

# CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA DE PROLIFERACIÓN DEL HONGO BLANCO DE PINO (*Tricholoma mesoamericanum*) EN “EL GUAJOLOTE” HIDALGO, MÉXICO

## ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE FRUITING AREA OF THE PINE WHITE MUSHROOM (*Tricholoma mesoamericanum*) IN “EL GUAJOLOTE” HIDALGO, MEXICO

Reyes Grimaldo, A.A., Rodríguez Laguna, R., J. Pérez Moreno, M. Martínez Reyes, O. Arce Cervantes, R. Razo Zárate

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA DE PROLIFERACIÓN DEL HONGO BLANCO DE PINO (*Tricholoma mesoamericanum*) EN “EL GUAJOLOTE” HIDALGO, MÉXICO

ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE FRUITING AREA OF THE PINE WHITE MUSHROOM (*Tricholoma mesoamericanum*) IN “EL GUAJOLOTE” HIDALGO, MEXICO



## Caracterización ecológica de la zona de proliferación del hongo blanco de pino (*Tricholoma mesoamericanum*) en “El Guajolote” Hidalgo, México

### Ecological characterization of the fruiting area of the pine white mushroom (*Tricholoma mesoamericanum*) in “El Guajolote” Hidalgo, Mexico

Alvaro Alfonso Reyes Grimaldo, Rodrigo Rodríguez Laguna, Jesús Pérez Moreno, Magdalena Martínez Reyes, Oscar Arce Cervantes, Ramón Razo Zárata

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA DE PROLIFERACIÓN DEL HONGO BLANCO DE PINO (*Tricholoma mesoamericanum*) EN “EL GUAJOLOTE” HIDALGO, MÉXICO

ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE FRUITING AREA OF THE PINE WHITE MUSHROOM (*Tricholoma mesoamericanum*) IN “EL GUAJOLOTE” MEXICO

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 61: 133-143. Enero 2026

DOI:

10.18387/polibotanica.61.7

Álvaro Alfonso Reyes Grimaldo <https://orcid.org/0000-0002-3914-308X>

Ramón Razo Zárata <https://orcid.org/0000-0002-4608-3361>

Oscar Arce Cervantes <https://orcid.org/0000-0002-3388-2973>

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad 133, Col. San Miguel Huatengo, C.P. 43775, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo, México

Magdalena Martínez Reyes <https://orcid.org/0000-0003-2352-917X>

Jesús Pérez Moreno <https://orcid.org/0000-0001-5216-8313>

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México

Rodrigo Rodríguez Laguna / [rlaguna@uaeh.edu.mx](mailto:rlaguna@uaeh.edu.mx); [re262751@uaeh.edu.mx](mailto:re262751@uaeh.edu.mx) 

<https://orcid.org/0000-0002-1014-8784>

Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad 133, Col. San Miguel Huatengo, C.P. 43775, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo, México.

**RESUMEN:** El objetivo del estudio fue caracterizar las condiciones ecológicas presentes en la zona forestal “El Guajolote” Epazoyucan, Hidalgo, que favorece la proliferación del hongo *Tricholoma mesoamericanum*. Esta zona forestal cuenta con un bosque mixto pino – encino con predominancia de *Pinus teocote*, hospedero natural de esta especie. Se determinaron las condiciones ecológicas y ambientales en cuatro sitios de estudio, así como la colecta de esporomas para la descripción morfológica. En los sitios de muestreo, abundan las especies *Pinus teocote*, *P. patula* y *P. greggii*, en el estrato arbustivo prosperan especies como *Quercus greggii* y *Q. microphylla*; las condiciones ambientales de la zona forestal de temperatura y precipitación corresponden a 12.3 °C y 719.8 mm, respectivamente. Este estudio constituye el primer registro de las variables ecológicas y ambientales de la zona forestal “El Guajolote”, donde *T. mesoamericanum* muestra preferencia a la exposición suroeste (SW).

**Palabras clave:** Clima, bosques, pino, encino, ectomicorrícico.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to determinate the environmental factors in the forest area “El Guajolote” Epazoyucan, Hidalgo, that favors the proliferation of the mushroom *Tricholoma mesoamericanum*. This forest area counts with a mixed pine – oak forest with a great predominance of *Pinus teocote* the natural host of the fungal specie studied, the ecological factors were determined at four sites where this mushroom proliferated, as well as the gathering of fungal samples for the morphological description. It was found that the proliferation sites have a great abundance of *Pinus teocote*, *P. patula* and *P. greggii*, with respect to the shrub stratum the species *Quercus greggii* and *Q. microphylla* were found. The environmental conditions of the forest area in terms of temperature and precipitation correspond to 12.3 °C and 719.8 mm, respectively. The present study constitutes the first record of the ecological and environmental conditions of the forest area “El Guajolote” where the proliferation of *T. mesoamericanum* shows a wide preference to the southwest exposure.

**Key words:** Climate, forest, pine, oak, ectomycorrhizal.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques cubren aproximadamente 40 millones de km<sup>2</sup> a nivel mundial, lo que representa cerca del 30% de la superficie terrestre e incluye zonas boreales, templadas y tropicales (FAO, 2020).

En México, hasta el 2019 se estimaba en 660,400 km<sup>2</sup>, equivalentes al 34% del territorio nacional. De esta extensión, los bosques templados ocupan 330,200 km<sup>2</sup> (Gutiérrez-García & Ricker, 2019; Monarrez-Gonzalez *et al.*, 2020). En términos de biodiversidad, 55% de las especies de *Pinus* en el mundo, son endémicas de México, de las cuales en el país se encuentran 52 especies de estas y 161 de *Quercus*, posicionándolo como el segundo centro de diversidad en el mundo para ambos géneros. Esta notable riqueza biológica es el resultado de complejos procesos de diversificación y adaptación, influenciados por cambios climáticos globales, la gran heterogeneidad topográfica y ambiental del territorio (Rosaliano Evaristo *et al.*, 2022; Uribe-Salas *et al.*, 2019).

México ocupa el quinto lugar en número de especies y endemismo, albergando el 10% de la diversidad terrestre, el país cuenta con condiciones ambientales y micro ambientales que se traducen en una gran variedad de hábitats (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). Con respecto a los hongos comestibles silvestres, estos se consideran como un recurso forestal no maderable, su importancia inicia desde la época prehispánica en México, tanto por su contenido nutricional y sus propiedades medicinales; a lo largo del país se cuenta con gran diversidad fúngica, al localizarse entre dos zonas biogeográficas importantes (neártica y neotropical) que favorecen el desarrollo de alrededor de 200,000 especies de hongos, en México se estima que se presentan 425 de especies de hongos comestibles silvestres (De Lucio-Flores *et al.*, 2021; Jiménez Ruiz *et al.*, 2013; Ruan-Soto *et al.*, 2025).

De las 425 especies de hongos comestibles silvestres conocidos en el país, en el estado de Hidalgo se encuentra 181 que presentan oportunidades de investigación, ya que este recurso forestal no maderable cuenta con gran importancia ecológica, económica y cultural, proponiendo así su uso como una alternativa para el desarrollo de las regiones, utilizándose para enriquecer la dieta en zonas rurales y urbanas así como integrarlos a los mercados regionales, nacionales e internacionales (De Lucio-Flores *et al.*, 2021; Garibay-Orijel *et al.*, 2009; Ruan-Soto *et al.*, 2025).

*Tricholoma mesoamericanum* Justo & Cifuentes, tiene una amplia presencia a lo largo del territorio nacional, se tienen registros de su presencia en diversos estados como Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, Puebla y Veracruz; presentándose a lo largo de las cinco regiones montañosas del país: Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico Transversal, Sierra Norte de Oaxaca y en el Sur de Chiapas, con un amplio rango de temperaturas (10 – 18 °C), altitud (2000 – 3400 msnm) y niveles de precipitación (600 – 2500 mm) (Bandala *et al.*, 2022; Girón-Gutiérrez *et al.*, 2024; Graciano-Ávila *et al.*, 2021; Quijada *et al.*, 2020).

En el estado de Hidalgo, la superficie forestal cubre aproximadamente 51% del territorio estatal (20,813 km<sup>2</sup>), donde el área arbolada corresponde a 403,685 ha, de las cuales 57% corresponde a bosques y el restante a selvas (Vásquez-Bautista *et al.*, 2016).

Sin embargo, en esta zona se recolectan diversos tipos de hongos silvestres por los ejidatarios, lo que indica que existen condiciones ambientales y de suelo para la proliferación de *Tricholoma mesoamericanum* especie que establece una asociación simbiótica principalmente con *Pinus teocote* (Bandala *et al.*, 2022).

Los estudios sobre la ecología de especies fúngicas que consideran a las especies arbustivas y herbáceas son escasos, asimismo, se desconocen registros de la especie fúngica de interés en la zona y las condiciones adecuadas para su proliferación, por lo que, el objetivo de esta investigación fue determinar las variables ecológicas presentes en la zona forestal “El Guajolote” en Epazoyucan, Hidalgo que favorecen la proliferación de *Tricholoma mesoamericanum*.

## MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la zona forestal “El Guajolote” (20°06'02"N 98°35'24"O) que pertenece al ejido San Pedro Huixotitla, Epazoyucan, Hidalgo, misma que se encuentra a 17.8 km al Este de Pachuca, el tipo de vegetación es bosque mixto pino-encino y está cercana al cerro de las Navajas, los sitios de estudio se localizan entre las coordenadas geográficas (20°05'41"N – 20°05'45"N y 98°33'44"O – 98°33'25"O), presenta clima templado subhúmedo con lluvias de verano (C(E)(w<sub>2</sub>)), temperatura media anual de 12.37 °C y precipitación media anual 719.83 mm (CONAGUA, 2025).

### Caracterización del área de estudio

La delimitación del área de estudio se realizó por medio de GPS (Garmin®, Montana 680), la anotación de las coordenadas geográficas y altitud se determinó para cuatro sitios de estudios en un paraje conocido como “Los Gospes”. La precipitación y la temperatura se determinaron por medio de los regímenes de lluvia y temperatura de la CONAGUA (2025) revisando los registros de la estación climática más cercana (Real del Monte – 13115; 20° 07'59" N – 98° 40' 09" O), la pendiente del sitio se midió por medio de altímetro de mano de precisión (Haga, Haga), la cobertura de copa *in situ* se determinó con densitómetro esférico de espejo cóncavo (GAFMEX, Modelo C), utilizando la siguiente formula:

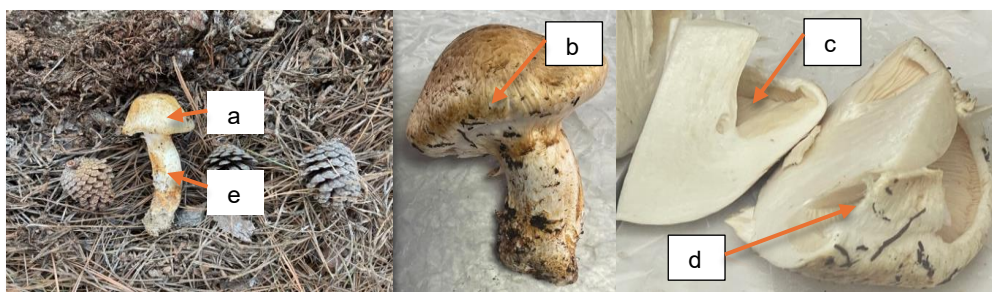
$$\text{Cobertura de copa (\%)} = (\text{Número de vertices donde reincide la copa arbórea} * 1.04) - 100$$

### Determinación de las variables ecológicas en los sitios de estudio

La determinación de especies arbóreas y arbustivas se realizó mediante consultas en el herbario virtual de la CONABIO (2025) y el “Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional El Chico” por Soto *et al.* (2006), comparando el listado de especies encontradas en campo y de las muestras recolectadas para su análisis en laboratorio asegurando así precisión en la identificación, las especies encontradas se documentaron de la siguiente manera: familia, nombre científico y nombre común. Las fotografías de las especies encontradas en el sitio de estudio fueron capturadas con una cámara (Sony®, SLT-A55V) para su posterior identificación taxonómica en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (ICAp-UAEH), los nombres científicos reportados se corroboraron con la base de datos del herbario virtual de la CONABIO (2025).

### Recolecta de muestras fúngicas de *Tricholoma mesoamericanum*

La recolecta de muestras de *Tricholoma mesoamericanum* se realizó durante la temporada de proliferación en la zona de agosto a octubre durante dos años consecutivos (2023 – 2024), mediante recorridos sistemáticos en los sitios previamente identificados, considerando las variables ecológicas presentes. Se siguieron las recomendaciones establecidas en las normas oficiales mexicanas (NOM-010-SEMARNAT-1996 y NOM-059-SEMARNAT-2010), priorizando la recolección de carpóforos maduros, con una altura mayor a 70 mm, con el velo abierto que hayan liberado las esporas se hayan propagado en el medio ambiente para su propagación natural. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Química agrícola (ICAp-UAEH), donde se realizó el análisis taxonómico macroscópico. El color se determinó utilizando la carta de color de Methuen (Kornerup & Wanscher, 1967). En la Figura 1 se señalan las características evaluadas de acuerdo con (Fuentes, 2005). Los carpóforos fueron almacenados en un ultra congelador (Polar, CH-156A) para posteriores análisis y aislamiento *in vitro*.



**Figura 1.** *Tricholoma mesoamericanum* a) Píleo b) Margen c) Laminas d) Anillo e) Estípite  
**Figure 1.** *Tricholoma mesoamericanum* a) Pileus b) Margin c) Gills d) Ring e) Stipe

## RESULTADOS

### I. Condiciones ambientales de la zona forestal “El Guajolote” Epazoyucan, Hidalgo

La zona forestal “El Guajolote” es un ecosistema donde predomina bosque templado mixto de pino–encino, con abundancia de *Pinus teocote*, las variables ambientales encontradas en el sitio se describen en la Tabla 1, donde los sitios presentan variación altitudinal de 3,072 – 3,100 msnm, con una temperatura media anual de 12.3 °C y precipitación acumulada de 719.8 mm anuales, la exposición de los sitios fue Suroeste y excepto la exposición Este para el sitio ubicado en la parte alta de la montaña, donde corre el viento a través de la ladera, la pendiente de los tres sitios fue similar (26 – 28%).

**Tabla 1.** Variables ecológicas de los sitios de proliferación de *Tricholoma mesoamericanum*

Variable	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
<b>Coordenadas geográficas</b>	20° 5'41.00"N 98°33'44.00"O	20° 5'38.31"N 98°33'50.27"O	20° 5'45.44"N 98°33'35.75"O	20° 5'45.30"N 98°33'25.02"O
<b>Altitud</b>	3,072 m	3,074 m	3,073 m	3,100 m
<b>Temperatura media anual</b>	12.3 °C	12.3 °C	12.3 °C	12.3 °C
<b>Precipitación acumulada</b>	719.8 mm	719.8 mm	719.8 mm	719.8 mm
<b>Exposición</b>	(SW)	(SW)	(SW)	(E)
<b>Cobertura de copa (%)</b>	70%	60%	60%	50%
<b>Pendiente</b>	28%	26%	26%	28%
<b>Espesor de hojarasca</b>	5 cm	5 cm	5 cm	0.5 – 1 cm

SW= Suroeste, E= Este

El espesor de hojarasca fue de 5cm excepto en el sitio 4 que fue de 0.5 mm de espesor, de igual manera en este sitio se presenta una gran cantidad de renuevos por medio de regeneración natural de encinos como respuesta a un incendio producido en la zona en 1998 como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Renuenos de *Pinus teocote* ubicados en el sitio 4 con exposición Este  
**Figure 2.** *Pinus teocote* shoots located at site 4 with East exposure

## II. Variables bióticas en los sitios de estudio

En el área de estudio se registró la composición variada de especies, con respecto a la estructura del bosque, las especies arbóreas más abundantes fueron *Pinus teocote* y *Quercus rugosa*, en el estrato arbustivo se encontraron madroños (*Arbutus glandulosa* y *A. xalapensis*) y encinos de porte bajo (*Quercus greggii* y *Q. microphylla*), en las tablas 2 y 3 se listan las especies encontradas en los cuatro sitios de estudio, la riqueza de especies disminuye conforme aumenta la altitud del área de estudio, denotando un cambio notable en la densidad de vegetación. Se puede observar que en el sitio 4 presentó una menor diversidad, el cual fue el sitio más alto de la montaña con exposición (E), además de ser resultado de la regeneración natural tras eventos climáticos extremos.

**Tabla 2.** Especies arbóreas de la zona forestal "El Guajolote"

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>glabrata</i> (Fernald) Furlow	Aile, Aliso andino
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i> Née	Encino capulincillo
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	Encino colorado, encino chilillo
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née	Encino de asta, encino blanco, encino avellano
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i> (Kunth Schltdl. et Cham.)	Bansú, Ocopetla, Oyamel, Pinabete
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Chalmaite blanco, pino blanco
Pinaceae	<i>Pinus patula</i> ex Schltdl. & Cham.	Pino colorado, pino llorón, pino triste
Pinaceae	<i>Pinus rudis</i> Endl.	Ocote blanco, ocote pardo, pino amarillo
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> ex Schltdl. & Cham.	Pino colorado, pino rosillo, tzat-adi

**Tabla 3.** Especies arbustivas de la zona forestal "El Guajolote"**Table 3.** Shrub species of the "El Guajolote" forest area

Familia	Nombre científico	Nombre común
Apiaceae	<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroché	Cabezona, espina blanca, hierba del sapo
Asteraceae	<i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	Chamisa
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i> Kunth.	Escoba
Asteraceae	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell.	Azomiate, jarilla
Ericaceae	<i>Arbutus glandulosa</i> M. Martens & Galeotti.	Madroño
Ericaceae	<i>Arbutus xapalensis</i> Kunth.	Amazaquitl, madroño de Texas
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth.	Gayuba de México, pindicua, pingüica
Ericaceae	<i>Pernettya ciliata</i> Schlttdl. & Cham.	Capulincillo
Fagaceae	<i>Quercus greggii</i> (A. DC.) Trel.	Encino blanco, encino chaparro, encino prieto
Fagaceae	<i>Quercus microphylla</i> Née	Encino enano
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc.	Gubaya, malinalli, soromuta, surumata, zacatón
Rhamnaceae	<i>Ceanothus caeruleus</i> Lag.	Chaquira, chaquirilla, palo colorado

### III. Descripción taxonómica

Píleo de 20.8 – 93.3 mm de diámetro, convexo, liso cuando joven a aplanado-fibrosos cuando maduro, color en el centro anaranjado grisáceo (5B4), borde anaranjado (5A3), pálido con fondo blanquecino (5A1), con margen enrollado, sulcado, superficie seca, brillante, con borde entero, unión de contacto homogéneo, densidad laminar muy junta, láminas libres, anchas lisas de 3.5 – 20.6 mm de largo, de color naranja blanquecino (5A2), en estado joven con anillo concoloro a las láminas, con unión al píleo central, estípite de 30.4 – 55.2 mm, carnoso, subclavado cilíndrico, fibroso, con ápice liso, unión al sustrato inserto subclavado, con anillo apical temporal, se abre cuando maduro, olor dulce acanalado, sabor a cacahuete crudo.

Hábitat: En vegetación secundaria de bosque mixto *Pinus* – *Quercus*, con presencia de *Pinus teocote*, sobre suelo, principalmente cerca de rocas y *Quercus microphylla*, con hábito solitario.

### DISCUSIÓN

Las variables ecológicas y ambientales presentes en el sitio corresponden a lo descrito de manera general por INEGI (2017), en relación a los bosques de pino – encino, la distribución de la zona forestal “El Guajolote” es cercana a la región montañosa del Eje Neovolcánico Transversal del país, presenta clima templado subhúmedo con lluvias dispersas en verano (C(E)(w<sub>2</sub>)) la temperatura media anual del sitio (12.3 °C) coincide con lo reportado para bosques de pino encino (10 – 28 °C), la precipitación acumulada (719.8 mm) ha disminuido en años recientes en consecuencia del cambio climático. Bandala *et al.* (2022) han reportado que las condiciones para la proliferación de *Tricholoma mesoamericanum* se dan en un rango de precipitación de 600 – 2500 mm anuales de acuerdo con lo reportado por Gómez *et al.* (2002). A pesar de que la precipitación en el área de estudio se encuentra dentro de este intervalo, es importante destacar que la proliferación de esta especie coincide con la variación altitudinal descrita para bosques templados (1200 – 3200 msnm), lo que indica que la altitud se debe considerar como otro factor

relevante para su distribución. La pendiente del sitio se describe por la FAO (2009) como “moderadamente escarpado” ya que se encuentra en el intervalo de 15 – 30%, este factor del clima tiene un efecto directo con respecto a la diversidad biológica, abarcando principalmente especies de plantas y hongos, según por lo descrito por Antúnez et al. (2022), ya que lo atribuye principalmente al flujo hidrológico superficial y al impacto de la radiación teniendo un efecto directo en el microclima del sitio.

La diversidad florística de especies presentes en el sitio son la principal característica de la estructura de la zona forestal, el sitio se encuentra bajo manejo forestal lo que muestra un efecto directo sobre la vegetación, según lo reportado por Ortiz-Hernández et al. (2017) para especies de importancia forestal como *Pinus montezumae*, *P. patula* y *P. pseudostrobus*, sin embargo, de acuerdo con lo reportado por Vivar et al. (2021), la especie *P. teocote* es la que presenta un mayor cambio en relación con el clima, ya que las lluvias invernales y las bajas temperaturas que se presentan en los bosques de pino – encino favorecen la humedad del ambiente durante su etapa inicial de crecimiento a lo largo del territorio nacional, *P. teocote* es ampliamente distribuido además de ser un carácter esencial que define la presencia y distribución de la especie *T. mesoamericanum*, donde autores como Flores et al. (2023) destacan que la distribución natural del pino simbiote de la especie fúngica, se ve influenciada por las variables ecológicas y ambientales que caracterizan su entorno, como lo describen Hernández Ramos et al. (2019) para *P. teocote* en Hidalgo.

Con respecto al estrato arbustivo en zonas aledañas al área de estudio, en “El Nopalillo” autores como Ortiz-Hernández et al. (2017) destacan la presencia de especies como *Baccharis conferta*, *Ageratina glabrata* y dentro de las especies herbáceas se destaca a *Muhlenbergia macroura*, en trabajos previos de otras especies pertenecientes al grupo *Tricholoma*, a lo largo de los cuatro sitios de estudios, la predominancia de especies es marcada con respecto a las arbóreas como las arbustivas, los sitios 1 – 3, muestran condiciones similares de altura y ubicación geográfica, así como abundancia de las especies de encinos de porte bajo (*Quercus greggii* y *Quercus microphylla*), sin embargo, el sitio 4 es aquel que ha mostrado condiciones ambientales completamente diferentes a las anteriores, al tener una capa de ocochal menor (0.5 – 1 cm), esto igual tiene un efecto directo con respecto a la diversidad de especies que se encuentran en el sitio, mostrando de igual manera presencia de *Pinus teocote* con una capa arbustiva más dispersa a casi nula a lo largo de la ladera.

Factores climáticos como la temperatura y precipitación del sitio han sido descritos por Girón-Gutiérrez et al. (2024) como moduladores del bosque, ya que la temperatura muestra influencia negativa en el crecimiento de los árboles a través de bosques boreales, templados y tropicales; por su parte, estudios recientes como el de Guzmán-Santiago et al. (2023) han demostrado que el cambio climático en México ha modificado las condiciones de temperatura y los ciclos de lluvia, estableciendo una fuerte correlación entre la precipitación con el aumento de temperatura, lo cual afecta de manera directa tanto a los géneros arbóreos *Pinus* y *Quercus* así como especies fúngicas como *Tricholoma mesoamericanum* que destacan por su importancia ecológica y su valor para la población.

Para la especie *Tricholoma mesoamericanum* los sitios de proliferación muestran condiciones que se encuentran dentro de los parámetros reportados por otros autores, con respecto a la temperatura media anual y precipitación de la zona, Gómez et al. (2002) reportan que la proliferación de esta especie es favorable en un rango de 10 – 18 °C y en sitios con precipitación de 600 – 2500 mm para el Estado de Oaxaca, la altitud es de la misma manera la variable en la que se presentan diferencias con trabajos previos acerca de esta especie, ya que Ayala-Vásquez et al. (2022) reportan para esta especie variación altitudinal de 2000 – 3000 msnm, para la zona forestal “El Guajolote” se tienen valores que sobresalen ligeramente del límite superior de este rango altitudinal, con respecto a otras variables que muestran influencia en la producción y emergencia de cuerpos fructíferos de esta especie, la exposición es similar en 3 sitios Suroeste (SW), sin embargo, el sitio 4 es el único que presenta la exposición Este (E).

## CONCLUSIONES

El presente estudio constituye el primer registro de las variables ecológicas de la zona forestal “El Guajolote” en Epazoyucan, Hidalgo; donde se caracteriza por un bosque mixto de pino-encino con predominancia de especies arbóreas *Pinus teocote*, *P. patula*, *P. greggii* y arbustivas como *Quercus microphylla*, *Q. greggii* y *Baccharis conferta*, con respecto a las condiciones ambientales el hongo *Tricholoma mesoamericanum* mostró preferencia por la exposición suroeste, aunque no se descarta su presencia en otras orientaciones, siempre y cuando se cumplan las condiciones de temperatura y precipitación registradas en el presente estudio.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece a SECIHTI por la beca otorgada con número de CVU. 1003016 y a los ejidatarios de la zona forestal “El Guajolote” por su cooperación en el presente trabajo de investigación.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J. & Valenzuela, R. (2014). Biodiversidad de hongos en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(SUPPL.), S76–S81. <https://doi.org/10.7550/RMB.33649>
- Antúnez, P., Serrano, P. M. L., Adame, G. G., Camacho, E. A. R. & Díaz, M. M. M. (2022). Efecto de la altitud, pendiente y exposición geográfica en la distribución de helechos arborescentes. *Acta Botanica Mexicana*, 129. <https://doi.org/10.21829/ABM129.2022.1962>
- Ayala-Vásquez, O., Martínez-Reyes, M., De La Fuente, J. I., Martínez-González, C. R., Armas, L. F., Hernándezsantiago, F. & Pérez-Moreno, J. (2022). *Tricholoma colposii* (Tricholomataceae, Basidiomycota), a new edible species of matsutake fungi from Eastern Mexico with economic and biocultural importance. *Phytotaxa*, 542(1), 24–34. <https://doi.org/10.11646/PHYTOTAXA.542.1.2>
- Bandala, V. M., Ramos, A., César, E., Ramos, D. & Montoya Bello, L. (2022). Actualización de la circunscripción taxonómica de *Tricholoma mesoamericanum* que incluye a *Tricholoma colposii* (Agaricales, Tricholomataceae). *Acta Botanica Mexicana*, 129. <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.2112>
- CONABIO. (2025). *Herbario Virtual Conabio*. <http://www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi>
- CONAGUA. (2025). *Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>
- De Lucio-Flores, S. A., Otazo-Sánchez, E. M., Romero-Bautista, L. & Gaytán-Oyarzún, J. C. (2021). Hongos macroscópicos como bioacumuladores de metales pesados. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 8(16), 60–65. <https://doi.org/10.29057/ICBI.V8I16.5823>
- FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos. En *Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia*.
- Flores, A., Buendía Rodríguez, E., Pineda Ojeda, T., Flores Ayala, E. & Méndez-González, J. (2023). Genetic Conservation and Use of Genetic Resources of 18 Mexican Pine Species. *Diversity*, 15(6), 735. <https://doi.org/10.3390/D15060735/S1>
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 - Key Findings. *Global Forest Resources Assessment 2020*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca8753en>

- Fuentes, A. D. (2005). *Glosario ilustrado de los caracteres macroscópicos en Basidiomycetes con himenio laminar*. UNAM.
- Garibay-Orijel, R., Martínez-Ramos, M. & Cifuentes, J. (2009). Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(002). <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2009.002.615>
- Girón-Gutiérrez, D., Méndez-González, J., Osorno-Sánchez, T. G., Cerano-Paredes, J., Soto-Correa, J. C. & Cambrón-Sandoval, V. H. (2024). Climate as a Driver of Aboveground Biomass Density Variation: A Study of Ten Pine Species in Mexico. *Forests*, 15(7), 1160. <https://doi.org/10.3390/F15071160/S1>
- Gómez, M., Carrera, D. M., Morales, P., González, E. P., León, H., Aguilar, A., Ramírez, P., Ortega, P., Largo, A. & Bonilla, M. (2002). Studies on the traditional management, and processing of matsutake mushrooms In Oaxaca, Mexico. *Micología Aplicada Internacional*, 14(2), 25–43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68514203>
- Graciano-Ávila, G., Alberto, O., Calderón, A., Alanís-Rodríguez, E. & Lujan-Sotoju, J. E. (2021). Analysis of the composition, structure and diversity of tree species in a temperate forest in northwestern Mexico. *Sustainable Forestry*, 4(1), 19–24. <https://doi.org/10.24294/SF.V4I1.1599>
- Gutiérrez-García, G. & Ricker, M. (2019). Climatic influence on radial growth in four conifer species in the Sierra de San Antonio Peña Nevada (Nuevo León, Mexico). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90(1). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2676>
- Guzmán-Santiago, J. C., De los Santos-Posadas, H. M., Ángeles-Pérez, G., Vargas-Larreta, B., Gómez-Cárdenas, M., Rodríguez-Ortiz, G. & Corona-Núñez, R. O. (2023). Efecto del cambio climático en la distribución de las especies de clima templado en Oaxaca, México. *Botanical Sciences*, 102(1). <https://doi.org/10.17129/botsoci.3355>
- Hernández Ramos, J., Hernández-Ramos, A., García-Cuevas, X., García-Magaña, J. J., Martínez-Salvador, M., Samperio-Jiménez, M. & Hernández-Vargas, J. A. (2019). Ecuaciones alométricas de altura-diámetro para bosques naturales de Pinus teocote Schlecht. & Cham. en Hidalgo, México. *Acta Universitaria*, 29. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1908>
- INEGI. (2017). *Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Aguascalientes. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825092030.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf)
- Jiménez Ruiz, M., Pérez-Moreno, J., Almaraz-Suárez, J. J. & Torres-Aquino, M. (2013). Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(2), 199–213. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Kornerup, A. & Wanscher, J. H. (1967). *Methuen handbook of colour*.
- Monarrez-Gonzalez, J. C., Gonzalez-Elizondo, M. S., Marquez-Linares, M. A., Gutiérrez-Yurrita, P. J. & Perez-Verdin, G. (2020). Effect of forest management on tree diversity in temperate ecosystem forests in northern Mexico. *PLoS ONE*, 15(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233292>
- Ortiz-Hernández, L. E., Cantera-Velázquez, N., Escamilla-Casas, J. C. & Cruz-Chávez, E. (2017). Análisis morfogenético preliminar de una porción de la Sierra de Pachuca, México. *Tópicos de Investigación en Ciencias de la Tierra y Materiales*, 4. <https://doi.org/10.29057/aactm.v4i4.9389>
- Quijada, G. E. M., Balderas, J. M. M., Garza, E. J. T., Calderón, Ó. A. A., Rodríguez, E. A. & Yamallel, J. I. Y. (2020). Diversity, structure and floristic composition of temperate forests of southern Nuevo León state. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(61). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i61.703>

**Recibido:**  
24/agosto/2025

**Aceptado:**  
19/diciembre/2025

- Evaristo, R., Ávila-Akerberg, V., Franco-Maass, S. & López Mathamba, L. A. (2022). Estructura y diversidad arbórea en bosques de encino del centro de México. *Madera y bosques*, 28(2).
- Ruan-Soto, F., Sánchez, J. E., Noyola-Méndez, L., Ramírez-Terrazo, A., Garibay-Orijel, R. & Cifuentes, J. (2025). Aprovechamiento de los hongos comestibles en México: una tradición que trasciende al futuro. *Lilloa*, 181–202.
- Soto, M., Vázquez, L. & Lazcano, C. (2006). *Programa de conservación y manejo Parque Nacional El Chico, México*. CONANP. México.
- Uribe-Salas, D., España-Boquera, M. L., Torres-Miranda, A., Uribe-Salas, D., España-Boquera, M. L. & Torres-Miranda, A. (2019). Aspectos biogeográficos y ecológicos del género *Quercus* (Fagaceae) en Michoacán, México. *Acta botánica mexicana*, 126. <https://doi.org/10.21829/ABM126.2019.1342>
- Vásquez-Bautista, N., Zamudio-Sánchez, F. J., Alvarado-Segura, A. A., Romo-Lozano, J. L., Vásquez-Bautista, N., Zamudio-Sánchez, F. J., Alvarado-Segura, A. A. & Romo-Lozano, J. L. (2016). Forest biometric models in Hidalgo, Mexico: state of the art. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(3), 351–367. <https://doi.org/10.5154/R.RCHSCFA.2015.09.043>
- Vivar, E. V., Pompa-García, M., Trejo, D. A. R., Leyva-Ovalle, A., Wehenkel, C., Parra, A. C. & Anguiano, O. M. (2021). Drought responsiveness in two Mexican conifer species forming young stands at high elevations. *Forest systems*, 30(3), 4.