encuentra integrado a la disposición presente tanto en la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, así como en la NOM-152-SEMARNAT-2006, donde ambas establecen que la conservación de la biodiversidad debe incorporarse al manejo forestal (Jardel, 2014) para no perder el equilibrio ecológico.

Un estudio realizado por Millennium Ecosystem Assessment Board (2005), destaca que actualmente la sociedad reconoce el valor de los ecosistemas forestales, no solo como fuente de recursos naturales esenciales para la economía, como agua, madera, alimentos entre otros, sino que también, incrementa la importancia que se asigna a las funciones ecológicas de dichos ecosistemas, debido a que éstos hacen posible la vida en el planeta, básicamente en la regulación del ciclo hidrológico, la mitigación de los efectos del cambio climático, y el amortiguamiento de los impactos ocasionados por fenómenos naturales.

En este sentido, Chávez, González, & Hernández, (2018) señalan que la identificación oportuna de ecosistemas con mayor degradación permite orientar y optimizar los esfuerzos de conservación, para ello se han generado diferentes metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo que permiten cuantificar su distribución espacial. El establecer un esquema metodológico general que orienta la realización de estudios futuros en este tema, se ha convertido en una prioridad para el buen manejo de las áreas prioritarias.

La Norma Oficial Mexicana 059 (DOF, 2010) establece las formas de medir las categorías de riesgo de las especies de las áreas prioritarias. A continuación, se

presenta una relación de las distintas categorías de riesgo consideradas de importancia por los impactos que ocasionan en las distintas poblaciones vegetales.

2.1.5 Categorías de riesgo

Probablemente extinta en el medio silvestre €: es para las especies nativas, cuyo ejemplar en vida libre han desaparecido, hasta donde la documentación y estudios realizados los prueban, de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

En peligro de extinción (P): son aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido de forma drástica, poniendo en riesgo la viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación.

Amenazadas (A): son tomadas en cuenta, poblaciones o especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden de forma negativa en su viabilidad, al ocasionar el deterioro y modificación de su hábitat o reducir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Sujetas a protección especial (Pr): son aquellos ejemplares que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación tanto de sus poblaciones como de especies asociadas.

2.1.6 Parámetros para medir la vegetación arbórea

Altura: La altura se calcula de acuerdo con el interés que se tenga ya sea cualitativa o cuantitativa, pero es uno de los parámetros que se mide en una vegetación o una especie. El instrumento que más se utiliza para ello es el clinómetro Suunto, la cual está diseñado para medir árboles. En él se ha

sustituido el nivel de la brújula por un péndulo fijo de 90° de la línea índice horizontal. Con el instrumento las lecturas se pueden medir en grados en la escala izquierda y en porcentaje en la escala derecha. (Romahn-De La Vega & Ramírez, 2010).

Diámetro: para medir el diámetro de los árboles se toma en cuenta de una altura de 1.3 m de la superficie del suelo (DAP=diámetro a la altura del pecho) utilizando una cinta diamétrica, o bien una forcípula, la medición del diámetro del tronco de un árbol es uno de los parámetros de mayor importancia para estudios de ecología vegetal, ya que permite determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia (Romahn, 1999).

2.1.7 Índices para evaluar la vegetación

De acuerdo con United Nations Convention Biological Diversity, (1992).La biodiversidad se define como “la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad, dentro y entre las especies, así también de las comunidades ecológicas”

La implementación de los índices de diversidad ha sido y seguirán siendo útiles para la medición de la vegetación. Si bien en muchos casos los investigadores mencionan que éstos pueden reducir la cantidad o la calidad de la información derivada de su aplicación, pero en muchas veces son el único medio para analizar los datos de vegetación obtenidos en los muestreos de campo (Mostacedo & Fredericksen, 2000) ya que los índices posibilitan describir aspectos relacionados con la diversidad vegetal presente en un determinado hábitat, considerando principalmente el número de especies y de individuos por cada especie (Toledo, 1994).

No obstante, las limitaciones que puede presentar el uso de índices caben mencionar que para cualquier estudio es importante conocer la forma de procesar y evaluar los resultados, por ello se presentan a continuación distintos índices utilizados para evaluar, calcular o medir distintos niveles de diversidad presentes en un entorno específico.

Índice de Margalef

La forma más sencilla de medir la biodiversidad es analizando la riqueza específica, ya que únicamente se basa en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia. Este índice transforma el número de especies por muestra en una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Su aplicación supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1998). Este índice se sustenta en la siguiente expresión: si los valores son inferiores a 2.0 son consideradas las zonas con baja diversidad, en general resultados de efectos antropogénicos, y valores superiores a 5.0 son indicativos de alta biodiversidad.

Índice de Shannon-Wiener

Éste es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para emplearse es necesario que el muestreo sea aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. Para su cálculo puede utilizarse el logaritmo natural (\ln) o el logaritmo con base 10 ($\lg 10$), y al momento de interpretar y escribir los resultados, es importante recordar y especificar el tipo de logaritmo utilizado (Moreno, 2001).

Índice de Simpson

Este es un índice que permite evaluar la dominancia, más que de diversidad por lo que representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Moreno, 2001)

Índice de Sorensen

Es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia-ausencia de especies en cada una de ellas, los datos que utiliza son cualitativos. Éste se emplea normalmente para cuantificar la diversidad *beta*; su cálculo se basa en datos cualitativos de presencia/ausencia de cada especie en los estratos al compararse (Moreno, 2001).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De acuerdo con Magurran (1998), el análisis del valor de importancia de las especies tiene sentido si el objetivo de medir la diversidad biológica debe, además de aportar conocimientos a la Ecología, contar con parámetros que permitan tomar decisiones, monitorear el efecto de las perturbaciones o bien emitir recomendaciones en favor de la conservación de áreas amenazadas.

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, con base en tres parámetros principales: cobertura, densidad y frecuencia. Este índice (IVI) es la suma de estos tres parámetros, y revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal.

El IVI es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtenerlo es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100; por tanto, la suma total de los valores del IVI debe ser igual a 300 (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

2.1.8 Muestreo probabilístico por conglomerados

A continuación, se describe la importancia del muestreo en la realización de trabajos, donde muestrear es de vital importancia, ya que con su aplicación a una población se puede examinar y sacar conclusiones con base a los datos obtenidos en una pequeña parte de la población total, dando por sentado que los

resultados obtenidos en la muestra son representativos de toda la población (Mcroberts et al., 1992; Mostacedo & Fredericksen, 2000). En ese sentido, (Guillen et al., 2011), afirman que el muestreo por conglomerados resulta ser un método de muestreo en el que la población objetivo se divide en múltiples conglomerados o grupos seleccionados de manera aleatoria.

2.1.9 Indicadores de Acumulación de Especies

Curva de acumulación de especies

Una forma de cuantificar la diversidad alfa o la riqueza específica de los puntos muestrales, es utilizando la curva de acumulación de especies, ésta se utiliza para estimar el número de especies esperado en función del número acumulativo de muestras (Colwell et al., 2004), y obtener, por extrapolación, los valores asintóticos del inventario. Con las curvas se obtienen resultados confiables y relacionan el esfuerzo de colecta con el tamaño del inventario, el cual debe ser medido por el número de muestreos o el tiempo de muestreo, por lo cual el tamaño y la cantidad de especies acumuladas presentará variaciones en relación con el tiempo dedicado a la colecta. Esto es así, debido a que el patrón de distribución espacial de las especies, no resulta ser un factor estable a lo largo del tiempo(Adler & Lauenroth, 2003; Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Los métodos de estimación Colwell & Coddington (1994) basados en puntos muestrales y el uso de curvas de acumulación de especies, estimadores paramétricos y estimadores no paramétricos, posibilitan obtener mayor confiabilidad en los inventarios biológicos, permiten su comparación con otros, así como poder extrapolar la cantidad de especies integradas a un inventario, de tal forma que se pueda realizar una estimación más concreta del total de especies contenidas en una zona determinada (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003; Lamas et al., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Gotelli & Colwell, 2001).

La curva de acumulación de especies consta del análisis de tres modelos básicos modelo logarítmico, modelo de dependencia lineal y ecuación de Clench (Soberon & Llorente, 1993).

El modelo logarítmico asume que, conforme la lista de especies aumenta, la probabilidad de añadir una nueva especie a la lista disminuye proporcionalmente con el tamaño actual de la lista, hasta que alcanza cero (Moreno, 2001). Es un modelo útil en muestreos de áreas relativamente pequeñas, grupos bien conocidos y cuando todas las especies están registradas (Soberon & Llorente, 1993).

En cambio, Williams & Lutterschmidt (2006) mencionan que la exponencial negativa, indica que la lista de especies crece, la probabilidad de añadir una especie disminuye de forma exponencial. Se utiliza cuando la región o área de estudio es muy grande a los grupos poco conocidos, haciendo que la probabilidad de encontrar una nueva especie nunca sea cero. Este es adecuado cuando la región de muestreo es grande o la taxa es poco conocida, de forma que la probabilidad de encontrar una nueva especie nunca será cero.

En cuanto al modelo de Clench, describe que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará hasta un máximo, entre más tiempo se estudie en campo. Es recomendable utilizarlo cuando la intensidad de los muestreos cambia en el tiempo, y se pretende conocer qué esfuerzo en tiempo mínimo resulta necesario para obtener un número aceptable de especies, así como para realizar muestreos en territorios amplios y heterogéneos, y cuando la presencia de especies raras es muy alta (Soberon & Llorente, 1993).

Dicho modelo predice la riqueza total de un sitio como el valor del número de especies al cual una curva de acumulación de especies alcanza la asíntota.

2.1.10 Estimadores No paramétricos

Se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado, se emplean generalmente cuando no se tienen datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Colwell, Xuan, & Chang,

2004). Para los datos de presencia ausencia se dispondrá de Bootstrap y para los datos de abundancia se utiliza el Chao 1.

Chao 1

Estima el número de especies esperadas en relación con el número de especies únicas y el número de especies duplicadas. Es decir, se requiere saber cuántas especies están representadas por un solo individuo en la muestra y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (Chao, 1984).

Eficiencia de muestreo

Está definida por el número de especies observadas o encontradas en el muestreo, dividido por el estimador específico no paramétrico (Chao 1 y Bootstrap), multiplicado por 100. La ecuación con la que se calcula es:

$$Eficiencia = \left(S_{obs} / (CHAO1, BOOTSTRAP) \right) * 100$$

2.2 MARCO DE REFERENCIA

Debido a las escasas investigaciones en la Montaña Alta de Guerrero, específicamente sobre la estructura y diversidad de vegetación arbórea en bosques de pino-encino, se procedió a una búsqueda de artículos científicos arbitrados con indizaciones nacionales e internacionales, comprendida en un periodo de 2000 a 2020. La indagación se realizó empleando siete repositorios digitales: Authormapper, Research Gate, SCOPUS, Journal Storage (JSTOR), Google académico, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, intelligo y Scientific Electronic Library Online (SciELO). Se exploraron palabras claves en inglés y español, como: “bosque de pino-encino”, “pine-oak forest”. De los 56 documentos encontrados (Figura 2) se seleccionaron únicamente las investigaciones que tenían como objetivo identificar la estructura y diversidad de especies arbóreas en bosques relacionados y éstas son las que se describen.

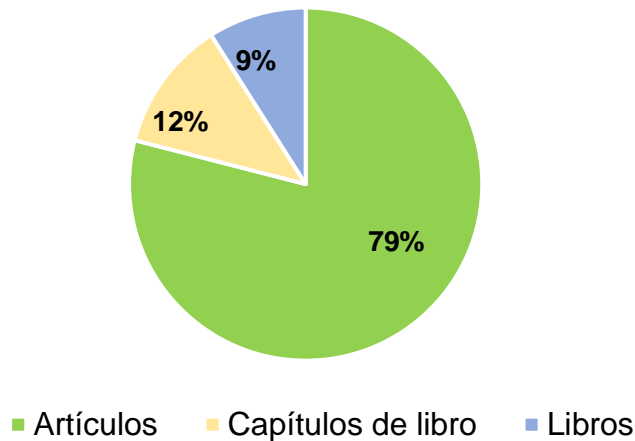


Figura 2: Tipos de documentos sobre bosque de pino-encino.

Fuente: (Scopus, Intelligo y AuthorMapper, 2020).

2.2.1 Factores de impacto de los principales journals

Adicionalmente, se presentan los factores de impacto de las siete principales revistas que se encuentran publicando sobre el tema de interés (Cuadro 1).

Cuadro 1. Factores de impacto de los principales journals.

Revista	Factor de impacto Journal Citation Report (JCR)
Revista Botanical Sciences	0.935
Revista Mexicana de Ciencias Forestales	0.228
Revista de Polibotánica	0.351
Revista de Madera y Bosques	0.414
Chinese Journal Ecology	0.16
Revista de Acta Botánica Mexicana	0.405
Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente	0.554

Fuente: Elaboración propia con datos de repositorios digitales de 2020.

A continuación, se describen los autores, el título y los principales hallazgos de los artículos científicos que abordan estudios de estructura y diversidad en los bosques de pino-encino (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estudios sobre la estructura y diversidad de vegetación con base en revisión de literatura.

Autor(es) y año de publicación	Título	Principales hallazgos
(Ríos-Juan Manuel et al. 2018).	Diversidad y estructura forestal en bosques de la comunidad Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero	Se registraron un total de 13 especies arbóreas distribuidas en 7 géneros pertenecientes a 6 familias. El bosque primario presenta menor diversidad, más homogeneidad y más dominancia de especies respecto al bosque secundario.
Méndez et al. (2018).	Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México	Se registró cinco especies pertenecientes a dos familias y dos géneros. La familia con mayor presencia fue Fagaceae con tres especies. <i>Pinus oocarpa</i> registró el mayor valor de importancia, de 63.53 %, La comunidad se encuentra en regeneración activa.
García et al. (2019).	Diversidad y estructura vertical del bosque de pino- encino en Guadalupe y Calvo, Chihuahua	En los bosques estudiados el promedio de altura en el piso arbóreo superior; en con manejo fue de 30.16 m y en los sin manejo, fue de 21.86 m; además, se observó una mayor regeneración de <i>P. durangensis</i> , en riqueza no hubo diferencia significativa.
Castellanos-Bolaños et al. (2010).	Diversidad arbórea y estructura espacial de bosques de pino-encino en Ixtlán de Juárez, Oaxaca	La diversidad de especies arbóreas y la estructura de los rodales son diferentes en función de la comunidad fitosociológica.
Delgado-Zamora et al. (2016).	Diversidad y estructura arbórea de dos rodales en Pueblo Nuevo, Durango	La similitud entre ambos sitios de estudio es baja, a pesar de su cercanía y de situarse en intervalos de altitud similares
Encina-Domínguez et al. (2007).	Estructura y composición florística de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé,	La densidad total del arbolado adulto fue de 4448 ha ⁻¹ y fue mayor que la de renuevos e individuos juveniles. Los encinos con mayor área basal fueron <i>Quercus greggii</i> y <i>Q. saltillensis</i> . El número de especies decreció con el aumento de la altitud.
López-Hernández et al. (2017).	Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México).	Se registró 11 especies arbóreas, distribuidas en cinco géneros. La familia con mayor riqueza fue Pinacea; Los índices de <i>Shannon</i> (1.37) <i>Margalef</i> (1.35) estos indican una tendencia a la heterogeneidad del ecosistema.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De los artículos estudiados, dos de ellos se exponen con mayor detalle en cuanto a la estructura y diversidad de especies arbóreas en el estado de Guerrero.

2.2.2 Composición arbórea y estructura forestal en dos estratos bosque primario y secundario, de la comunidad Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero

Ríos-Juan Manuel et al. (2018) describe sobre la composición arbórea y estructura forestal en dos estratos: bosque primario y secundario, de la comunidad Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero. Donde se ubicaron parcelas de muestreo de 30 x 30 de forma aleatoria en cada estrato para estimar la composición y estructura forestal.

Éste estudio reportó 13 especies distribuidas en 7 géneros y 6 familias, y la especie con mayor índice de valor de importancia (IVI) fue la elite (*Alnus acuminata*) con 79.14 %, en ambos estratos; en contraparte el té de tila (*Tillia mexicana*) alcanzó 3.52%.

Con respecto a la estructura forestal, señalan el índice de distanciamiento (D_i), promedió que la mayor parte de las especies en el bosque primario se encuentran dispersos espacialmente en intervalos de $D_i=1-2$ m, 2-4 y 4-6 m; no obstante, para el bosque secundario los valores de D_i fueron: 8-10 m y 10-12 m. Así mismo, ambos estratos presentan alto grado de mezcla de especies ($M_i=0.75$, $M_i=1.00$).

Por lo que estos autores recomiendan la urgencia de acciones de restauración y conservación para frenar el deterioro forestal en la comunidad, ya que en gran parte es ocasionado por el aprovechamiento irracional y la implementación de cultivos ilícitos.

2.2.3 Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México

Méndez et al. (2018) reportan en su estudio de fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México, que establecieron

parcelas circulares de 1 000 m², dónde se realizó un censo de todas las especies leñosas con un DAP > 10 cm. A todos los individuos se le tomaron medidas dendrométricas como son altura total (h), diámetro (DAP) y diámetro de la copa. Se estimó la densidad, la cobertura, la frecuencia y el índice de valor de importancia, así como la diversidad mediante el Índice de *Margalef* (*DMg*) y el índice de *Shannon-Wiener* (*H'*). La estructura vertical se describió mediante el índice de Pretzsch. En total registraron cinco especies pertenecientes a dos familias y dos géneros y la familia con mayor presencia en el lugar de estudio fue la *Fagaceae* con tres especies.

Con base al análisis la especie de *Pinus oocarpa* registró el mayor valor de importancia, de 63.53 %, en contraste con *Quercus rugosa* con 3.23 %. El índice de diversidad vertical de Pretzsch reveló la mayor ocurrencia de especies en el estrato bajo, con 50.4 % de los individuos; de los cuales *P. oocarpa* aportó 51%.

Por lo que los autores concluyeron que la comunidad vegetal estudiada está en proceso de regeneración activa y posee baja diversidad asociada a una riqueza de especies reducida.

2.2.4 Norma Oficial Mexicana Nom-059-Semarnat-2010

Con base al Diario Oficial de la Federación (2010) la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010, es el instrumento que permite identificar las especies o poblaciones de México en riesgo mediante la aplicación del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Especies Silvestres de México (MER), éste tiene el objetivo de identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestre en riesgo del todo territorio mexicano, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones.

Es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies

o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma (García- Aguilar et al. 2017).

2.3 Literatura citada

Ávila, C.H., Aguirre, J.R., y García, E. (1994). Variación estructural del bosque de oyamel (*Abies hickelli* Flous y Gaussen) en relación con factores ambientales en el Pico de Orizaba, México. *Boletín de Divulgación*, 3:5-17.

Adler, P. B. & Lauenroth. W. K (2003). The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecol. Lett.*, 6: 749-756.

Castellanos-Bolaños, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., & Velázquez-Martínez, A. (2010). Diversidad Arbórea Y Estructura Espacial de Bosques De Pino-Encino En Ixtlán De Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(2), 39–52. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v1i2.636>.

Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*.

Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11(4), 265–270. <https://doi.org/10.2307/4615964>.

Chávez, G. H., González, G., & Hernández, R. P. (2018). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27), 8–23. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i27.277>.

Colwell, R. K., Xuan, C. M., & Chang, J. (2004). Interpolando, Extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. *Ecology*, 12717–12727.

Colwell, R. K. & Coddington J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London B*, 345: 101-118.

- Delgado-Zamora, D., Heynes-Silerio, S., Mares-Quiñones, M.D., Piedra Leandro, N.L., Retana-Rentería, F.I., Rodríguez-Corral, K., Villanueva-Hernández, A.I., González-Elizondo, M.S., y Ruacho-Gonzalez, L. (2016). Diversidad y estructura arbórea de dos rodales en Pueblo Nuevo, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 33:94-107.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de La Federación*, 9(1), 76–99. <https://doi.org/10.1558/jsrnc.v4il.24>.
- Encina-Domínguez, J., Zárate-Lupercio, A., Estrada-Castillón, E., Valdés-Reyna, J., & Villarreal-Quintanilla, J. (2009). Composición y Aspectos Estructurales de los Bosques de Encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana*, 86: 71-108.
- Francisco, G. M. (2004). Las comunidades Vegetales de México. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología*.
- Franklin, J. F., Spies, T. A., Pelt, R. Van, Carey, A. B., Thornburgh, D. A., Berg, D. R., Lindenmayer, D. B., Harmon, M. E., Keeton, W. S., Shaw, D. C., Bible, K., & Chen, J. (2002). Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management*, 155(1–3), 399–423. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00575-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00575-8).
- García- Aguilar, M., Luévano, E. J., & De la Cueva, H. (2017). La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están? *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 33(2). <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3321060>.
- García, G.S., Narváez, F.R., Olivas G.J., & Hernández S. J. (2019). Diversidad y estructura vertical del bosque de pino-encino en Guadalupe y Calvo, Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(53), 41–63.

<https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i53.173>.

- Gotelli, N. J. & Colwell R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.*, 4: 379-391.
- Guillen, A., Badii, M., & Prado, J. (2011). Concepto y Aplicación de Muestreo Conglomerado y Sistemático. *Daena:International Journal of Good Conscience*, 6(2), 186–194. [http://www.spentamexico.org/v6-n2/6\(2\)186-194.pdf](http://www.spentamexico.org/v6-n2/6(2)186-194.pdf).
- Greig, S.P. (1983). *Quantitative Plant Ecology*. 3° ed., Ed. Blackwell Oxford. Los Ángeles. 359 pp.
- Jardel, P. E. J. (2014). Criterios para la conservación de la biodiversidad en los programas de manejo forestal. *Conafor*.
- Jardel, P. E. J. (2015). Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales. *Conafor*.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161.
- Lamas, G., Robbins, R. K. & Harvey D. J. (1991). A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publ. Mus. Hist. nat. UNMSM (A)*, 40: 1-19.
- López-Hernández, J.A., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., Monárrez-González, J. C., González-Tagle, M. A., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques*, 23:39-51.
- Magurran, A. E. (1998). *Measuring Biological Diversity*. <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0632056339>.
- McRoberts, R. E., Tomppo, E. O., & Czaplowski, R. I. (1992). Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. *Antología de*

Conocimiento Para La Evaluación de Los Recursos Forestales Nacionales, 1–21.

Méndez, O. C., Mora, D. C. ., Alanis, R. E., Jiménez, P. J., Aguirre, C. O., Treviño, G. E. ., & Pequeño, L. M. (2018). Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 53.

Millennium Ecosystem Assessment Board. (2005). Ecosystems and Human Well-Being. In *American Journal of Physiology - Cell Physiology* (Issue 6). <https://doi.org/10.1152/ajpcell.1989.256.6.c1120>.

Mora, D. C., & Alanís, E. (2016). Resiliencia de bosques de pino – encino en América: Una visión global del estado actual. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 13(33), 01. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v13i33.2571>.

Moreno, E. C. (2001). Métodos para medir la Biodiversidad, M&T- Manuales y Tesis SEA. *Ciencia y tecnología para el desarrollo,unesco orcyt, sociedad Entomológica Aragonesa*.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. 1–92.

Ríos-Juan Manuel, Cantú-Veronica, López-Bernardo, & Pacheco-Cutberto. (2018). Diversidad y estructura forestal en bosques de la comunidad Piedra Escalera , Tlacoapa , Guerrero. *Foro de Estudios Sobre Guerrero, Medio Ambiente y Recursos Naturales*.

Romahn-De La Vega, C., & Ramírez, M. H. (2010). Dendrometría. *Universidad Autónoma de Chapingo-División de Ciencias Forestales*, 294.

Romahn, de la V. F. (1999). Relascopía una técnica de medición forestal. *Universidad Autónoma de Chapingo-División de Ciencias Forestales*.

Rzedowski, J. (1996). Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Instituto de Ecología*, 21.

Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México.

- Acta Botánica Mexicana*, 166(1), 62. <https://doi.org/10.1007/BF00489298>.
- Rzendowski, J. (1978). Bosque de coníferas. *Vegetación de México*, 295–327. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>.
- Soberon, J., & Llorente, J. (1993). The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480–488. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480>.
- Toledo, V. M. (1994). La diversidad biológica de México, Nuevos retos para la investigación en los noventas. *cencias*, 34, 57.
- United Nations Convention Biological Diversity. (1992). Convention on biological diversity united nations 1992. *United Nations*, 30. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>.
- Williams, J. K., & Lutterschmidt, W. L. (2006). Species-Area Relationships Indicate Large-Scale Data Gaps in Herbarium Collections. *Lundellia*, 9(1), 41–50. <https://doi.org/10.25224/1097-993x-9.1.41>.

CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DEL BOSQUE PINO-ENCINO DE HUIZTLATZALA, GUERRERO, MÉXICO

3.1 RESUMEN/ ABSTRACT:

Se determinó la diversidad y estructura forestal de un bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero. Para ello, se establecieron aleatoriamente 25 conglomerados circulares de 500 m²; asimismo, se contaron las especies leñosas con un DAP > 5 cm. Se obtuvieron medidas dendrométricas de altura total (h), diámetro (DAP) de cada individuo, y se analizaron su frecuencia, abundancia, dominancia e índice de valor de importancia. La diversidad se calculó a partir de los índices de Shannon-Wiener y Simpson. Además, la riqueza de especies se estimó con los modelos Chao 1 y Bootstrap. Finalmente, para determinar la similitud cualitativa y cuantitativa se utilizó el índice de Sorensen y Jaccard. Como resultado se obtuvo el registro de 7 especies distribuidas en 2 géneros y 2 familias, siendo que la especie con mayor (IVI) fue *Pinus teocote* con 78,6%. Se encontró que la distribución de individuos por clase de diamétrica fue normal y equilibrada. Los estimadores de riqueza indicaron que más del 96% de las especies calculadas se registraron por 1 ha para cada sitio, dejando la parte baja del bosque como la de mayor diversidad con ($H' = 1.7$, $\lambda = 0.68$). Se concluye que la comunidad vegetal tiene baja diversidad y riqueza arbórea, situación resultante del cambio de uso de la tierra para las actividades de labranza y el aumento de la siembra de cultivos ilícitos. Se considera necesario establecer actividades de restauración y conservación para frenar el deterioro de los bosques.

Palabras clave: Diversidad, disturbio antropogénico, indicadores ecológicos, *Pinus-Quercus*, vegetación.

STRUCTURE AND TREE DIVERSITY OF THE PINE-OAK FOREST OF HUIZTLATZALA, GUERRERO, MEXICO

The diversity and forest structure of a pine-oak forest of Huiztlatzala, Guerrero, was determined. To this end, 25 circular clusters of 500 m² were randomly established; likewise, woody species with a DBH > 5 cm were counted. Dendrometric measurements of total height (h), diameter (DBH), were obtained from each individual, and their frequency, abundance, dominance and Importance Value Index were analyzed. Diversity was calculated from the Shannon-Wiener and Simpson indices. Furthermore, the species richness was estimated with the Chao 1 and Bootstrap models. Finally, to determine the qualitative and quantitative similarity, the Sorensen and Jaccard index was used. As a result, the record of 7 species distributed in 2 genera and 2 families was obtained, being that the species with the highest (IVI) was *Pinus teocote* with 78.6%. It was found that the distribution of individuals by diameter class was normal and balanced. The richness estimators indicated that more than 96% of the calculated species were recorded per 1 ha for each site, leaving the lower part of the forest as the one with the greatest diversity with ($H' = 1.7$, $\lambda = 0.68$). It is concluded that the plant community has low diversity and tree richness, a situation resulting from the change in land use for tillage activities, and the increase in the planting of illicit crops. It is considered necessary to establish restoration and conservation activities to stop forest deterioration.

Key words: Diversity, anthropogenic disturbance, ecological indicators, *Pinus-Quercus*, vegetation.

3.2 INTRODUCCIÓN

En el estado de Guerrero se han hecho exploraciones naturalistas desde el siglo XVI, en la actualidad ocupa el cuarto lugar a nivel nacional con mayor diversidad biológica (Botello, 2014) incluso tiene grandes superficies de bosques entre ellos de pino-encino (Fernández et al.1998; Rzedowski, 2006). Sin embargo, por la complejidad geomorfológica y los problemas de violencia e inseguridad que enfrenta, ha sido difícil consolidar estudios más completos sobre la diversidad de la vegetación (Valencia-Ávalos et al., 2011).

Un aspecto ampliamente documentado y que sirve para fundamentar la noción de que los bosques, como expresión de la riqueza contenida en los ecosistemas naturales, contribuyen con bienes y servicios ambientales que posibilitan la

conservación de la diversidad biológica, y son el cimiento desde el cual se desarrolla la regulación de ciclos vitales para la sobrevivencia de las especies como el ciclo del carbono y el ciclo hidrológico (Blanco, 2017). Sin embargo, existen diversos fenómenos que pueden perturbar de forma temporal o permanente, e incluso destruir la estructura y diversidad de cualquier sistema forestal. En ese sentido, éste puede modificarse debido a la presencia de varios factores, ya sean de carácter antropogénico o como resultado de sucesos derivados del cambio climático, siendo que los árboles al ser elementos fundamentales en la conformación de los ecosistemas, resienten en mayor grado la alteración de los ciclos vitales (Franklin et al., 2002; WWF, 2007). De ahí que, poder calcular con mayor precisión la diversidad de especies en un ecosistema particular, resulte ser un aspecto de mayor importancia para conocer las variaciones que tienden a afectar la calidad y multiplicidad que se manifiestan en su entorno.

De acuerdo con Hernández et al. (2013) y Magurran (1998) para calcular la diversidad de las especies en los ecosistemas es indispensable considerar la riqueza como una de las medidas, así como los indicadores de estructura horizontal (densidad, dominancia y frecuencia), ya que éstos describen la relación que existe entre las especies de una población determinada.

En este sentido, en la región de la Montaña Alta del estado de Guerrero, coexisten muchas áreas fuertemente perturbadas, aspecto principalmente asociado con determinadas actividades antropogénicas relacionadas con la tala inmoderada de los bosques, lo que afecta su densidad provocando la deforestación de algunas zonas reconocidas tradicionalmente (tanto por los pobladores como por estudiosos que han llegado al lugar) como de gran riqueza natural. Tal es el caso de la comunidad de Huiztlatzala, Guerrero, donde la presencia de bosques de pino-encino han logrado relativamente conservarse; no obstante, que su franja media haya sido objeto de diferentes cambios de uso de suelo, incentivados por la expectativa de generar mejores ingresos a sus pobladores lo que ha llevado, a un caso de sobreexplotación de sus bosques, en

otro, el desmonte parcial de sus recursos forestales, por parte de un sector importante de los pobladores locales.

A diferencia de lo anterior, en la parte alta del bosque, se han implementado diversas medidas locales de conservación, sin embargo, nunca se han realizado estudios y mediciones *in situ* que posibiliten determinar el grado en que estas acciones han funcionado. La problemática mencionada, sirvió de incentivo para la realización del presente trabajo cuyo objetivo fue caracterizar, mediante la formulación de indicadores ecológicos, la composición y estructura forestal que presenta el bosque bajo el uso común de los comuneros de Huiztlatzala, dentro de lo cual era importante, también conocer el estatus y el grado de conservación que guardaban las especies forestales encontradas en ese entorno. Lo anterior, se hizo utilizando como marco técnico-metodológico la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como para ubicar el nivel de conservación se aplicaron las categorías diseñadas por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) con base a la información generada y publicada en diversos trabajos sobre el estado actual de la vegetación.

Se considera que avanzar en el conocimiento de este entorno permitirá sumar nuevos aspectos a los saberes comunitarios acumulados a través del tiempo, así como contribuir con datos de campo para ampliar el conocimiento de los investigadores dedicados al estudio de las especies arbóreas que habitan en esta región. Un aspecto, que cabe señalar, es que se espera que con los resultados aportados se puedan derivar algunas acciones, que permitan la implementación de un programa comunitario de restauración ecológica para la zona que presenta mayor nivel de perturbación forestal.

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1 Área de estudio

La investigación se efectuó en la comunidad de Huiztlatzala, la cual forma parte del municipio de Zapotitlán Tablas, Guerrero, que se encuentra a una altitud de

2,090 msnm. Sus coordenadas geográficas son de Latitud Norte: 17°0',23',31'' de Longitud Oeste: 98°0',45',51'' respecto al meridiano de Greenwich Figura 3 (INEGI, 2000), el clima que predomina es C (W2), templado subhúmedo, con una temperatura media anual 12°C y 18°C y una precipitación promedio de 50 mm mensuales, el tipo de suelo es regosol (CONABIO, 2010) y de acuerdo con Fertilab, en el 2015 el suelo tiene un pH ácido, de textura media, libre de carbonatos, libre de sales, bajo nivel de materia orgánica, bajo nivel de calcio, muy deficiente de fósforo y deficiente en potasio, bajo en zinc y boro.

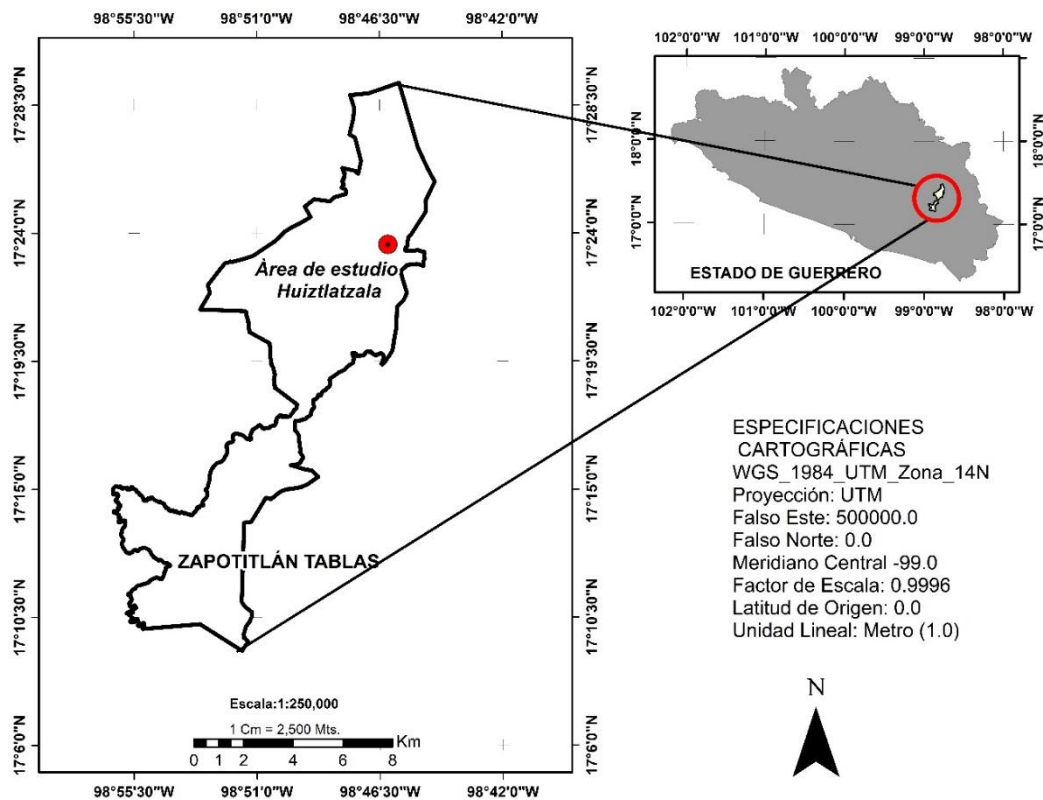


Figura 3. Ubicación geoespacial del área de estudio.

Fuente: (INEGI,2000) <https://www.inegi.org.mx/>.

3.3.2 Análisis de la vegetación

Para que la selección de la zona de estudio tuviera mayor representatividad, se realizó un muestreo por conglomerados (CONAFOR, 2012; Schreuder, Ernst, & Ramirez, 2006), lo que posibilitó el establecimiento de sitios circulares de 500 m² y de 12.62 m de radio. Se prefirió este tipo de diseño muestral, ya que únicamente establece un punto de control en el centro, que las parcelas rectangulares y cuadradas (Mcroberts, Tomppo, & Czapplewski, 1992). El tamaño de muestra se determinó con un 10% error de muestreo y una confiabilidad de 95%; esto como respuesta a la variabilidad de las condiciones que presenta la vegetación del lugar, bajo la idea de dar mayor confiabilidad a la información por obtener.

De acuerdo con ello se muestrearon 25 conglomerados en total (Guillen, Badii, & Prado, 2011; Ramirez & Arana, 2019; Wabo, 2002). Éstos se distribuyeron de manera aleatoria en rumbos francos de 100 m, esto fue realizado con el software Arc Gis 10.5; los puntos estuvieron definidos por coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), representando el centro de las unidades a muestrear en áreas que mostraron las mismas condiciones fisiográficas de pendiente, exposición y altitud.

Una vez establecidos los límites de los sitios de muestreo dentro de cada círculo, se ubicó el ejemplar más cercano al punto central orientado hacia el norte, quedando éste como el primer individuo, así sucesivamente se trabajó con los otros más; asimismo, en sentido de las manecillas del reloj se identificaron las especies, y se contabilizaron una a una; igualmente, se midieron los árboles que tenían \geq a 5 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho, medidos a los 1.30 m del suelo), además se tomó la medida de la altura del árbol con el hipsómetro *Suunto*. La información obtenida en esta fase del trabajo se registró en formatos de Microsoft Excel® para facilitar su procesamiento y análisis.

3.3.3 Análisis de datos

De las especies que se desconocía su identificación se recolectaron ejemplares libres de plagas y enfermedades, ponderando que los especímenes seleccionados estuvieran completos (flores, frutos); posteriormente, se etiquetó cada uno de ellos con base en las siguientes variables: nombre común, sitio, coordenadas geográficas, altitud, fecha, colector, color de la planta (tanto en fruto como flor), todo eso para facilitar su determinación. A continuación, se procedió a realizar el proceso de herborización tomando como base lo planteado por Flores (1990) y Lot & Chiang (1986).

La identificación taxonómica se apoyó en lo planteado en el Catálogo de encinos del Estado de Guerrero, México (Valencia, 2004); así mismo en el Manual sobre Flora de Guerrero, Pinaceae (Rzedowski et al., 2013), incluyendo, también, la experiencia de los colaboradores, participantes en la conformación de este compendio.

La información obtenida de los muestreos se capturó en una base de datos para su análisis. De esta forma se obtuvo la especie más abundante tomando en cuenta el número de individuos, así mismo el área basal; también se ocupó para estimar la dominancia. Finalmente, para cuantificar el valor de importancia de las especies arbóreas en el ecosistema estudiado se utilizaron las variables: abundancia, dominancia y frecuencia, como medidas de valoración (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

3.3.4 Índice de valor de importancia ecológica

Para encontrar el valor de importancia ecológica se calcularon los parámetros utilizados normalmente para evaluar la vegetación (Matteucci & Colma, 1982) como: frecuencia, abundancia y dominancia, mismos que son indicados de manera absoluta y relativa, para familias, así como las especies registradas en cada uno de los sitios muestreados (Curtis & McIntosh, 1951). La suma total de estos tres parámetros conformaron el valor de importancia ecológica, calculada

para cada familia (IVF) y especie (IVI), que se expresó sobre el 100% (Mostacedo & Fredericksen, 2000). A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas para los cálculos requeridos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Fórmulas utilizadas para determinar distribución, diversidad y estructura de las especies.

Fórmula	Número	Descripción
$A_r = \frac{n}{N} * 100$	(1)	A_r = abundancia relativa n = número de individuos de la especie i N = número total de individuos encontrados
$F_r = \frac{m}{M} * 100$	(2)	F_r = Frecuencia relativa m = Presencia de la especie i en el sitio de muestreo M = número total de sitios de muestreo
$V_i = A_r + F_r + D_r$	(3)	V_i = valor de importancia A_r = abundancia relativa F_r = frecuencia relativa D_r = dominancia relativa
$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$	(4)	D_{mg} = Índice de Margalef s = Número de especies presentes \ln = Logaritmo natural N = Número total de individuos
$H' = -\sum pi * \ln pi$	(5)	H' = índice de Shannon Wiener P_i = abundancia relativa S = Número de especies presentes
$D = \sum \left(\frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)} \right)$	(6)	D = índice de Simpson ni = número de individuos de la especie i N = número total de individuos

$IS = \frac{2C}{A + B} * 100 \quad (7)$	<p><i>IS</i>= índice de Sorensen</p> <p><i>A</i>= número de especies encontradas en el estrato A</p> <p><i>B</i>= número de especies encontradas en el estrato B</p> <p><i>C</i>= número de especies comunes en ambos estratos</p>
$S_n = \frac{an}{(1 + bn)} \quad (8)$	<p>S_n = es el número esperado de especies, n representa el esfuerzo de muestreo (sitios o puntos muestrales acumulados)</p> <p>a = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario</p> <p>b= es el parámetro relacionado con la forma de la curva, el cociente de a/b = representa el número de especies a alcanzar la asíntota.</p>
$Chao_1 = S_{obs} + \frac{F^2}{2b} \quad (9)$	<p>S_{obs} = especies observadas,</p> <p>F= es el número de especies representadas por un único individuo.</p> <p>b = el número de especies representadas por dos individuos.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en (Moreno, 2001; Soberon y Llorente 1993).

3.3.5 Riqueza y diversidad

La riqueza arbórea se cuantificó mediante la determinación del número de familias, géneros y especies por cada sitio muestreado; en cuanto a la riqueza de especies de cada uno de los sitios, se estimaron los modelos matemáticos de Chao 1 (Chao, 1984; Williams y Lutterschmidt, 2006) y Bootstrap 1 (Palmer, 1990; Soberon & Llorente, 1993) utilizando el programa Estimate S 8.2.0. Los datos observados y estimados se representaron mediante curvas de acumulación por especies.

La Diversidad Alfa fue determinada mediante la utilización de índices diversidad (Moreno, 2001), presentando uno de riqueza de especies de *Margalef*, otro de equidad de especies (*Shannon Wiener H'*), y finalmente el de dominancia (Simpson - λ). Los cálculos resultantes se obtuvieron del programa Past. 4.0.3. Para conocer la similitud de especies entre zonas, ésta se determinó mediante el índice de Sorensen cualitativo (Is), así mismo, con el coeficiente de similitud de Jaccard (IJ), el cual indica valores que van de 0 (nada similar) a 1 (completamente similar) (Magurran, 1998; Moreno, 2001).

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El listado florístico de especies arbóreas encontradas en las tres zonas estudiadas de la comunidad de Huiztlatzala, Guerrero, comprende un total de siete especies, distribuidas en dos géneros, pertenecientes a dos familias, predominando la familia *Fagaceae* con seis especies y *Pinaceae* con una, (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cantidad de especies encontradas en bosque de pino-encino en Huiztlatzala, Guerrero.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Nombre en Me'phaa
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>peduncularis</i>	Encino prieto	ixi xaanuu
	<i>Quercus</i>	<i>laurina</i>	Encino laurel	ixi runii
	<i>Quercus</i>	<i>rubramenta</i>	Encino amarillo	ixi xta'paa
	<i>Quercus</i>	<i>martinezzi</i>	Encino rojo	ixi xtamaña
	<i>Quercus</i>	<i>crassifolia</i>	Encino cucharo	ixi cha'la
	<i>Quercus</i>	<i>crispifolia</i>	Encino de agua	ixi xtujiaa
<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>teocote</i>	Pino ocotero	xti'kha

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo, 2020.

En el estudio de Rios-Juan Manuel et al. (2018) reportaron que la familia más abundante del bosque de Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero, fue la *Fagaceae* con cinco especies y *Pinaceae* con tres especies. También, Castellanos-Bolaños et al. (2008) reportaron 23 especies de *Quercus* y 13 especies de *Pinus*, con dos

variedades, en el bosque de Ixtlán de Juárez Oaxaca; así mismo Flores-Imelda et al., (2018) registraron cinco especies de la familia de *Fagaceae* del bosque de cerro de la Lucerna de Tejocote, Guerrero, como las más abundantes. (Méndez et al., 2018) encontraron en su estudio denominado “Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México”, que la familia con mayor presencia en la zona fue la *Fagaceae* con tres especies, y la del *Pinus oocarpa* registró el mayor valor de importancia, seguido por *Quercus rugosa*. Por último, Santana et al. (2014) reportaron los géneros *Fagaceae* y *Pinaceae* con mayor riqueza de especies propias de bosques mesófilos de Montaña.

De acuerdo con la información dasométrica *Pinus teocote*, alcanzó los mayores valores en la zona 1 y 2; en la primera alcanzó un total de 213 ind. Ha⁻¹ (Cuadro 5), siendo éstos los valores más bajos de acuerdo con lo que reportado por Méndez et al. (2018) y Rios-Juan Manuel et al. (2018), el primero en la Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México, y el segundo del bosque de Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero. Lo anterior, puede deberse principalmente, al rango altitudinal así como el tipo de vegetación predominante en la región de la Montaña, considerando la distribución natural de la especie; sin embargo Alanís-Rodríguez et al. (2010) y Torres et al. (2006) en sus contribuciones señalan un número más alto de árboles por hectárea en diferentes regiones de bosque de pino-encino, en México.

La especie de *Quercus rubramenta* ocupa el segundo lugar con mayor cantidad de individuos por Ha⁻¹, siendo este dato similar a lo reportado por Flores-Imelda et al. (2018), a pesar de que en campo se observaron diversas áreas con presencia de tala clandestina de árboles, resultado de las actividades realizadas por comunidades aledañas a la zona de estudio. Es relevante mencionar que esta especie se destina con mayor frecuencia para su uso como leña y carbón. Lo mismo sucede con la especie *Quercus martinezzi*.

Cuadro 5. Densidad (Ind.ha⁻¹) en el bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.

ESPECIE	Zona 1 (Ind. ha⁻¹)	Zona 2 (Ind. ha⁻¹)	Zona 3 (Ind. ha⁻¹)
<i>Pinus teocote</i>	213	171	18
<i>Quercus peduncularis</i>	0	11	22
<i>Quercus laurina</i>	0	0	29
<i>Quercus rubramenta</i>	80	61	38
<i>Quercus martinezzi</i>	16	32	6
<i>Quercus crassifolia</i>	61	29	3
<i>Quercus crispifolia</i>	0	0	14
Total	370	304	131

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo, 2020.

3.4.1 Valor de importancia de especies arbóreas

La especie con mayor IVI fue *Pinus teocote* con 78.60%, seguido por *Quercus rubramenta* con 47.69%; los valores más bajos los reportó *Quercus laurina* con apenas 6.28%, y finalmente *Quercus crispifolia* con 4.48 % (Cuadro 6).

Los resultados anteriores difieren de Ríos-Juan Manuel et al. (2018) quienes encontraron que la especie más abundante en el bosque de Piedra Escalera, Tlacoapa, Guerrero, que presentaba un IVI de 79.14% fue *A. acuminata*; no obstante, en Huiztlatzala se obtuvo mayor abundancia de *Quercus martinezzi* con 28.17% y *Quercus crassifolia* con 26.26%, comparando con lo que se obtuvo en el reporte mencionado, los valores fueron bajos, siendo el primero de 22.84% y el segundo con solo 6.96%.

En un análisis de lo anterior, se plantea que una de las razones por la que *Quercus crispifolia* presentó un valor bajo, se debe a que esta especie es característica de lugares con mayor humedad, por ello solo se encontró en una altitud de 1,877 a 1,977 msnm, dato altitudinal que corresponde con la zona más baja, y este se encuentra cerca de un cauce fluvial permanente.

Cuadro 6. Índice de Valor de importancia (IVI) de especies arbóreas del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.

ESPECIE	AR%	FR%	DR%	IVI%
<i>Pinus teocote</i>	49.90	28.00	69.62	148
<i>Quercus peduncularis</i>	4.17	5.33	2.04	12
<i>Quercus laurina</i>	3.58	2.67	3.60	10
<i>Quercus rubramenta</i>	22.27	25.33	9.42	57
<i>Quercus martinezzi</i>	6.76	21.33	7.30	35
<i>Quercus crassifolia</i>	11.53	14.67	6.03	32
<i>Quercus crispifolia</i>	1.79	2.67	1.99	6
Total	100	100	100	300

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo (Moreno, 2001).

Para reconocer las especies en riesgo se consultó la Norma Oficial Mexicana (Nom-059- Semarnat-2010) y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017).

De acuerdo con la lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017), *Pinus teocote*, que probablemente es el pino mexicano endémico de mayor distribución que se encuentra en diferentes entidades federativas de país, cuyo límite de distribución va de 1,000 a 3,300 metros, presente en el estado de Guerrero, donde hasta 2013 se consideraba como una población vegetal estable (Farjon, 2013) .

El *Quercus rubramenta* es una especie que se encuentra restringida a tres localidades en Guerrero, y una localidad en Oaxaca. En la zona de estudio, éste se distribuye a 2,200 a 2,800 m de altitud. Cabe señalar que en el estado de Guerrero ha persistido un alto grado de degradación forestal, situación que se ha prolongado durante los últimos 30 años, debido principalmente a la siembra de cultivos agrícolas destinados al autoconsumo familiar, y a la plantación de cultivos ilícitos como la amapola, así como a la práctica de la ganadería de subsistencia. Estas circunstancias han orillado a que esta especie esté considerada en la categoría de vulnerable (IUCN, 2017; Jerome, 2020).

En este sentido, coincide con Delgado et al. (1997) quienes afirman que la composición de las comunidades vegetales, es un factor que permite caracterizar (y generar información) la dinámica de los bosques naturales, así como su respuesta a diferentes regímenes de perturbación ocasionados principalmente por actividades antropogénicas.

3.4.2 Estructura horizontal

Los resultados de estructura horizontal para el presente documento se expresan mediante histogramas, ya que se consideró que, mediante éstos, se puede representar de manera más fiel la acumulación de individuos en rangos diamétricos, también denominados clases diamétricas. Es preciso mencionar que se modificó el valor del DAP para la categorización de los rangos de las clases diamétricas, considerándolas a cada 5 cm, en vez de cada 10 cm (Lamprecht, 1990). Cabe precisar que estas clases se han empleado para la evaluar la estructura horizontal en bosques húmedos tropicales donde existe una mayor densidad de árboles, los cuales llegan a tener individuos con diámetros mucho mayores a los encontrados en ecosistemas de bosque de pino-encino (Villarreal et al., 2010).

El histograma que representa la estructura horizontal del bosque de pino-encino (Figura 4) mostró un patrón de distribución de individuos normal y equilibrada, formando la denominada “J” invertida, lo que indica que existe una mayor densidad de árboles en las clases diamétricas menores de (5-20 cm), y que ésta disminuye gradualmente a medida que las clases se van incrementando; en cierto punto esto podría beneficiar al bosque, ya que podría garantizar el sostenimiento a futuro de las clases mayores ante los procesos naturales de dinámica y demás factores externos de presión. En cuanto a las clases altimétricas (Figura 5) la concentración fue de 5-10 m lo que representa el 53%, siendo que la más baja concentración fue de 2% (15-20 m).

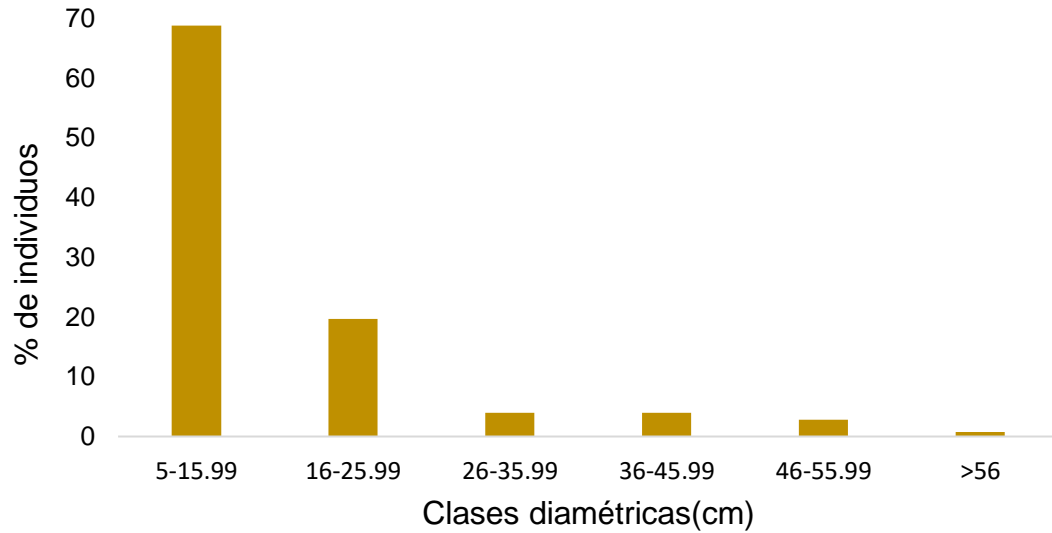


Figura 4. Distribución de individuos por clases diamétricas del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo, 2021.

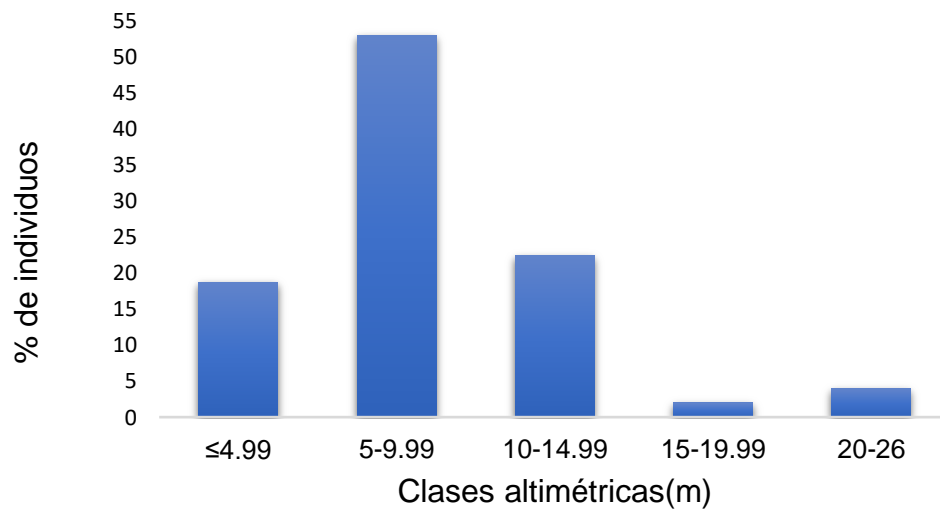


Figura 5. Distribución de individuos por clases altimétricas del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo, 2021.

3.4.3 Diversidad alfa y beta

Dentro del bosque, la zona tres es el que presentó más diversidad (*índice de Margalef y Shannon*); sin embargo, la zona uno y dos presentó más dominancia de especies (*Índice de Simpson*).

Con base al índice de Margalef (1951) arrojó un valor de 0.9, lo que expresa una baja diversidad de acuerdo con los criterios del mismo autor, en donde especifica que valores inferiores a 2.0 indican una baja riqueza de especies. Este valor no está muy alejado con lo que reporta Ríos-Juan Manuel et al. (2018) en su investigación. De igual manera, Méndez et al. (2018) y Mora & Alanís (2016) expresan que las comunidades vegetales de *Pinus* y *Quercus* presentan baja diversidad de especies arbóreas debido a la asociación y a la alta frecuencia de estos géneros.

El índice discriminatorio de Simpson que considera únicamente la dominancia de especies expresa que un valor cercano a 1 denota una alta dominancia, lo cual hay una baja participación de individuos de pocas especies, mientras que los valores cercanos a cero indican que la dominancia es menos, por lo tanto, hay una distribución más uniforme de los individuos entre las especies; para este caso el valor es de 0.68, lo que indica que si existe dominancia dentro del ecosistema.

El índice de Shannon tiene como valores de referencia de 1 a 5, indicando que entre más alto es el valor hay más heterogeneidad. En este caso, para la zona 1 se obtuvo 1.08, el segundo con 1.01 y el tercero 1.74, expresando que éste último presenta mayor diversidad en comparación con las demás. Por otra parte, el índice de *Sorensen*, indicó que las zonas 2 y 3 comparten el 83% de la diversidad de especies registradas, con una semejanza florística alta, y de acuerdo con el índice de Jaccard el coeficiente de correlación es de 0.86. De igual manera, se muestra en el dendrograma la similitud entre sitios (Figura 6).

De acuerdo con Alanís et al. (2020) en los ecosistemas de montaña es común encontrar afinidad de especies, particularmente del género *Quercus*. En este

sentido, se pudo notar que ambas áreas evaluadas comparten las mismas especies de encinos, por lo tanto, el coeficiente de Sorensen es alto; lo anterior, coincide con lo reportado por Ríos-Juan Manuel et al. (2018).

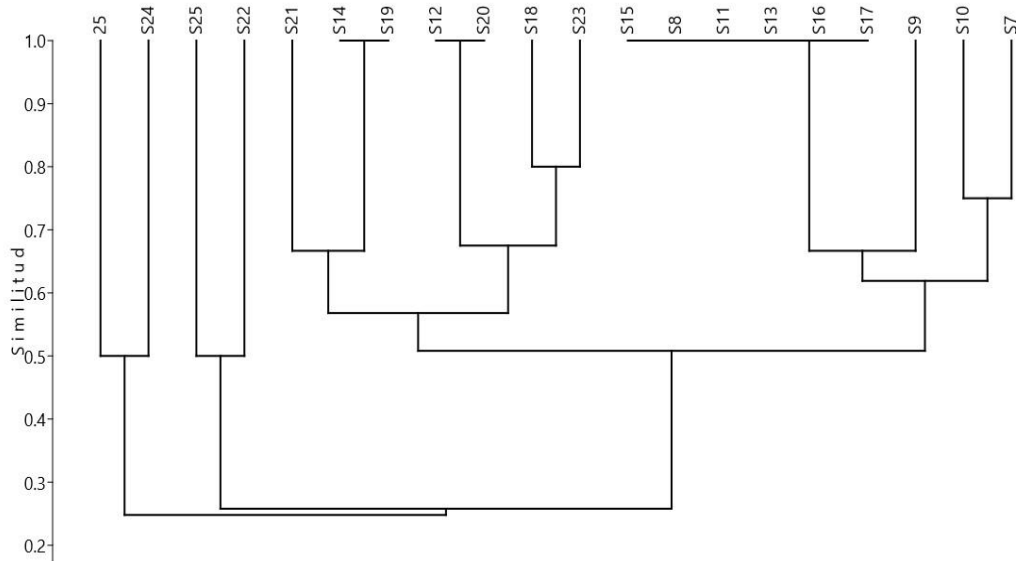


Figura 6. Dendrograma del bosque de pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo de 2020.

3.4.4 Curvas de acumulación de especies

La medición de la riqueza en regiones extensas requiere de mucha inversión en esfuerzo de muestreo, tanto económico como humano, para poder obtener inventarios completos, por lo que se han implementado métodos de estimación de la riqueza a través de métodos de sustitución, utilizando grupos de indicadores o métodos de muestreo (López-Gómez & Williams-Linera 2006). De igual manera, los métodos utilizados para estos casos son las curvas de acumulación de especies (Colwell, Xuan, & Chang 2004).

En el estudio la estabilización de la curva de acumulación de especies ocurrió a partir del sitio 15, ya que de acuerdo con el estimador Chao1 alcanzó una asíntota definida, que se sobrepuso en la línea roja, que es la media de la riqueza

estimada (Sobs Mean). Para evaluar la efectividad o eficiencia del muestreo se dividió la media de la riqueza estimada entre los índices y se multiplicaron por 100. En este caso el estimador Chao1 tuvo una eficiencia de muestreo de 100%.

El estimador Bootstrap, también alcanzó la asíntota con una efectividad de muestreo de 98% (Figura 7), lo cual indica que a partir del sitio 15 de muestreo, ya se había encontrado la mayor parte de las especies que se podría obtener en la superficie evaluada. Por tanto, el área con mayor riqueza de especies por hectárea sería la localizada en las zonas 1 y 2, lo cual permite afirmar que estas localizaciones serían representativas para la descripción y composición de los árboles del bosque de pino-encino estudiados en Huiztlatzala, Guerrero.

El segundo método son los estimadores paramétricos, considerando el modelo *Exponencial Negativa* y la *Ecuación de Clench*, ajustados mediante el software IBM SPSS STATISTICS 25, con regresión no lineal utilizando el método de estimación Levenberg-Marquardt (L-M), según lo propuesto por Cornejo & Rebolledo (2016) esta es una técnica estándar para estimar problemas de mínimos cuadrados no lineales para ajuste de modelos.

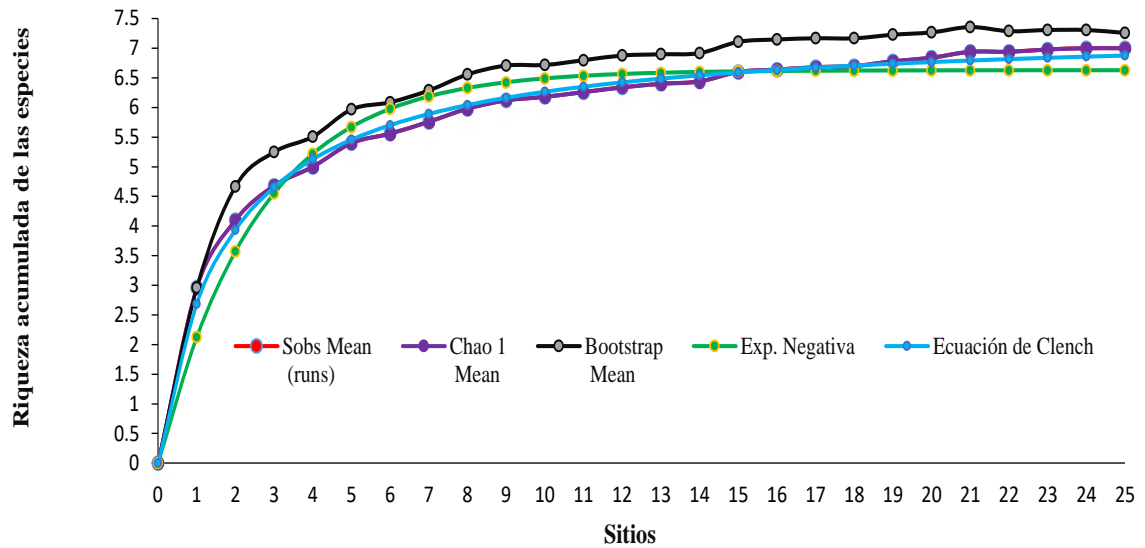


Figura 7. Curva de acumulación de especies arbóreas del bosque pino-encino de Huiztlatzala, Guerrero.

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en campo, 2021.

3.5 CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el análisis de la riqueza de especies, se determinó que la comunidad vegetal estudiada reúne únicamente siete especies, lo cual indica una baja diversidad. Lo anterior se encuentra relacionado con la alta densidad del género *Pinus*.

Con base en lo planteado por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se puede suponer que no hay alguna especie que se encuentre en categoría de riesgo; sin embargo, de acuerdo con lo planteado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie de *Quercus rubramenta* se encuentra en la categoría vulnerable. Con base a estos resultados, el bosque presenta un estado alternado de degradación, pero también, cabe señalar que su regeneración es constante. Esto se confirma en los datos mostrados por las clases diamétricas y altimétricas, debido a que la mayor concentración de diámetros es de (5-15 cm) y de altura de (5-10 m), por lo que hay pocos ejemplares con diámetros por encima de 26 cm.

Finalmente se recomienda la realización de actividades de manejo sustentable que posibiliten mejorar los niveles de resiliencia de las especies arbóreas presentes en las tres zonas estudiadas; de igual manera es necesario desarrollar un plan comunitario de reforestación, que sea constante; esto con el fin de mejorar la estructura forestal, puesto que la zona donde se va avanzando en la instrumentación del cambio de uso de suelo, la densidad de las especies coloca al recurso arbóreo en una condición de vulnerabilidad, que puede escalar hasta llegar a un estado de fragilidad mayor.

3.6 Literatura citada

- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Pando-Moreno, M., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., & Canizales-Velázquez, P. A. (2010). Análisis de la diversidad arbórea en áreas restauradas post-incendio en el parque ecológico Chipinque, México. *Acta Biológica Colombiana*, 15(2), 309–324.
- Alanís, R. E., Mora, O. ., & Marroquín, D. J. S. (2020). *Muestreo ecológico de la vegetación*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Blanco, J. A. (2017). Bosques, suelo y agua: Explorando sus interacciones. *Ecosistemas (Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente) Asociación Española de Ecología*, 26(2), 1–9. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-2.01>.
- Botello, F., Sánchez-cordero, V., & Ortega-huerta, M. (2014). Disponibilidad de hábitats adecuados para especies de mamíferos a escalas regional (estado de Guerrero) y nacional (México). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(1), 226–237. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.43353>.
- Castellanos-Bolaños, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Jiménez-Pérez, J., Musalem-Santiago, M., & López-Aguillón, R. (2008). Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera Bosques*, 14(2), 51–63. <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1421212>.

- Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11(4), 265–270. <https://doi.org/10.2307/4615964>.
- Chao, A., & Lee, S. M. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87(417), 3–10. <https://doi.org/10.1080/01621459.1992.10475194>.
- CONABIO, 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible.
- Colwell, R. K., Xuan, C. M., & Chang, J. (2004). Interpolando, Extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. *Ecology*, 12717–12727.
- CONAFOR. (2012). Manual y procedimientos para el muestreo de campo. *Inventario Nacional Forestal y de Suelos*, 136.
- Cornejo, Z. O., & Rebolledo, V. R. (2016). Estimación de Parámetros en Modelos No Lineales: *Revista EIA*, 13(25), 81–98. <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2016.13.25.81-98>.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496. <https://doi.org/10.2307/1931725>.
- Delgado, D., Finegan, B., Zamora, N., & Meir, P. (1997). Efectos del Aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica, Cambios en la riqueza y composición de la vegetación. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE*, 55.
- Farjon, A. (2013). *Pinus teocote, azteca pine*. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T42422A2979110>.

- Fernández, N. R., Rodríguez, J.C., Arreguín, S.M., & Rodríguez, J.A. (1998). Listado Florístico de la Cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica*, Núm.9, 1–151.
- Flores-Imelda*†, López–Bernardo, Rios-Juan Manuel, Flores-Leticia. (2017). Distribución y conocimiento tradicional del género *Quercus* del cerro La Lucerna, El Tejocote, Malinaltepec, Guerrero. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2018- abril 2019 Vol. 4 No. 5 561-570.
- Flores, O. H. (1990). Colecta y preparación de un ejemplar herborizado. *Instituto de Biología*. UNAM.
- Franklin, J. F., Spies, T. A., Pelt, R. Van, Carey, A. B., Thornburgh, D. A., Berg, D. R., Lindenmayer, D. B., Harmon, M. E., Keeton, W. S., Shaw, D. C., Bible, K., & Chen, J. (2002). Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management*, 155(1–3), 399–423. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00575-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00575-8).
- Guillen, A., Badii, M., & Prado, J. (2011). Concepto y Aplicación de Muestreo Conglomerado y Sistemático. *Daena:International Journal of Good Conscience*, 6(2), 186–194. [http://www.spentamexico.org/v6-n2/6\(2\)186-194.pdf](http://www.spentamexico.org/v6-n2/6(2)186-194.pdf).
- Hernández, S. J., Aguirre, C. O., Alanis, R. E., Jiménez, P. J., Treviño, G. E. J., Gonzalez, T. M., Luján, A. C., Olivas, G. J., & Dominguez, P. L. A. (2013). Efecto del manejo forestal en la diversidad y composición arbórea de un bosque templado del noroeste de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(2), 189–199. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.08.052>.
- IUCN. (2017). *La UICN y su Lista Roja de especies* (Vol. 3, pp. 1–15).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Guerrero, Anuario Estadístico del Estado de Guerrero, año 2000, Aguascalientes, Ags., 2000.

- Jerome, D. (2020). *Quercus rubramenta*. In *IUCN*.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T89251127A89251136>.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Instituto de Silvicultura de La Universidad de Göttingen, Eschborn. 35 pp.
- López-Gómez, A., & Williams-Linera, G. (2006). Evaluación de Métodos No Paramétricos para la Estimación de Riqueza de Especies de Plantas Leñosas en Cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 78, 7–15.
<https://doi.org/10.1109/COBEP.2017.8257249>.
- Lot, A., & Chiang, F. (1986). *Manual de herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. (Vol. 36,) <https://doi.org/10.2307/1221409>.
- Magurran, A. E. (1998). *Measuring Biological Diversity*.
<http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0632056339.html>.
- Margalef, R. 1951. *Diversidad de especies en las comunidades naturales*. Publicación del Instituto Biología Aplicada. Barcelona, España 9:5–27.
- Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). *Métodos para el estudio de la Vegetación*. *Secretaría de la Organización de los Estados Americanos* (p. 86).
- McRoberts, R. E., Tomppo, E. O., & Czaplewski, R. I. (1992). Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. *Antología de Conocimiento Para La Evaluación de Los Recursos Forestales Nacionales*, 1–21.
- Méndez, O. C., Mora, D. C., Alanís, R. E., Jiménez, P. J., Aguirre, C. O., Treviño, G. E. , & Pequeño, L. M. (2018). Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 53.
- Mora, D. C., & Alanís, E. (2016). Resiliencia de bosques de pino – encino en América: Una visión global del estado actual. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 13(33), 01. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v13i33.2571>.

- Moreno, E. C. (2001). Métodos para medir la Biodiversidad, M&T- Manuales y Tesis SEA. *Ciencia y tecnología para el desarrollo, unesco orcyt, sociedad Entomológica Aragonesa*.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual De Métodos Básicos De Muestreo Y Análisis en Ecología Vegetal. 1–92. <http://www.bionica.info/biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>.
- Palmer, M. (1990). The estimation of species Richness by Extrapolation. In *Extrapolation. Ecology* (Vol. 3, pp. 1195–1198). <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1937387>.
- Ramirez, M. H., & Arana, O. R. I. (2019). *Muestreo Estadístico Básico*. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 147 p
- Ríos-Juan Manuel, Cantú-Veronica, López-Bernardo, & Pacheco-Cutberto. (2018). Diversidad y estructura forestal en bosques de la comunidad Piedra Escalera , Tlacoapa , Guerrero. *Foro de Estudios Sobre Guerrero, Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 5.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad, Mexico*, 504.
- Rzedowski, J., Chiang, F., Rico, L., Galván, R., & Castillo, G. (2013). Flora De Guerrero (Pinaceae). *Facultad de Ciencias UNAM*.
- Santana, G., Mendoza, M., Salinas, V., Pérez, D., Salicrup, P., Martínez, Y., & Aburto, I. (2014). Análisis preliminar de la diversidad y estructura arbórea-arbustiva del bosque mesófilo en el Sistema volcánico Transversal de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 1–14. <https://doi.org/10.7550/rmb.41519>.
- Schreuder, H. T., Ernst, R., & Ramirez, M. H. (2006). *Técnicas Estadísticas para Evaluación y Monitoreo de Recursos Naturales*.
- Soberon, J., & Llorente, J. (1993). The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480–488.

<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480>.

Torres, E. L. ., Sánchez, S. J., & Jiménez, P. J. (2006). Analisis estructural de un ecosistema forestal de Pinus-Quercus en la Sierra Madre Oriental. *Rev. Ciencia Forestal en México*, 31, Num. 100.

IUCN. (2017). International Union for Conservation of Nature annual report 2017. <https://portals.iucn.org/library/node/47536>.

Valencia-Ávalos, S., Cruz-Durán, R., Martínez-Gordillo, M., & Jiménez-Ramírez, J. (2011). La flora del municipio de Atenango del río, estado de Guerrero, México. *Polibotánica*, Núm.32(32), 9–39.

Valencia, A. S. (2004). Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 53(75), 33. <https://doi.org/10.17129/botsoci.1692>.

Villarroel, D., Catari, J., Calderon, D., Mendez, R., & Feldpausch, T. (2010). Estructura , composición y diversidad arbórea de dos áreas de Cerrado sensu Estricto de la Chiquitanía (Santa Cruz , Bolivia) *Ecología en Bolivia*, 45(2), 116–130.

Wabo, E. (2002). *Muestreo por conglomerados de una y dos etapas*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata (5).

Williams, J. K., & Lutterschmidt, W. L. (2006). Species-Area Relationships Indicate Large-Scale Data Gaps in Herbarium Collections. *Lundellia*, 9(1), 41–50. <https://doi.org/10.25224/1097-993x-9.1.41>.

WWF. (2007). *Programa de Bosques Mexicanos*. [Www.Wwf.Org.Mx/Wwfmex/Programas](http://www.Wwf.Org.Mx/Wwfmex/Programas).

CAPÍTULO 4. DEGRADACIÓN DEL RECURSO FORESTAL DEL BOSQUE DE PINO-ENCINO EN HUIZTLATZALA GUERRERO³

RESUMEN/ ABSTRACT:

El estudio se realizó en la comunidad indígena me`phaa de Huiztlatzala, Guerrero con el fin de analizar la situación de degradación que ha sufrido el bosque de pino-encino con respecto al tiempo, mediante la aplicación de encuestas a los comuneros, esto con el propósito de identificar la cosmovisión que tienen con respecto al deterioro de sus recursos naturales. La percepción de los comuneros hacia el bosque es holística e integradora, ya que de éste obtienen recursos maderables y servicios ambientales, así como un lugar para llevar a cabo sus ritos y ceremonias. Se encontró que la conservación, protección y aprovechamiento del acervo depende directamente de los comuneros, y se fundamenta en sus tradiciones y saberes colectivos, así como en normas comunitarias formuladas que equilibran la participación y el aprovechamiento de los recursos asociados al bosque. Se concluye que, pese a que se ha observado el deterioro paulatino del bosque, las acciones comunitarias instrumentadas para detenerlo requieren de mayor conocimiento técnico y acciones de concertación y compromiso entre autoridades locales, técnicos y comuneros.

Palabras clave: Bosque, comunidad, deterioro, fauna, región.

DEGRADATION OF THE FOREST RESOURCE OF THE PINE-OAK FOREST IN HUIZTLATZALA GUERRERO

The study was carried out in the me`phaa indigenous community of Huiztlatzala, Guerrero in order to analyze the situation of degradation that the pine-oak forest has suffered with respect to time, through the application of surveys to the community members, this with the purpose of identifying the worldview they have regarding the deterioration of their natural resources. The community members' perception of the forest is holistic and inclusive, since from it they obtain timber

³ Tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Alejandra Rodríguez Pacheco
Director de Tesis: Dra. María Isabel Palacios Rangel

resources and environmental services, as well as it is a place to carry out their rites and ceremonies. It was found that the conservation, protection and use of the heritage depends directly on the community members, and is based on their traditions and collective knowledge, as well as on community norms formulated that balance the participation and use of the resources associated with the forest. It is concluded that although the gradual deterioration of the forest has been observed, the community actions implemented to stop it require greater technical knowledge and concerted actions and commitment between local authorities, technicians and community members.

Keywords: Forest, community, deterioration, fauna, region.

4.1 INTRODUCCIÓN

La degradación de los bosques ha sido un aspecto difícil de definir y de evaluar. Sin embargo, se sabe que el estado de los bosques va cambiando conforme pasa el tiempo, la cuantificación de la magnitud de la degradación forestal es difícil porque la degradación obedece a muchas causas y ocurre de formas y con grados de intensidad diversos (FAO, 2011).

En ese sentido, gran parte de los ecosistemas forestales se encuentran sujetos a cambios inherentes tanto a perturbaciones de carácter natural (fuego, tormentas sequias), así como las de origen humano (caza, pastoreo, extracción de madera)(Simula & Emansur, 2011). Se tienen reportes que la Región de la Montaña Alta de Guerrero no es la excepción, ya que existen áreas fuertemente perturbadas situación que se debe principalmente a la realización de actividades antrópicas, relacionadas con el desarrollo de diversas actividades agrícolas, al pastoreo libre y a la producción de cultivos ilícitos, lo que incide en un incremento progresivo de la deforestación, así también con la destrucción de los recursos naturales y la disminución de la fauna silvestre asociados a ecosistemas forestales.

Los habitantes de la comunidad de Huiztlatzala están conscientes de que la cantidad del recurso forestal de su entorno territorial directo, va disminuyendo con el tiempo, por ello han establecido diversos mecanismos que intentan contener este fenómeno; uno de éstos es la conformación del Consejo de

Vigilancia Comunitaria, organismo creado para resguardar los recursos naturales, sin embargo, la presencia permanente de personajes vinculados con la producción y trasiego de drogas y cultivos ilícitos y los problemas de violencia e intercomunitarios derivados de esta condición, han mermado el impacto de cualquier actividad comunitaria realizada en torno a la conservación y restauración de sus bosques.

Por ello el objetivo de este trabajo fue identificar la percepción que tienen los habitantes de región sobre, aquellos aspectos que han contribuido de forma determinante en la disminución progresiva de diversidad de especies arbóreas, florísticas y de fauna, contenidas antaño en ese espacio territorial. El trabajo realizado para la obtención de la información presente en este documento se apoyó en la realización de una encuesta con personas, en particular poseedores de tierras comunales, cuya trayectoria de vida estuviera asociada con actividades de manejo y conservación de los bosques de Huiztlatzala. El interés del trabajo se centró en reconstruir la trayectoria histórica del bosque, y de esta manera poder ubicar el tipo de situaciones y los cambios que han provocado la degradación ecológica de ese entorno forestal.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Área de estudio

La investigación se efectuó en Huiztlatzala, municipio de Zapotitlán Tablas, Guerrero, lugar que se encuentra situado a una altitud de 2,090 msnm. (Figura 8) Sus coordenadas geográficas, son de Latitud Norte: 17°,23',31'' de Longitud Oeste: 98°,45',51'' respecto al meridiano de Greenwich (INEGI, 2000), el clima que predomina es C (W2), templado subhúmedo, con una temperatura media anual 12°C y 18°C y una precipitación promedio de 50 mm mensuales, el tipo de suelo es regosol (CONABIO, 2010).

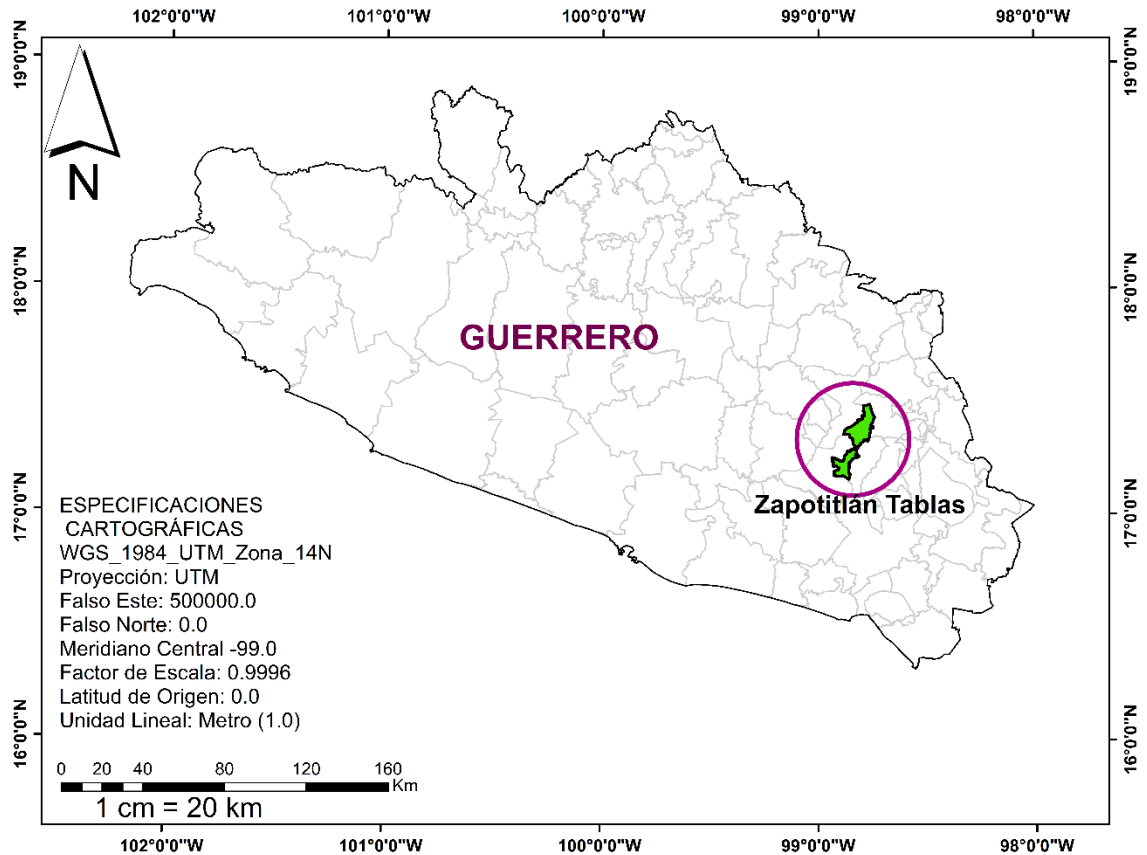


Figura 8. Estado de Guerrero, ubicación del área de estudio.

Fuente: (INEGI, 2000) <https://www.inegi.org.mx/>.

4.2.2 Análisis muestral

Los diferentes métodos de evaluación utilizados en los estudios de degradación se puede agrupar en fotografía aérea, encuestas y la valoración de servicios ecosistémicos (Acharya et al., 2011). Para el presente caso se privilegió la obtención de información de fuentes directas, por lo que, con base en el objetivo del trabajo se procedió a aplicar un instrumento tipo encuesta a campesinos mayores de 35 años todos originarios y asentados en Huiztlatzala, Guerrero. Además, se consideró el que todos participaran desde temprana edad en las actividades de mantenimiento y recuperación del bosque, así como que también realizaran actividades de aprovechamiento en pequeña escala del recurso

arbóreo. Se partió de la formulación de cinco indicadores mismos que quedaron establecidos de la siguiente forma (Cuadro 7).

Cuadro 7. Indicadores utilizados para ordenar los datos obtenidos.

No.	Indicador
1	Percepción del bosque con respecto al tiempo
2	Cambio de uso de suelo y vegetación
3	Diversidad faunística y florística
4	Importancia cultural
5	Programas forestales implementados por el gobierno

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de los datos obtenidos se aplicaron procedimientos estadísticos de proporciones de muestras finitas, para describir con mayor acierto los procesos y fenómenos sociales que ha incidido en el bosque a través del tiempo. En ese sentido, la estimación de una proporción de una población pequeña finita en estudios de tipo cualitativos se partió de las siguientes consideraciones tomadas de la caja de herramientas STAT 415, publicado por The Pennsylvania State University (Lind et al., 2012), considerando la proporción como una parte, fracción o porcentaje de los elementos que constituyen a una población o muestra, así como una medida descriptiva que posibilita identificar características similares entre distintos elementos.

Como enfoque general se partió de la idea de que, en estudios cualitativos aplicados a poblaciones pequeñas, se está interesado en estimar p para varias preguntas de si/no en una encuesta, de tal manera que se pueda precisar cuánta gente se debe muestrear al azar para asegurarse de que sus estimaciones \hat{p} están dentro del error ϵ de la verdadera proporción p , tal que:

$$\hat{p} \pm \epsilon$$

Una aproximación del intervalo de confianza para una proporción p de una población pequeña es:

$$\hat{p} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n} \cdot \frac{N-n}{N-1}}$$

Donde

$$\epsilon = Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n} \cdot \frac{N-n}{N-1}}, \quad 0.01 \leq \epsilon \leq 0.10$$

Se conoce a ϵ como precisión del muestreo o error de la estimación, es la diferencia entre la media muestral y la media poblacional; sea $Z_{\alpha/2}$ el valor del eje de las abscisas de la función normal estándar, en donde se acumula la probabilidad de $(1 - \alpha)$.

Por lo que al despejar n de la anterior expresión se tiene:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \hat{p}(1-\hat{p})/\epsilon^2}{\frac{N-1}{N} + \frac{Z_{\alpha/2}^2 \hat{p}(1-\hat{p})}{N\epsilon^2}}$$

Por lo tanto, el tamaño de muestra necesario para estimar una proporción de población p de una población finita con un $(1 - \alpha)100\%$ y un error no mayor que ϵ es:

$$n = \frac{m}{1 + \frac{m-1}{N}}$$

Donde

$$m = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \hat{p}(1-\hat{p})}{\epsilon^2}$$

Si no se puede determinar la proporción, se tomará a $\hat{p} = 0.5$, porque la muestra alcanza su máximo valor (García-García et al., 2013). De esta forma para el presente trabajo y de acuerdo con la fórmula descrita se encuestaron 38

comuneros para que con una confianza de 95% la estimación tenga un error máximo de 10% (0.10).

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como punto de partida para explicar los datos obtenidos en el trabajo de campo, se partió de los indicadores formulados, mismos que permitieron ordenar la forma en que se presentan los resultados que a continuación se abordan.

4.3.1 Percepción del bosque con respecto al tiempo

En cuanto a la percepción de bosque (con un nivel de confianza de 95%) el 89.5% de los encuestados mencionó que hace más de 30 años había una cantidad de 500 hectáreas de bosque en la zona de estudio, por lo tanto, se asume que la proporción se encuentra en un intervalo comprendido entre 80% y 99.5%; el 11% restante de los encuestados opinaron que había 200 ha., así mismo el 93% de los comuneros reportó que el bosque ha tenido una degradación alta, esto está relacionado con lo que destaca Simula (2009) en su trabajo sobre una definición de degradación de los bosques en donde hace un análisis comparativo de las definiciones de degradación, así mismo el estudio de Armenteras et al. (2016) acerca de la degradación de los bosques en Latinoamérica, hace énfasis en que la degradación en los bosques va siendo cada vez mayor en consonancia con las perturbaciones naturales y los cambios en el régimen climático.

Con respecto a la predominancia durante los últimos 20 años de especies de árboles, el 73.7% de las personas encuestadas respondió que la presencia del *Pinus teocote* han sido constante durante estas dos décadas, y el resto de las especies se integraba principalmente por diferentes tipos de encinos.

En relación con las actividades de tala de árboles el 79% de los encuestados opina ésta siempre ha existido, aunque el impacto de la agricultura que se ha venido incrementando en las dos últimas décadas ha sido un factor determinante en la disminución de la cobertura forestal actual. Al respecto (Armenteras et al.,

2016) recalca que la degradación de suelo en el campo se debe al incremento de la frontera agrícola y el pastoreo libre de especies mayores. Sin embargo, un detalle que resalta en las respuestas dadas por el 22% de los comuneros, es que se talan los árboles en gran proporción y la madera resultante se destina a la construcción de casas o corrales para el ganado. Lo anterior, se encuentra estrechamente relacionado con lo reportado por Zamorano (2014), quien plantea que la mayor parte del deterioro ambiental reportado en zonas degradadas es provocado por diferentes disturbios de origen antrópico.

4.3.2 Cambio de uso de suelo y vegetación

De acuerdo con el análisis de respuesta de los comuneros encuestados el, 92% reportó que hace más de 20 años en la zona de estudio había de 5 a 15 cuerpos de agua. El dato dado por ellos resulta muy importante, ya que en un estudio realizado por Vitz (2012) se concluye en la necesidad de que los grupos sociales asuman de forma categórica la responsabilidad que les corresponde en la pérdida real de los recursos hídricos en un ámbito planetario, ya que de otra manera las medidas de restauración y mitigación de daños causados en el ámbito climático, hacen impostergables cambios en la toma de conciencia social integrando la noción de que el recurso hídrico es el elemento principal para la subsistencia humana, lo cual se asocia con la el hecho de conservar los bosques por la relación que éstos guardan con la recarga hídrica del planeta.

El 63% hizo énfasis que la causa principal por la cual se ha perdido gran cantidad de cobertura forestal es por agricultura intensiva, el resto por otras cuestiones como incendios y tala inmoderada, sin embargo, todos coincidieron en que actualmente ya no les está permitido cortar árboles de gran tamaño en el bosque, por lo que la conservación de la biodiversidad empieza a ubicarse en el centro de la ordenación forestal sostenible de su ecosistema forestal, a la par de que plantean de que se debe dar un adecuado manejo del bosque con la finalidad de posibilitar la conservación de múltiples especies vegetales y de fauna, lo cual coincide con los estudios reportados por Aguirre-Calderón (2015).

El 85% reporta que los cultivos que se sembraban alrededor del bosque en esa época eran principalmente maíz y frijol y en poca cantidad calabaza. En cuanto a la práctica de roza-tumba y quema el 89% mencionó que esa práctica ya no es recomendable, además de que identifican las repercusiones no muy favorables para el bosque; sin embargo, el 21% respondió que no tiene idea sobre los efectos negativos, simplemente la ubica como una práctica muy ancestral, siendo que como es favorable para generar buenas condiciones de siembra, la seguirán practicando.

Esto no está muy alejado con lo que reportan Aguilar-Jiménez, Tolón-Becerra, & Lastra-Bravo, (2011) quienes mencionan en relación con los resultados aportados en la Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México, en la que los grupos de productores, predominantemente campesinos, plantean que el roza-tumba-quema ha sido una práctica que les ha favorecido ya que mediante su instrumentación han logrado obtener buenas cosechas de sus cultivos.

4.3.3 Diversidad faunística y florística

El 100% de los encuestados mencionó que ha habido una disminución tanto de especie florística como faunística comparando con el tiempo actual. Esto coincide con lo marcado por el 94% afirman que la especie silvestre que más se cazaba hace 20 años era el venado, animal que en la actualidad casi se encuentra extinto. Al respecto, González-Bocanegra et al. (2011), publican en uno de sus estudios que el agotamiento de la fauna silvestre en las comunidades rurales se debe principalmente a su consumo como alimento de subsistencia, y concluyen, que es importante establecer planes de manejo de vida silvestre, los que deben orientarse hacia el uso sostenible de las especies comestibles, así como en controlar la extracción de fauna con otros fines, lo cual debe ampliarse de tal manera que sea la participación comunitaria en la administración de su recurso no solo faunístico sino también florístico uno de los elementos base para mejorar la subsistencia de estos recursos naturales (Robinson, Redford y Bennet.,1999).

4.3.4 Importancia cultural del bosque

Las actividades culturales han cobrado importancia por generaciones en la comunidad, ya que están ligadas a sus tradiciones y costumbres, y tienen una relación directa con la naturaleza. Tal es el caso de prácticas como el amarre de ombligos de los recién nacidos, el rezo y la quema de velas, así como el sacrificio de animales domésticos como ofrenda a sus dioses originarios entre ellos a´kuun baa, (dios de la tierra) be´goḡ (dios de la lluvia) a´kuun gi´aan (dios de viento), mbatsuun (dios del fuego) para pedir por la paz en la comunidad, salud a los familiares y buena cosecha en sus cultivos. A partir de este tipo de prácticas tradicionales o rituales es que el bosque es revalorado como de vital importancia para los pobladores. (Galo-Sacasa & Davis, 2014) describen que para los pueblos indígenas la naturaleza tiene un significado simbólico, por lo que su sostenibilidad depende de ello.

4.3.5 Programas Forestales

Todos los encuestados respondieron que, actualmente no han participado en algún programa de conservación o restauración forestal implementado por algún nivel de gobierno, al contrario, están inconformes, ya que en tiempos de seca cuando hay presencia de incendios, ellos se organizan para combatirlos y no hay apoyo del gobierno municipal. Cabe destacar, que en esta zona se encuentra la cuenca que integra el recurso hídrico más grande de la zona, misma que abastece de agua potable a varias comunidades asentadas en el municipio de Zapotitlán Tablas, por lo que, también, hacen un llamado al gobierno para que brinde apoyos en la implementación de obras de conservación de suelo y restauración para preservar los recursos naturales.

4.4 CONCLUSIONES

Con base al análisis de los resultados, se permitió conocer el estado de degradación que ha sufrido la zona de estudio por más de una década, en donde los comuneros han percibido al bosque como algo holístico, ya que de él no solo

se obtienen productos maderables, sino también servicios ambientales y culturales.

Por parte de los pobladores se han implementado normas comunitarias de cuidado y protección de los recursos naturales, las que si se llegan a incumplir implican la aplicación de severas sanciones por parte de las autoridades comunitarias de la zona.

4.5 Literatura citada

Acharya, K. P., Dangi, R. B., & Acharya, M. (2011). Análisis de la degradación del bosque en Nepal. *Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*, 62, 31–38.

Aguilar-Jiménez, C. E., Tolón-Becerra, A., & Lastra-Bravo, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 43(1), 155–174.

Aguirre-Calderón, O. A. (2015). Manejo forestal en el siglo XXI. *Madera y Bosques*, 21, 17–28.

Armenteras, D., González, T. M., Retana, J., & Espelta, J. M. (2016). Degradación de bosques en Latinoamérica: síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2272.7449>.

CONABIO, 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible.

FAO. (2011). Medir la degradación del bosque. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*, 62(238), 72.

Galo-Sacasa, Y., & Davis, R. S. (2014). Manejo Sustentable del Bosque, desde

- la Cosmovisión Miskitu. *Ciencia e Interculturalidad*, 15(2), 98–113.
<https://doi.org/10.5377/rci.v15i2.1921>.
- García-García, J., Reding-Bernal, A., & López-Avarenga, J.(2013). Cálculo del tamaño de muestra en investigación en educación médica. *Investigación En Educación Médica*, 2(8), 217–224.
<https://doi.org/10.1109/MACS48846.2019.9024807>.
- González-Bocanegra, K., Romero-berny, E., Escobar-ocampo, M., & García-del Valle, Y. (2011). Aprovechamiento de fauna silvestre por comunidades rurales en los Humedales de Catazajá-La Libertad, Chiapas, México. *Ra Ximhai, Universidad Autónoma Indígena de México*, 7, Núm. 2, 219–230.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Guerrero, Anuario Estadístico del Estado de Guerrero año 2000, Aguascalientes, Ags., 2000.
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2012). Estadística aplicada a los negocios y la Economía. *Ciencia y Sociedad: Vol. XVI* (Issue 4).
- Robinson, J., K. Redford y E. Bennet. 1999. "Wildlife harvest in logged tropical forest." *Science* 284: 5-6.
- Simula M. (2009). Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes.
- Simula, M., & Emansur, E. (2011). Medir la degradación del bosque. *Unasyuva*, 62.
- Vitz, M. (2012). La ciudad y sus bosques. La conservación forestal y los campesinos en el valle de México, 1900-1950. *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, 43(43), 135.
<https://doi.org/10.22201/iih.24485004e.2012.43.32069>.
- Zamorano, E. C. (2014). *Definición de áreas prioritarias para la restauración forestal en la Cordillera de la Costa de la Región de Los Ríos , Chile*.

CONCLUSIONES GENERALES

Con base en el análisis de los resultados, se registró un total de 1006 individuos, éstos están distribuidos en dos géneros y siete familias y la especie con mayor densidad ha⁻¹ fue el *pinus teocote*, también ésta presentó mayor índice de valor de importancia.

En este estudio, a lo largo del gradiente altitudinal hubo similitud en la composición de especies, sin embargo, en la parte media de la zona donde hay cambio de uso de suelo, hubo mayor grado de perturbación, por lo tanto, la densidad de especies fue relativamente baja, esto consecuencia de la tala de árboles y la intensificación de cultivos agrícolas.

La dinámica de deterioro de los recursos naturales en Huiztlatzala Guerrero es cada vez mayor. Por lo que es importante entablar una coordinación con diversas instancias de gobierno, junto con los actores sociales para implementar un programa integral de restauración de los ecosistemas forestales, así como la inserción de políticas y acciones que mitiguen el cambio de uso de suelo y la deforestación.

De acuerdo con el escenario prospectivo en el uso de los recursos naturales, hace falta un proyecto de sensibilización hacia los pobladores para orientarlos en la implementación de actividades sustantivas que podrían desarrollarse para recuperar la biodiversidad, como un programa de control de incendios forestales por medio de quemas prescritas, así como brechas cortafuegos, asimismo que el consejo de vigilancia establecido por la comunidad sea más eficiente en la prevención y penalización de actos ilícitos relacionados con la protección de los ecosistemas naturales.