



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

HONGOS ECTOMICORRIZÓGENOS ÚTILES,  
ELEMENTOS CON POTENCIAL  
PARA LA RESTAURACIÓN DE LOS ENCINARES  
EN LA SIERRA DE OTONTEPEC,  
VERACRUZ, MÉXICO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN  
BIOLOGÍA

P R E S E N T A

LUIS ÁNGEL GONZÁLEZ VENEGAS

DIRECTORA

M. EN C. LILIANA ELIZABETH RUBIO LICONA



**F E S I**

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO

2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi abuela y a mi abuelo por mantenerme desinteresadamente,  
a mi madre y a mi padre por criarme,  
a la Universidad por formarme.

A mi hermano por su confianza,  
a Max por su compañía,  
a Aranza por soportar tantas quejas.

Gracias a la Sierra por permitirme tanto,  
gracias don Beto por caminar tan rápido,  
gracias Jovita por los lonches, gracias doña Cata.

A Wendy por enseñarme lo que nadie más sabía,  
al Laboratorio de árboles por su ayuda,  
a Julio por todo su apoyo,  
y gracias profesora por darme una oportunidad y guiarme cuando estaba solo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Laboratorio de Biodiversidad y Sistemática de Hongos del Instituto de Ecología A.C. (INECOL), especialmente a los doctores Víctor Bandala, Enrique César y al biólogo David Ramos por su ayuda durante la determinación y descripción de los hongos aquí presentados.

Agradecemos a la doctora Silvia Romero por su revisión a las determinaciones taxonómicas de los encinos.

Agradecemos a la maestra Alin Torres por su asesoría durante el diseño de las entrevistas y su procesamiento.

Agradecemos a la maestra Irene Frutis y a la maestra Wendy Bautista del herbario IZTA por su apoyo en las etapas iniciales de este proyecto.

Gracias a la maestra Ma. del Pilar Villeda y al maestro Osvaldo Cervantes por permitirnos el uso del laboratorio de microscopía.

Damos gracias a la maestra Ma. Helena Huidobro (q.e.p.d) y al técnico Moisés Chávez por poner a nuestra disposición los espacios y materiales de la cabecera de la asignatura de Hongos y Protistas.

Gracias al biólogo Julio Gutiérrez por brindar su tiempo y ayuda durante el trabajo de campo.

Gracias al comité dictaminador por sus valiosas aportaciones durante la revisión del documento y que sin duda lo enriquecieron.

Gracias infinitas a la maestra Liliana Rubio por permitir incorporarme a su línea de investigación, por su guía académica y por financiar este proyecto.

Finalmente, extendemos un profundo agradecimiento a todos los habitantes de la Sierra de Otontepec que participaron en este trabajo, a las comunidades de Copaltitla, San José, San Juan Otontepec, Tepetztintla (a los profesores Esmeralda y César) y específicamente a Jilitla, especialmente a Don Beto y su familia por su invaluable ayuda.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVO .....	7
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
Reconocimiento de los hongos silvestres del área estudiada .....	13
Reconocimiento del saber tradicional sobre los hongos entre la comunidad nativa .....	14
Selección de hongos útiles y con capacidad ectomicorrízica.....	16
Descripción taxonómica de los hongos seleccionados .....	18
RESULTADOS.....	19
Especies de hongos en el encinar estudiado.....	19
Conocimiento micológico por la comunidad .....	22
Hongos útiles y con capacidad ectomicorrízica .....	27
Descripciones taxonómicas de los hongos seleccionados.....	31
DISCUSIÓN .....	46
Sobre el reconocimiento de hongos silvestres del área estudiada .....	46
Sobre el reconocimiento del saber tradicional micológico comunitario y los hongos útiles para la restauración .....	47
CONCLUSIÓN.....	52
LITERATURA CITADA .....	53
<b>Apéndice 1</b> .....	66
<b>Apéndice 2</b> .....	67

## RESUMEN

### HONGOS ECTOMICORRIZÓGENOS ÚTILES, ELEMENTOS CON POTENCIAL PARA LA RESTAURACIÓN DE ENCINARES EN LA SIERRA DE OTONTEPEC, VERACRUZ, MÉXICO

En la búsqueda de opciones para el mejoramiento de plántulas de encino destinadas a la restauración de encinares tropicales, se estudiaron los hongos de los encinares de la Sierra de Otontepec con uso potencial para la restauración ecológica local. Se exploró la riqueza de macromicetos a través de esporocarpos presentes en los encinares y se diseñó e implementó el Índice de Potencial para la Restauración (IPR); ello permitió identificar cuáles hongos conjuntarían la capacidad ectomicorrizógena y la importancia por su uso para los pobladores de la localidad, dos rubros relevantes en la restauración ya que representan un beneficio tanto para el ecosistema como para la comunidad rural local. Se realizaron fichas descriptivas de las especies elegidas. Se reconocieron 73 macromicetos de los cuales los hongos ectomicorrizógenos asociados a *Quercus germana*, *Q. oleoides* y *Q. xalapensis* estuvieron representados en las familias Russulaceae (15), Boletaceae (10), Amanitaceae (7), Cantharellaceae (6), Clavariaceae (3), Cortinariaceae (3), Sclerodermataceae (3), Inocybaceae (2), Thelephoraceae (2), Tricholomataceae (2), Geastraceae (1) e Hymenochaetaceae (1). Los pobladores refirieron el uso de un solo hongo, *Cantharellus veraecrucis*, al que reconocen como comestible y con valor comercial; además, lo asocian estrechamente al bosque de *Quercus* porque solo lo recolectan bajo estos árboles y lo nombran “hongo de encino”. Asimismo, reconocen dos morfotipos: uno con cuerpo robusto y oloroso relacionado al encino negro (*Q. oleoides*), y otro con el “popote” (estípite) más delgado, menos oloroso y más sabroso relacionado con el encino roble (*Q. germana* y *Q. xalapensis*). *Cantharellus* agrupa especies de importancia alimenticia y que establecen relación micorrícica con árboles de *Quercus*, en el sitio de estudio se registraron y describieron 4 especies del género. Este trabajo permitió identificar también a otros hongos que, aunque no reúnen las características ponderadas en el IPR, contribuyen con otras funciones al ecosistema.

## INTRODUCCIÓN

En México la importancia de los encinos y los ecosistemas en los que se desarrollan es invaluable. Aunque los encinares (comunidades donde dominan árboles de *Quercus*) representan solo un 5% del territorio nacional, podemos encontrar a *Quercus* en bastantes comunidades vegetales a diferentes altitudes, latitudes y condiciones ecológicas en las que se alberga un tercio de la riqueza mundial del género; de las 161 especies presentes en el país, el 70% son endémicas (Rzedowski, 2006; Valencia-A., 2004). Estas asociaciones vegetales tienen gran valor ecológico al ser refugio para especies endémicas e incluso amenazadas de flora y fauna (Luna-Vega *et al.*, 2006) y también alto valor económico al ofrecer un sinnúmero de recursos maderables y no maderables (De la Paz *et al.*, 2000; Luna-José *et al.*, 2003).

Desafortunadamente el aprovechamiento de los encinares ha tenido efectos sobre la cubierta del bosque, actividades como el desmonte para la ganadería, la agricultura, la fabricación de carbón y el establecimiento de viviendas derivaron en la pérdida de gran parte de estas comunidades vegetales, situación que compromete la calidad de vida, pues representa la pérdida de recursos económicos, de servicios ecosistémicos y también del capital natural de nuestro país invaluable para la humanidad.

En los intentos por restaurar estos ecosistemas es común la reintroducción de plantas, sin embargo, suelen tener baja supervivencia en el campo aunada a su mala calidad desde el vivero (Wightman & Cruz, 2003), quizá por su incapacidad para asimilar nutrientes del suelo sin sus simbiontes naturales como los hongos ectomicorrizógenos, que facilitan la captación de nutrientes, agua, nitrógeno y fósforo por la planta a cambio de glúcidos propios de la fotosíntesis para el hongo (Herrera & Ulloa, 1998). Como respuesta a esto se han realizado trabajos de mejoramiento de las plantas con inóculos de micorrizas (Parladé *et al.*, 1993) que en los árboles de *Quercus* han dado resultados positivos (Beckjord & McIntosh, 1984; Sebastiana *et al.*, 2018). Complementariamente hay que cuidar que las especies de hongos utilizadas como simbiontes en cada trabajo sean nativas propias de cada sitio, pues de otro modo podría derivar en invasiones biológicas (Segura, 2005).

Los hongos ectomicorrizógenos son un grupo funcional clave para la recuperación de los ecosistemas perturbados (Santiago-Martínez, 2008) y los taxones que pueden formar esta asociación [Ascomycota y Basidiomycota (Smith & Read, 2008)] poseen la característica de formar cuerpos fructíferos macroscópicos que pueden tener una importancia cultural por su valor alimenticio, medicinal, ritual, lúdico, o aun comercial, entre otros. Los hongos ectomicorrizógenos representan un elemento completo que conjunta la relevancia ecológica y la importancia cultural, dos rubros cruciales para el éxito de la restauración (Zorrilla, 2005), ofreciendo al mismo tiempo alternativas en el ámbito experimental y un lazo con la población involucrada.

En la zona norte de Veracruz se encuentra la Sierra de Otontepec, una Reserva de la Biosfera en la que se desarrollan bosques húmedos de montaña y bosques tropicales, donde los árboles de *Quercus* tienen alta relevancia ecológica (SEDESMA, 2007). A pesar de su categoría de área natural protegida, en ella se llevan a cabo grandes procesos de deforestación a causa del minifundio y la ganadería extensiva que amenazan su permanencia y los beneficios que ofrece a las comunidades humanas que dependen de ella (Rodríguez *et al.*, 2011).

En visitas previas al municipio de Tepetzintla, en la Sierra de Otontepec, hemos registrado el consumo, como alimento, de hongos recolectados en la Sierra, algunos de ellos referidos solo al suelo bajo la copa del encino negro (*Quercus oleoides*) y encino roble (*Quercus germana* y *Q. xalapensis*), razón que motivó a realizar este estudio con el objetivo de reconocer a los elementos de la riqueza fúngica y que nos permita aportar un marco teórico bajo el cual se logren plantear trabajos de restauración para los encinares de la Sierra de Otontepec.



## ANTECEDENTES

### **Estudios de hongos ectomicorrizógenos tropicales asociados a *Quercus***

Durante años se consideró que los hongos ectomicorrizógenos (HEC) no podían distribuirse en zonas tropicales porque las plantas que suelen dominar estos climas pertenecen, generalmente, a taxones formadores de micorrizas vesículo-arbusculares (Corrales *et al.*, 2018), por ello no resulta extraño que los estudios al respecto sean escasos en el país, especialmente los de hongos asociados a árboles de *Quercus*, un género que representa el hospedero de hongos ectomicorrizógenos más extenso del mundo (García-Guzmán *et al.*, 2017). Entre algunos de los trabajos que se han enfocado a estudiar HEC en bosques tropicales de *Quercus* del país y Centroamérica encontramos algunos donde se han descrito especies nuevas de *Phylloporus* (Montoya *et al.*, 2019b), *Lactifluus* (Montoya *et al.*, 2019a) y *Cantharellus* (L. Montoya *et al.*, 2021), hongos asociados a *Quercus oleoides* y *Q. sapotifolia* en el centro de Veracruz, demostrando que los encinares tropicales de esta entidad resguardan una interesante comunidad no tan solo de HEC que todavía requieren ser estudiados taxonómicamente.

También en Veracruz, Herrera *et al.* (2018) documentaron la presencia de 2 especies de *Lactarius*, subgénero *Plinthogalus* (una de ellas nueva para la ciencia) en asociación ectomicorrízica con *Quercus glaucescens* y *Q. sapotifolia* en fragmentos de bosques de niebla. Mencionan que generalmente se infiere la asociación micorrízica con la recolecta de los basidiocarpos de géneros que se sabe de sus especies formadoras de ectomicorrizas, así que para confirmar la simbiosis muestrearon los meristemas radiculares micorrizados de *Quercus*, los identificaron molecularmente y describieron morfológicamente.

Desai *et al.* (2016) en Costa Rica, muestrearon núcleos de suelo y estudiaron la diversidad y estructura comunitaria de hongos ectomicorrizógenos en rodales jóvenes y viejos de bosques tropicales de *Quercus oleoides*. Determinaron 37 especies, la mayoría pertenecientes a Basidiomycota y dominadas por *Thelephora* sp. Del total de especies pudieron recolectar cuerpos fructíferos de 25 pertenecientes a *Russula*, *Inocybe*, *Amanita*, *Lactarius*, *Clavulina*, *Scleroderma*, *Cortinarius*, *Pisolithus*, *Strobilomyces*, *Thelephora*, *Retiboletus* y

*Cantharellus*. Reportaron indicios de la existencia de sucesión en las comunidades ectomicorrizógenas, encontrando géneros pioneros y algunos indicadores de sitios maduros.

García *et al.* (2014) realizaron una revisión de herbario para determinar los macromicetos más comunes asociados a bosques templados y tropicales de *Quercus* en Tamaulipas, recolectados por más de 25 años. De los 2,000 ejemplares revisados se determinaron 370 especies, 40 de Ascomycota y 330 de Basidiomycota. Agaricales, Boletales, Poliporales, Russulales e Hymenochaetales fueron los órdenes más diversos. Boletaceae, Russulaceae, Polyporaceae, Hymenochaetaceae y Amanitaceae fueron las familias más representativas. *Boletus*, *Amanita*, *Lactarius* y *Russula* los géneros más encontrados. El 62.4% fue recolectado en el suelo. El 50 % de las especies eran micorrizógenas. El bosque mesófilo de montaña fue el más diverso en ectomicorrizas, se asociaban a *Quercus germana*, *Q. polymorpha*, *Q. rysophylla* y *Q. sartorii*.

Lamus *et al.* (2012) documentaron la asociación ectomicorrízica de *Lactarius areolatus*, *L. indigo* y *L. strigosipes* con *Carpinus caroliniana*, *Quercus xalapensis* y *Quercus* spp. en bosques de niebla en el centro de Veracruz. Describieron la micorriza y la identificaron con técnicas moleculares.

Chanona-Gómez *et al.* (2007) estudiaron la riqueza y diversidad de macromicetos en una localidad de Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas, recolectando en bosques de *Quercus elliptica*, matorrales herbáceos, selva mediana y bosques de *Liquidambar styraciflua*. Los bosques de *Q. elliptica* fueron los más diversos según el índice de Simpson y los segundos en riqueza de especies, con 35 géneros destacando *Russula*, *Ramaria*, *Amanita* y *Xylaria* (los tres primeros ectomicorrizógenos) y 66 especies con predominancia de *Geastrum quadrifidum*, *Clavaria* sp., *Ramaria* sp., *Scleroderma verrucosum*, *Ramaria*, sp., *Ramaria stricta* y *Russula* aff. *americana*. La diversidad de esta asociación vegetal presentó mayor similitud con la de la selva mediana según el índice de Sorensen. En los encinares existían 3 especies comestibles. Del total de especies micorrizógenas reportadas en la localidad el 71.87% se encontró en bosques de *Q. elliptica*.

## **Conocimiento tradicional sobre macromicetos tropicales en México**

Tradicionalmente se han considerado como micofóbicos a los pueblos de zonas tropicales, sin embargo, existen registros del uso de varios taxones en estos sitios, ejemplo son los siguientes trabajos realizados en el sureste del país:

Ruan-Soto *et al.* (2006) describieron las dinámicas relacionadas con la venta de hongos silvestres e indagaron sobre las tendencias hacia la micofilia o micofobia de pobladores de Tabasco, Oaxaca y Veracruz. Registraron que los vendedores eran mayormente mujeres e indígenas, que la venta solo se realizaba en mercados tipo “tianguis” y puestos campesinos, que los vendedores no son los recolectores (pues los sitios de recolección tienen restricción de acceso) y que no todos los intercambios económicos eran capitalistas, pues en Oaxaca existía el intercambio, reciprocidad y trueque. Concluyeron que la micofilia está presente en los pobladores indígenas, ausente en los mestizos rurales y que los habitantes mestizos urbanos eran micofóbicos.

Ruan-Soto *et al.* (2004) describieron el “corpus” del conocimiento micológico tradicional entre los vendedores de hongos de la Planicie Costera del Golfo de México, muestreando mercados al sur de Veracruz y al norte de Tabasco y Oaxaca. Registraron la venta de *Schizophyllum comune* y *Polyporus tenuiculus* y la comestibilidad de *Auricularia polytiricha*, *A. delicata* y *Pleurotus djamor*, también el uso de *Auricularia* como juguete. Los autores concluyen que sus datos no concuerdan con la clasificación de los pueblos tropicales como micófobos, aunque tampoco pudieron afirmar la micofilia.

## OBJETIVO

Reconocer las especies de hongos y en particular las de los ectomicorrizógenos locales con uso potencial para la restauración ecológica de los encinares en la Sierra de Otontepec.

## OBJETIVOS PARTICULARES

1. Conocer los macromicetos que habitan en los encinares de la Sierra de Otontepec.
2. Reconocer qué hongos son utilizados por los pobladores nativos de la Sierra.
3. Seleccionar aquellas especies de hongos que conjunten la capacidad ectomicorrízica y la importancia cultural.
4. Reunir la información taxonómica y tradicional de los organismos seleccionados.

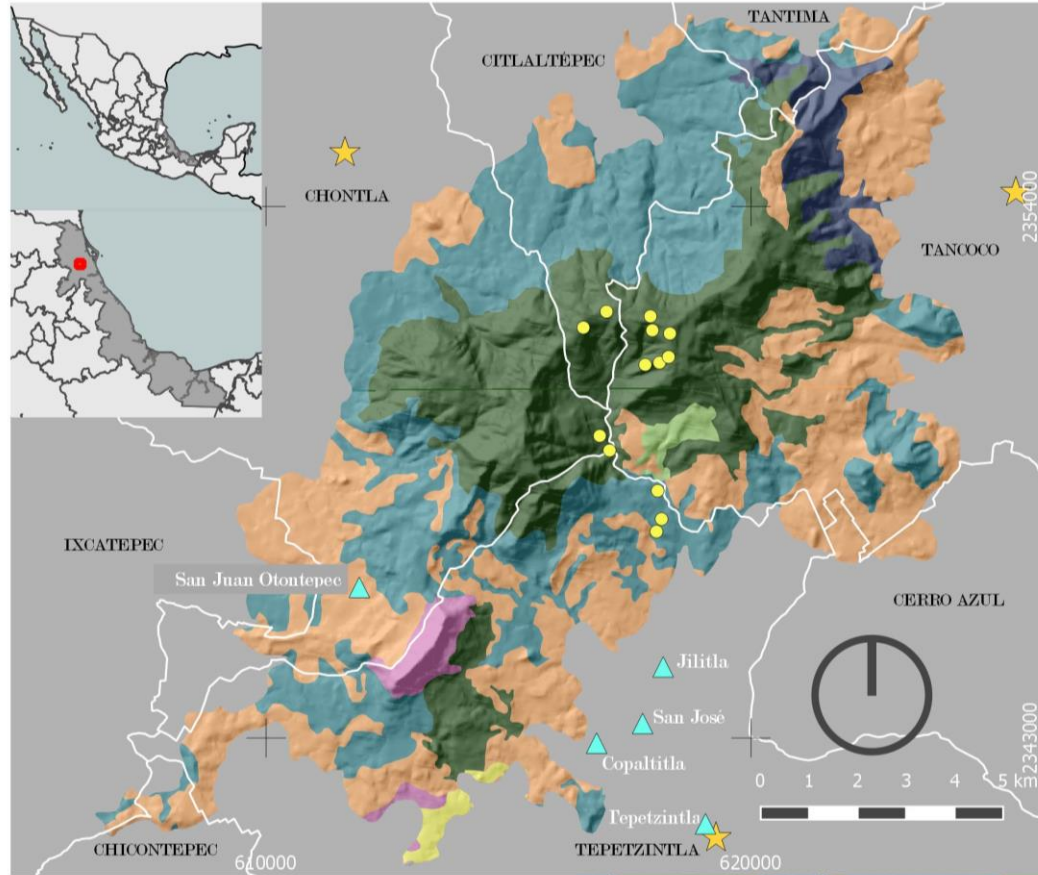
## ÁREA DE ESTUDIO

La Sierra de Otontepec es un Área Natural Protegida estatal con categoría de Reserva ecológica ubicada al norte de Veracruz, en los municipios de Cerro Azul, Citlaltépec, Chicontepec, Chontla, Ixcatepec, Tantima, Tancoco y Tepetzintla, en la llanura costera del Golfo de México (Fig. 1). Tiene una orientación noreste-suroeste, su gradiente altitudinal va de los 350 a los 1,320 m s.n.m. y cubre un área de 15,152 ha (CONABIO, 2020; Rodríguez *et al.*, 2011; SEDESMA, 2007).

En la vegetación predominan los bosques de *Quercus* que se desarrollan en su mayoría sobre cambisoles crómicos; la vegetación secundaria de selva alta subperennifolia y pastizales cultivados, ambos sobre regosoles y feozems calcáricos (INIFAP - CONABIO, 1995). La SEDEMA reporta también bosques mesófilos de montaña con presencia de *Quercus* (2007) que no se ven reflejados en la cartografía de INEGI, lo que podría sugerir que su extensión es mínima o que se empleó un sistema de clasificación de la vegetación diferente.

La presencia y extensión de pastizales cultivados hace evidente la perturbación dentro de la reserva pues se extienden por más de 5,200 ha, lo que representa un 34% del área de la Sierra, siendo así el uso de suelo o vegetación con mayor extensión y que supera en extensión a los bosques de encino (26%) y a la vegetación secundaria arbórea de selva alta subperennifolia (31.8%) (INEGI, 2016).

El clima en las partes más altas es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am), y cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw) en las partes bajas (SEDEMA, 2007). La temporada más cálida comienza en marzo y termina en noviembre (Fig. 2) La temperatura máxima promedio es de 33 °C, aunque existen registros de hasta 50 °C en septiembre, la temperatura mínima promedio es de 14°C, aunque se han registrado hasta -1°C en el mes de diciembre (CONAGUA, 2010).



**SIMBOLOGÍA**

Catografía base

★ Cabeceras municipales

— División municipal

— Estado de Veracruz

Sítios de muestreo

▲ Conocimiento tradicional

● Material biológico\*

Usos del suelo y tipos de vegetación

■ Agricultura de temporal anual y permanente

■ Bosque de encino

■ Pastival cultivado

■ Selva alta subperennifolia

■ Urbano construido

■ Vegetación secundaria de bosque de encino

■ Vegetación secundaria de selva alta subperennifolia

■ Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

SRC WGS 84 / UTM 14 N Autor: González Venegas 2020

Referencias : CONABIO (2014) Hogares censales por localidad, 2010. 1:1. / CONABIO (2020) Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México 2020. / INEGI (2013) CEM 3.0 15m. / INEGI (2016) Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. 1:250 000. / INEGI (2018) Áreas geoestadísticas estatales 1:250000. 2018. 1:250000. / INEGI (2018) Áreas geoestadísticas municipales. 1:250000.

\*Coordenadas obtenidas durante las salidas del campo, nombres indicados por el guía.

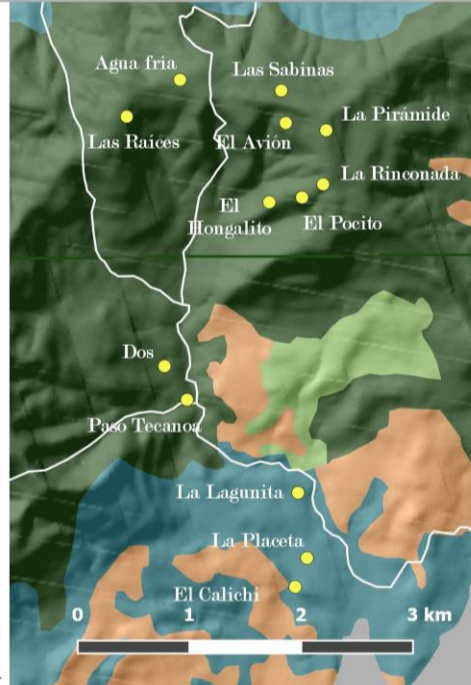


Figura 1. Localización, usos de suelo y tipos de vegetación de la Sierra de Otontepec.

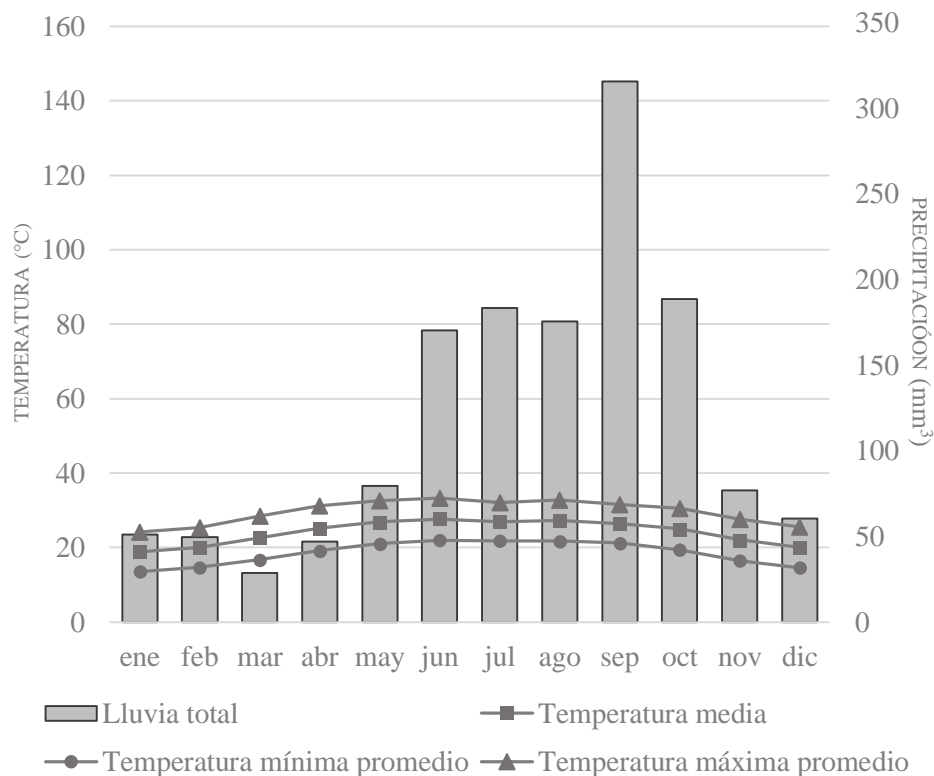


Figura 2. Diagrama ombrotérmico generado con los datos obtenidos de las estaciones climatológicas Citlaltépetl (1980-2016) y Presa El Moralillo (2001-2018)<sup>1</sup> para la Sierra de Otontepec (CONAGUA, 2010).

Existe una temporada de lluvias bien diferenciada que comienza en el mes de junio, tiene su punto máximo en septiembre y termina en octubre (Fig. 2), con una precipitación total anual promedio de 1,427 mm (CONAGUA, 2010). Los pobladores refieren que la colecta de hongos comienza en el día de San Juan Bautista (tradicionalmente 24 de junio) y termina en noviembre cuando termina la temporada de lluvias, lo que coincide con los registros climatológicos y con los requerimientos temporales para la fructificación de los macromicetos.

La recopilación del conocimiento tradicional micológico se llevó a cabo en 4 localidades ubicadas en la periferia de la Sierra de Otontepec y en las que se nos refirió habitan los recolectores de hongos; una en el municipio de Chontla y tres en el municipio de Tepetzintla;

<sup>1</sup> Localización de las estaciones climatológicas:  
 Citlaltépetl 21°19'45"N 97°52'39"O 223 m s.n.m.  
 Presa El Moralillo 21°11' 3"N 97°48'51"O 185 m s.n.m.

también una plaza o mercado ambulante que se encuentra los miércoles en la localidad de Tepetzintla, en el municipio de Tepetzintla. En esos municipios, el 33 % de la población está ocupada en alguna actividad económica, principalmente el comercio, trabajo en servicios diversos y en la actividad agropecuaria (CONABIO, 2012a), casi el total de la población se encuentra en algún nivel de pobreza (CONABIO, 2014f). Las localidades se encuentran en un alto grado de marginación (CONABIO, 2012b) y un grado de rezago social medio (CONABIO, 2014c), el nivel académico promedio es la educación básica no concluida (CONABIO, 2014b), no más de un cuarto de la población habla alguna lengua indígena (CONABIO, 2014g) y predomina la religión católica (CONABIO, 2014j). La información socio-económica detallada de cada comunidad se encuentra en el Cuadro 1.



*Cuadro 1. Componentes socioeconómicos de las localidades seleccionadas para la realización de encuestas en la Sierra de Otontepec. Fuente: CONABIO (2012b, 2012a, 2014g, 2014f, 2014i, 2014b, 2014c, 2014d, 2014a, 2014h, 2014j, 2014e)*

Entidad	Veracruz de Ignacio de la Llave				
Municipio	Chontla	Tepetzintla			
Población total	14784	15044			
Población en algún nivel de pobreza	99 %	97 %			
Población ocupada	33 %	33 %			
Población ocupada como comerciantes y trabajadores en servicios diversos	38 %	50 %			
Población ocupada en la actividad agropecuaria	42 %	29 %			
Población ocupada como profesionistas técnicos y administrativos	9 %	10 %			
Población ocupada en la industria	11 %	10 %			
Localidad	San Juan Otontepec	Copaltitla	Jilitla	San José	Tepetzintla
Tipo de localidad	Rural	Rural	Rural	Rural	Mixta rural
Total de hogares censales	259	143	28	39	1312
Población total	1173	586	119	161	5166
Población masculina	51 %	49 %	49 %	47 %	48 %
Población femenina	49 %	51 %	51 %	53 %	52 %
Población de 0 a 14 años	34 %	31 %	39 %	25 %	30 %
Población de 15 a 64 años	57 %	57 %	52 %	58 %	62 %
Población de más de 65 años	9 %	12 %	8 %	16 %	8 %
Población ocupada	29 %	34 %	33 %	37 %	38 %
Población ocupada masculina	95 %	88 %	90 %	88 %	68 %
Población ocupada femenina	5 %	12 %	10 %	12 %	32 %
Nivel académico promedio	Primaria inconclusa	Primaria inconclusa	Primaria inconclusa	Secundaria inconclusa	Secundaria inconclusa
Grado de rezago social	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo
Grado de marginación	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	25 %	13 %	9 %	7 %	7 %
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Población católica	91 %	93 %	100 %	99 %	87 %

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Reconocimiento de los hongos silvestres y micorrizógenos del área estudiada*

De junio de 2018 a diciembre de 2019 se realizaron recorridos por los encinares de la Sierra de Otontepec, acompañados de un guía que auxilió a encontrar los sitios con encinos (*Quercus spp.*) y donde crecieran hongos, con especial interés en los que son recolectados para consumo, uso, y los de especies que forman ectomicorrizas. Bajo las copas de los árboles de *Quercus* se recolectaron esporocarpos disponibles. En la recolecta se usó un cuchillo para facilitar la obtención de los cuerpos fructíferos completos del suelo, para luego envolverlos en papel encerado y depositarlos en un recipiente de plástico con tapa que evitara su maltrato durante el transporte al sitio en el que se procesó su registro.

Se realizó un registro fotográfico de las muestras, las imágenes debían representar claramente la forma del basidiocarpo, su color y tamaño (usando alguna referencia de escala) y el himenóforo.

La descripción de los caracteres morfológicos macroscópicos en fresco (tamaño, forma, tipo, textura, color y cambio de éste, olor, etc. del píleo, estípite e himenóforo) se hizo de acuerdo con Delgado *et al.* (2005) y Frutis y Huidobro (2013). También en fresco se realizaron pruebas macroquímicas con KOH y FeSO<sub>4</sub>, según Frutis y Huidobro (2013), aplicando una gota del reactivo sobre el himenóforo, la cutícula del píleo y del estípite, registrando los cambios de color que se presentaron. Al terminar la caracterización macroscópica y macroquímica, se secó el material para su conservación siguiendo el protocolo de Cifuentes *et al.* (1986).

La descripción morfológica de los caracteres microscópicos se hizo en el laboratorio con ayuda de un microscopio óptico a 100x con base en la técnica descrita en Largent *et al.* (1973), considerando las características de la pileipellis (tipo, forma y tamaño de los elementos terminales, forma y tamaño de las hifas de la trama, presencia o ausencia de fíbulas), del himenóforo (tipo de trama, forma de las hifas de la trama, presencia o ausencia de cistidios, forma y tamaño de los basidios y presencia o ausencia de fíbulas) y de las esporas (tamaño, forma, color, textura y grosor de la pared).

Para el tratamiento taxonómico del material consultamos los trabajos de Ainsworth *et al.* (1973) , Bessette *et al.* (1997), Coker y Couch (1969), Corner (1966), Hanssen y Knudsen (1982), Horak (2005), Largent (1973), Maas Geesteranus (1971, 1975), Moser (1983) y Pegler (1983), reconociendo los especímenes hasta género y en algunos casos hasta especie utilizando literatura especializada según el grupo taxonómico. La posición taxonómica y la validez de los nombres se verificó en el *Index fungorum* (Royal Botanic Gardens Kew, 2022).

Con el fin de conocer la(s) especie(s) de *Quercus* con las que se asocian los hongos, se colectaron los encinos que se desarrollaban en los sitios de muestreo, la recolecta y herborización se realizó según Wendt (1986) y Germán (1986), la determinación taxonómica se realizó en el Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos de la FES Iztacala con base en Romero Rangel (2006) y Romero Rangel *et al.* (2014, 2015).

### *Reconocimiento del saber tradicional sobre los hongos entre la comunidad nativa*

El muestreo se realizó a lo largo de 3 días de diciembre de 2019 y uno de marzo de 2020, en dos escenarios: en la plaza (mercado ambulante) de Tepetzintla y en 4 comunidades rurales (Copaltitla, Jilitla, San José y San Juan Otontepec) (Fig.1).

La unidad de estudio en la plaza fueron comerciantes que refirieron la venta de hongos, pues el periodo de encuesta no coincidió con la temporada de venta.

Como lo hicieron Burrola *et al.* (2012) basados en Aguilar *et al.* (2002) y Martínez-Carrera *et al.* (2002), en las comunidades, la unidad de estudio fue el sistema rural familiar (SRF), porque se considera al núcleo familiar como la unidad de desarrollo de actividades extra agrícolas, lo que permite la obtención de información generalizada sobre el recurso usado. La elección de cada SRF se hizo con el método bola de nieve (Bautista, 2019), tomando como informantes iniciales a una familia de Jilitla que había fungido como guía durante las recolectas en trabajos previos del laboratorio. Durante el tiempo de trabajo se logró agotar el número de informantes en cada sitio de trabajo.

Para el muestreo se realizaron encuestas personales con un apoyo visual (Russell, 1995) que consistía en el registro fotográfico realizado sobre los esporomas de los hongos recolectados.

Para reconocer aquellos hongos con una franca utilidad para los pobladores de la Sierra, Se construyó un Índice de Utilidad Comunitario (**IUC**) tomando en cuenta 4 variables cuya medición dependió de lo siguiente:

*1. Reconocimiento de las fructificaciones – El entrevistado reconoció y nombró la fructificación presentada en la fotografía.*

Si esta variable era positiva se asignaba un punto (+1) a la especie de hongo y se prosiguió con la siguiente variable.

Si esta variable fue negativa el hongo se descartó.

*2. Uso del hongo – El entrevistado reconoció un uso para el hongo.*

Si esta variable era positiva se sumó un punto (+1) al taxón y se prosiguió con la siguiente variable.

Si esta variable era negativa el hongo fue descartado.

*3. Transmisión del conocimiento en la comunidad – Algún miembro de la comunidad instruyó al entrevistado sobre el uso del hongo reconocido.*

Se preguntó al entrevistado quién le enseñó a usar el hongo y de dónde provenía esta persona.

Si el instructor era nativo/originario de la comunidad (Sierra de Otontepec) se sumó un punto (+1) a la especie.

Si el instructor era foráneo se descartó el hongo.

*4. Frecuencia de mención – Los datos enunciados por un encuestado fueron mencionados por más miembros de la comunidad.*

Nos permitió saber si el conocimiento es comunitario o personal.

Si el taxón era mencionado por al menos el 10% de los encuestados se sumó un punto (+1).

Si el taxón era mencionado por menos del 10% de los encuestados se restaron 3 puntos (-3).

En conjunto con las variables antes mencionadas y con el fin de conocer más sobre los hongos con probable potencial, también se cuestionó sobre el nombre con el que conocen al hongo, el sitio donde pueden encontrarlo, la forma en que se utiliza (preparación) y también si posee algún valor económico, en caso afirmativo respecto al valor económico se registró su valor mínimo y máximo y la unidad de medida bajo la cual se intercambia. El formato usado para las encuestas puede consultarse en el Apéndice 1.

Para el análisis de las encuestas se identificó a las personas encuestadas con un folio personal (F.P.) compuesto por una “P” y un número. Este se creó porque el folio original de las entrevistas resultaba insuficiente para identificar a las personas dentro de las encuestas contestadas colectivamente. La información recabada por cada persona (P.F.) puede consultarse en el Apéndice 2.

### *Selección de hongos útiles y con capacidad ectomicorrízica*

El grupo de hongos silvestres de interés para este trabajo debía conjuntar dos cosas:

1. La propiedad de formar asociaciones ectomicorrízicas, pues representarían una opción para el mejoramiento de *Quercus spp* en vivero, y
2. Tener alguna utilidad para las comunidades que subsisten de los recursos naturales de la Sierra, ya que representaría un elemento para generar algún grado de compromiso entre la comunidad y el proyecto.

Por ello, se construyó el Índice de Potencial del Recurso Fúngico para la Restauración (IPRF)

$$\mathbf{IPRF = PECM + IUC}$$

**Dónde:**

**PECM=Propiedad ectomicorrízica**

**IUC=Índice de Utilidad comunitaria**

Con el fin de fundamentar la variable **PECM** realizamos una búsqueda bibliográfica para indagar sobre los hábitos ecológicos de los hongos encontrados, de tal forma que:

-A un taxón reportado como micorrízico se le asignó un valor de 1 (+1)

-A un taxón sin reportes de asociación micorrízica se le asignó un valor de 0 (+0)

La variable **IUC** se cuantificó con la información recabada en las entrevistas, adquiriendo un valor máximo de 4 puntos con base en lo siguiente:

-Reconocimiento del hongo. (+1 o descarte)

-Uso del hongo (+1 o descarte)

-Transmisión del conocimiento en la comunidad (+1 o descarte)

-Frecuencia de mención (+1 o -3)

Por lo anterior:

**IPR = 5 → Taxón con potencial para la restauración.**

**IPR < 5 → Taxón sin potencial para la restauración.**

Bajo la aplicación de este índice no se busca minimizar la posible utilidad para la restauración de los hongos descartados, simplemente no representan un elemento con potencial para los objetivos de mejoramiento de plantas de *Quercus* y generación de compromiso con los pobladores de la Sierra. La restauración ecológica es un quehacer holístico donde cualquier elemento ecosistémico puede representar alguna utilidad. Para interpretar los taxones potenciales formadores de ectomicorrizas se consultaron los trabajos de Agerer (1987-2002, 1991), De Roman *et al.* (2005) y Trappe (1962); así como la base del System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae (www. <http://www.deemy.de/>).

### *Descripción taxonómica de los hongos seleccionados*

Se elaboraron fichas en las que se sistematizó la información obtenida sobre los hongos útiles, las cuales contienen:

- Datos taxonómicos: Se especificó la clase, el orden, la familia, el género y la especie.
- Morfología: Se describieron las características macroscópicas y microscópicas de los hongos, comparando con descripciones de otros autores.
- Uso en la Sierra de Otontepec: Se señalaron los nombres comunes, usos, formas de preparación, dinámicas económicas y observaciones que resultaron notables sobre los hongos, comparándolos con descripciones de otros autores.

## RESULTADOS

### *Especies de hongos en el encinar estudiado*

Se reconocieron 73 morfoespecies, pertenecientes a 32 géneros, 21 familias y 7 órdenes, de la clase Basidiomycota (Cuadro 2). Siete materiales fueron determinados solamente hasta familia. Las familias mejor representadas fueron Russulaceae (15), Boletaceae (10), Amanitaceae (7) y Cantharellaceae (6). Los géneros con mayor representación fueron *Russula* (11), *Amanita* (7), *Lactarius* (4) y *Cantharellus* (4).

Basados en la presencia de esporocarpos los taxones se encontraron asociados a 3 especies de *Quercus* que variaban según el tipo de vegetación y la elevación del sitio de colecta: en la vegetación secundaria de selva alta subperennifolia (420 – 440 m s.n.m.) y partes bajas de bosque de encino (500 – 550 m s.n.m.) se registró la presencia de *Quercus oleoides* (llamado encino negro por el guía); mientras que en las partes altas del bosque de encino (962 – 1,179 m s.n.m.) se encontró *Quercus germana* y *Q. xalapensis* (llamados encino roble por el guía).

Se encontraron asociadas a *Quercus oleoides* 33 especies de hongos, 23 de ellas exclusivas de este taxón. A *Quercus germana* y *Q. xalapensis* se registró la asociación de 50 especies, 40 exclusivas a los sitios en que se presentaron estos encinos. Diez especies de hongos se encontraron a la par en sitios que difieren en especies de *Quercus*. No obstante, la asociación entre simbiontes específicos se debe corroborar a través del análisis molecular.



Cuadro 2. Macromicetos colectados en la Sierra de Otontepec (2018-2019) y especies de *Quercus* presentes en los sitios de colecta.

Orden	Familia	Especie	<i>Quercus oleoides</i>	<i>Quercus germana</i> y <i>Q. xalapensis</i>
Agaricales	Agaricaceae	<i>Agaricus</i> sp. 1	x	
		<i>Agaricus</i> sp. 2		x
		<i>Lepiota</i> sp.		x
	Amanitaceae	<i>Amanita</i> aff. <i>bisporigera</i>	x	x
		<i>Amanita</i> aff. <i>citrina</i>		x
		<i>Amanita</i> aff. <i>rubescens</i>		x
		<i>Amanita</i> aff. <i>vaginata</i>	x	x
		<i>Amanita</i> sp. 1		x
		<i>Amanita</i> sp. 2	x	
		<i>Amanita</i> sp. 3	x	
	Clavariaceae	<i>Ramaria</i> sp. 1		x
		<i>Ramaria</i> sp. 2		x
		<i>Ramaria</i> sp. 3	x	
	Cortinariaceae	<i>Cortinarius iodes</i> Berk & M.A. Curtis		x
		<i>Cortinarius</i> sp. 1		x
		<i>Cortinarius</i> sp. 2		x
	Entolomataceae	<i>Entoloma</i> sp. 1	x	
		<i>Entoloma</i> sp. 2		x
	Hydnangiaceae	<i>Laccaria</i> sp. 1		x
		<i>Laccaria</i> sp. 2		x
	Hymenogastraceae	<i>Psilocybe</i> sp. 1		x
		<i>Psilocybe</i> sp. 2		x
		<i>Gymnopilus</i> sp. 1		x
		<i>Gymnopilus</i> sp. 2		x
	Inocybaceae	<i>Inocybe</i> sp. 1	x	x
		<i>Inocybe</i> sp. 2	x	
	Marasmiaceae	<i>Marasmius</i> sp.		x
Omphalotaceae	<i>Gymnopus</i> sp.		x	
Physalacriaceae	<i>Flammulina</i> sp.	x	x	
Tricholomataceae	<i>Tricholoma</i> sp.	x		
	Tricholomataceae no det.		x	
	<i>Clitocybe</i> sp.	x		
	<i>Neopaxillus</i> sp.	x		
	<i>Omphalina</i> sp.		x	
Boletales	Boletaceae	<i>Boletellus</i> sp	x	
		<i>Boletus</i> sp		x
		<i>Chalciporus</i> sp.		x
		<i>Phylloporus</i> sp		x
		<i>Tylopilus</i> sp. 1	x	
		<i>Tylopilus</i> sp. 2		x

Orden	Familia	Especie	<i>Quercus oleoides</i>	<i>Quercus germana</i> y <i>Q. xalapensis</i>
		Boletaceae no det. 1	x	
		Boletaceae no det. 2		x
		Boletaceae no det. 3		x
		Boletaceae no det. 4		x
	Gomphidiaceae	<i>Gomphidius</i> sp.	x	x
	Sclerodermataceae	<i>Scleroderma nitidum</i> Berk	x	x
		<i>Scleroderma</i> sp.	x	
		<i>Pisolithus</i> sp.	x	
Cantharellales	Cantharellaceae	<i>Cantharellus</i> aff. <i>ferruginascens</i>	x	x
		<i>Cantharellus parvoflavus</i>		x
		<i>Cantharellus veraecrucis</i>	x	x
		<i>Cantharellus</i> sp.	x	
		<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers		x
		<i>Craterellus</i> sp.	x	
Geastrales	Geastraceae	<i>Geastrum</i> sp.		x
Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Coltricia</i> sp.		x
Russulales	Russulaceae	<i>Lactarius</i> sp. 1	x	
		<i>Lactarius</i> sp. 2		x
		<i>Lactarius</i> sp. 3		x
		<i>Lactarius</i> sp. 4	x	
		<i>Russula</i> sp. 1		x
		<i>Russula</i> sp. 2	x	
		<i>Russula</i> sp. 3	x	x
		<i>Russula</i> sp. 4	x	
		<i>Russula</i> sp. 5		x
		<i>Russula</i> sp. 6	x	
		<i>Russula</i> sp. 7		x
		<i>Russula</i> sp. 8	x	x
		<i>Russula</i> sp. 9		x
		<i>Russula</i> sp. 10		x
		<i>Russula</i> sp. 11	x	
Thelephorales	Thelephoraceae	<i>Thelephora</i> sp. 1	x	
		<i>Thelephora</i> sp. 2		x

### *Conocimiento micológico tradicional por la comunidad*

Se aplicaron 35 encuestas a 40 personas conocedoras de los hongos de la Sierra de Otontepec (3 de las encuestas fueron contestadas colaborativamente por más de una persona de la misma familia), 17 en Copaltitla, 7 en San Juan Otontepec, 6 en Jilitla, 5 en San José, 2 en Tepetzintla y 3 en la plaza de Tepetzintla. El 62.5% (25) de los encuestados fueron hombres y el 37.5% (15) mujeres. La mayoría de los encuestados se dedicaba a la recolección y venta de productos de la Sierra y a las jornadas de desmonte para la ganadería (55%), también se encuestaron amas de casa (17.5%), vendedores de la plaza (12.5%), docentes (5%), agricultores (5%), estudiantes (2.5%) y gente dedicada a otras actividades no especificadas (2.5%). Todos los encuestados resultaron ser nativos y residentes de la Sierra de Otontepec (uno de ellos refirió haber nacido y sido criado en Tampico, aunque toda su familia era originaria de Copaltitla (Tepetzintla) y actualmente reside ahí).

De los hongos presentados: 19 especies fueron reconocidas y nombradas por al menos un encuestado (+1), de ellas 12 tuvieron un uso mencionado por al menos un encuestado (+1), el conocimiento de 6 fue transmitido por otros miembros de la comunidad (+1), y solamente la información de uno de ellos fue congruente entre más del 10% de los entrevistados (+1), otorgándole el valor máximo del IUC (+4) y el requerido para ser considerado como un hongo con utilidad para las comunidades humanas en la Sierra de Otontepec: *Cantharellus veraecrucis* llamado amarillos, hongo amarillo u hongo de encino (Apéndice 2).

*Cantharellus veraecrucis* fue reconocido por 36 encuestados al que refirieron como comestible y comerciable. Dos personas (P02, P11) le reconocieron como medicinal y refirieron ese conocimiento a un libro, aunque dicho texto no pudo ser rastreado. Cuatro habitantes (P06, P08, P09 y P33) reconocieron dos tipos de hongo de encino, uno con cuerpo robusto y oloroso relacionado al encino negro (*Q. oleoides*) y encino blanco<sup>2</sup>; y otro con el “popote” (estípite) más delgado, menos oloroso y más sabroso (también reconocido como

---

<sup>2</sup> Etnotaxón del cual no tenemos registro ni verificación taxonómica. Además, no se encontró citado en la recopilación de nombres vulgares por Martínez (1979), quien no mencionó encinos de la región de la Sierra de Otontepec.

“el de arriba”, haciendo referencia a elevaciones mayores), relacionado con el encino roble (*Q. germana* y *Q. xalapensis*) y encino rojo<sup>3</sup>.

Seis de las especies estudiadas (*Agaricus* sp.1, *Amanita* aff. *bisporigera*, *Amanita* aff. *citrina*, *Amanita* aff. *rubescens*, *Boletus* sp., y *Lepiota* sp.) fueron referidas como “Hongo de la Sierra” y reconocidas como comestibles por P35, quien con el mismo nombre y uso mencionó a *Cantharellus veraecrucis*, aunque consideramos que se trata de un nombre de amplio uso o generalizado porque agrupa especies variadas que incluye tóxicas.

Una situación similar ocurrió con *Lactarius* sp. 4 (P14), *Cortinarius* sp. 1 (P22, P32, P33) y *Cantharellus parvoflavus* (P39), pues fueron reconocidos con nombres certeramente atribuidos a *Cantharellus veraecrucis* (Amarillos, Hongo amarillo, Hongo de árbol de encino), P22 incluso mencionó que *Cortinarius* sp.1 era el mismo organismo presentado en las fotos de *C. veraecrucis*. Suponemos que la confusión se debió a que estos hongos tienen formas y colores similares a las de *C. veraecrucis*, fácilmente confundibles en una fotografía rápidamente observada.

*Lactarius* sp.3 (P06) fue nombrado como “Champiñón”, aunque el entrevistado reconoció que aprendió sobre estos al comprarlos en la tienda y que el hongo presentado en la foto no era un champiñón (en México, nombre común asociado a *Agaricus bisporus*).

*Cantharellus parvoflavus* fue nombrado como “hongo malo” y se le reconoció como tóxico por P11, quien mencionó que lo aprendió de sus padres, sin embargo, nadie más corroboró esta información. Esta situación ocurrió con la mayoría de los hongos presentados, mucha gente decía que, cuando suben a la Sierra, ven todos los hongos presentados en las fotos, pero que no los recogen porque son venenosos, que nadie les ha enseñado sobre ellos y mejor los dejan. Al preguntar si conocen algún hongo siempre mencionan “Solo el de encino”.

*Psilocybe* sp.1 (P18) fue nombrado con un nombre inteligible y sin un uso reconocido.

*Inocybe* sp. 2 y *Cantharellus* aff. *ferruginascens* fueron nombrados como “hongo blanco” por la misma persona (P39) aunque no se les reconoció ningún uso. También mencionó que

---

<sup>3</sup> Etnotaxón del cual no tenemos registro ni verificación taxonómica. Además, no se encontró citado en la recopilación de nombres vulgares por Martínez (1979), quien no mencionó encinos de la región de la Sierra de Otontepec.

*Cantharellus* sp. es parecido al “Hongo morado”, posiblemente *C. violaceovinosus* que crece también en encinares de la región de Huatusco, Veracruz.

*Agaricus* sp.1 y *Agaricus* sp. 2 fueron nombrados como “hongo” por dos personas, sin embargo, no se les reconoció un uso. A *Agaricus* sp. 2. también se le reconoció una vez como “Hongo de burro” y se refirió su crecimiento sobre heces de burro; no registramos este taxón sobre este sustrato, sin embargo, sí observamos la presencia de hongos coprófilos en la zona de los potreros y en zonas habitacionales, aunque ninguno presentaba características de hongos del género *Agaricus*.

Una persona de Jilitla nombró a *Thelephora* sp. 1 y *Thelephora* sp. 2 como “Escobeta de guajolote” con uso medicinal al prepararse en infusión (ayuda a combatir el dolor de corazón), sin embargo, esta información no se repitió más, por lo que el hongo fue descartado.

Al momento de terminar las encuestas algunas personas mencionaron que entre las fotografías no se encontraba el “chiquinte”, lo que abrió una conversación sobre ellos. Con base en lo anterior se registró la presencia de al menos 4 etnotaxones comestibles más que crecen “sobre los palos podridos” y que pudimos recolectar al referírseles al guía: El chiquinte blanco / Chiquinte de Jonote (*Pleurotus* sp.), el Chiquinte negro / Chiquinte de Chaca (*Schizophyllum commune*), la Oreja de ratón / Oreja de chango (*Auricularia* sp.) y la Molleja de paloma /Pecho de paloma (*Phillipsia* sp.) (Fig. 3) todos reportados como comestibles y saprobios (Garibay-Orijel & Ruan-Soto, 2014). Al ser hongos destructores de la madera (no crecen sobre el suelo) estos organismos no están contemplados por nuestro estudio, sin embargo, consideramos importante mencionarlos porque son reflejo del conocimiento tradicional micológico de esta comunidad. Al preguntar a la gente sobre las posibilidades de venta de estos hongos mencionaron que generalmente no se venden porque no crecen tan abundantemente como los hongos amarillos u hongos de encino (*Cantharellus veraecrucis*), pero que hay veces que algunas personas los llevan a la plaza, aunque son más baratos.

P09 reconoció a -Boletaceae no determinado 3- como “Chiquinte”, sin embargo, al ser un nombre que se atribuye a taxones destructores de la madera, y al no repetirse, lo consideramos una confusión.

También durante las jornadas de colecta el guía señaló el uso cosmético de *Pycnoporus sanguineus* (también destructor de la madera), indicando que al frotarlo sobre la piel éste pintaba las manchas blancas que alguien pudiese tener, aunque esto no se ha corroborado con más habitantes de la zona.

Notamos que, aunque la gente sabe que estos últimos organismos son hongos, no les reconocen con este nombre, éste parece ser un calificativo restringido al Hongo de encino y similares (hongos pileado-estipitados en general), sin embargo, no contamos con información suficiente para realizar un análisis al respecto, recomendamos la realización de un estudio etnomicológico en la zona.

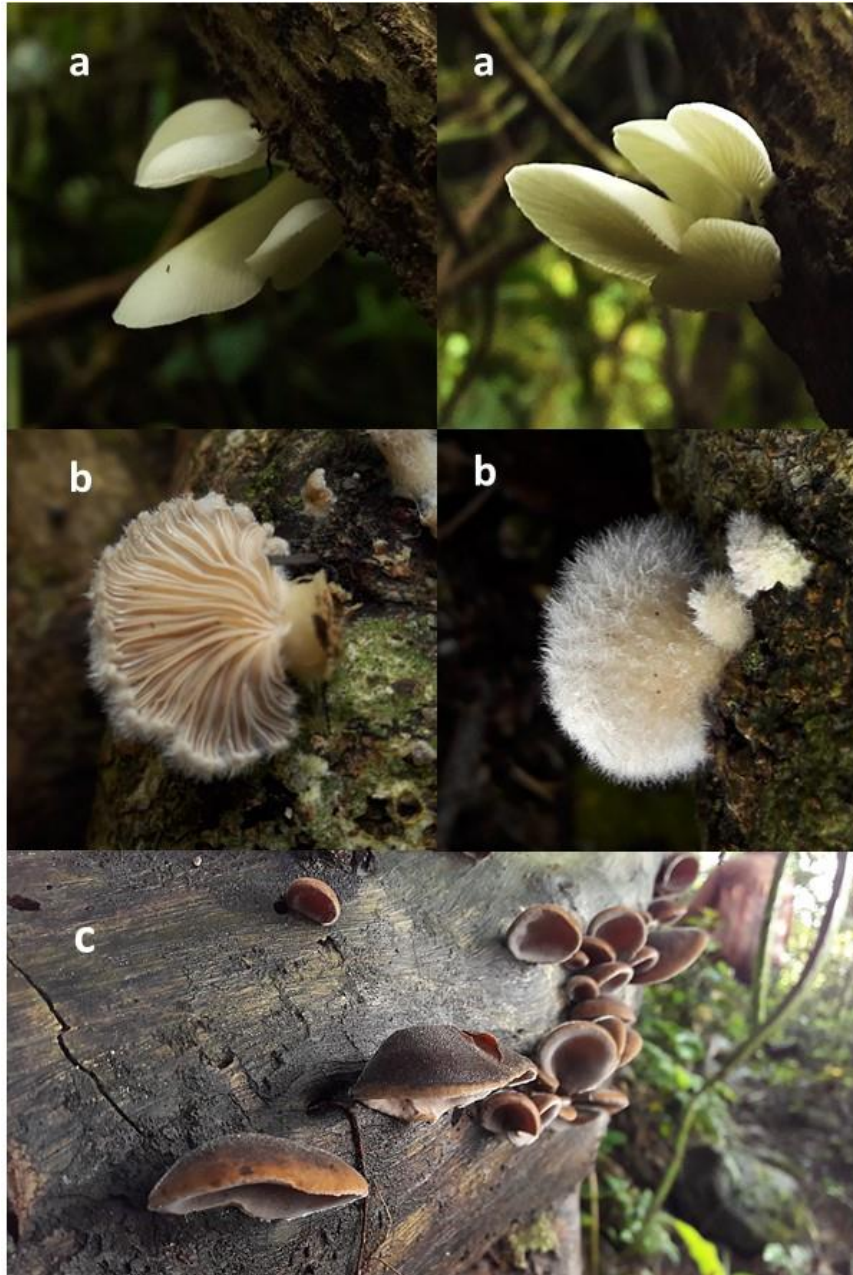


Figura 3. Hongos comestibles no contemplados por nuestro estudio por ser destructores de la madera. **a.** chiquinte blanco / chiquinte de jonote (*Pleurotus* sp.) **b.** chinquinte negro / chiquinte de chaca (*Schizophyllum* sp.) **c.** Oreja de ratón / oreja de chango (*Auricularia* sp.).

### *Hongos útiles y con capacidad ectomicorrízica*

Veinte de los géneros encontrados han sido reportados como formadores de micorrizas (Cuadro 3), lo que le otorgó un punto (+1) en el rubro PECM a 52 morfoespecies pertenecientes a *Amanita*, *Ramaria*, *Cortinarius*, *Laccaria*, *Inocybe*, *Tricholoma*, *Boletellus*, *Boletus*, *Chalciporus*, *Phyloporus*, *Tylopilus*, *Gomphidius*, *Scleroderma*, *Pisolithus*, *Cantharellus*, *Craterellus*, *Coltricia*, *Lactarius*, *Russula* y *Thelepora*.

El hongo amarillo u hongo de encino, *Cantharellus veraecrucis*, fue el único taxón considerado con utilidad comunitaria por el IUC, otorgándole 4 puntos (+4).

Al sumar los dos rubros ( $1+4 = 5$ ), *Cantharellus veraecrucis* resalta como el único hongo con potencial para la restauración de los encinares en la Sierra de Otontepec según el IPR.

Durante este trabajo notamos la gran importancia de este hongo para los habitantes de comunidades humanas de la Sierra de Otontepec por su comestibilidad y valor comercial. Tomando en cuenta que varias especies de *Cantharellus* son comestibles (Pilz *et al.*, 2003) y que es un género con especies micorrizógenas (Danell, 1999) con asociaciones reconocidas a *Quercus* (Deepika *et al.*, 2013; Olariaga *et al.*, 2017), decidimos profundizar las observaciones sobre éstos en este trabajo, pues de confirmarse más especies comestibles, podría representar un grupo con gran potencial para la restauración de los encinares de la Sierra de Otontepec; es por ello que se presentan las descripciones taxonómicas de las 4 especies encontradas.



Cuadro 3. Hábitos ecológicos de los hongos encontrados en el suelo de los encinares de la Sierra de Otontepec (2018-2019).

Familia	Especie	Hábitos ecológicos del género
Agaricaceae	<i>Agaricus</i> sp. 1	Saprótrofo <sup>3</sup>
	<i>Agaricus</i> sp. 2	
	<i>Lepiota</i> sp.	
Amanitaceae	<i>Amanita</i> aff. <i>bisporigera</i>	Amanitaceae es una de las familias con mayor diversidad de especies ectomicorrizógenas <sup>12</sup> . Las especies de <i>Amanita</i> son ectomicorrizógenas con asociación confirmada a árboles de <i>Quercus</i> <sup>3,24</sup>
	<i>Amanita</i> aff. <i>citrina</i>	
	<i>Amanita</i> aff. <i>rubescens</i>	
	<i>Amanita</i> aff. <i>vaginata</i>	
	<i>Amanita</i> sp. 1	
	<i>Amanita</i> sp. 2	
Clavariaceae	<i>Ramaria</i> sp. 1	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>20</sup>
	<i>Ramaria</i> sp. 2	
	<i>Ramaria</i> sp. 3	
Cortinariaceae	<i>Cortinarius iodes</i>	Cortinariaceae es una de las familias con mayor diversidad de especies ectomicorrizógenas <sup>12</sup> . Las especies de <i>Cortinarius</i> son ectomicorrizógenas con asociación confirmada a árboles de <i>Quercus</i> <sup>8</sup>
	<i>Cortinarius</i> sp. 1	
	<i>Cortinarius</i> sp. 2	
Entolomataceae	<i>Entoloma</i> sp. 1	Micorrízico facultativo <sup>3</sup>
	<i>Entoloma</i> sp. 2	
Hydnangiaceae	<i>Laccaria</i> sp. 1	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>13</sup>
	<i>Laccaria</i> sp. 2	
Hymenogastraceae	<i>Psilocybe</i> sp. 1	Saprótrofo <sup>3</sup>
	<i>Psilocybe</i> sp. 2	
	<i>Gymnopilus</i> sp. 1	Saprótrofo <sup>3</sup>
	<i>Gymnopilus</i> sp. 2	
Inocybaceae	<i>Inocybe</i> sp. 1	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>8,20</sup>
	<i>Inocybe</i> sp. 2	
Marasmiaceae	<i>Marasmius</i> sp.	Saprótrofo <sup>3</sup>
Omphalotaceae	<i>Gymnopus</i> sp.	Saprótrofo <sup>3</sup>
Physalacriaceae	<i>Flammulina</i> sp.	Saprótrofo <sup>3</sup>
Tricholomataceae	<i>Tricholoma</i> sp.	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>3,20</sup>
	Tricholomataceae no det.	Género y especie no identificados. Aunque Tricholomataceae agrupa una importante diversidad de ectomicorrizógenos también la hay de saprótrofos <sup>3,12</sup>
	<i>Clitocybe</i> sp.	Saprótrofo <sup>3</sup>
	<i>Neopaxillus</i> sp.	Sin certeza, aunque más probablemente saprótrofo <sup>23</sup>
	<i>Omphalina</i> sp.	Saprótrofo <sup>3</sup>

Familia	Especie	Hábitos ecológicos del género	
Boletaceae	<i>Boletellus</i> sp	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>2</sup>	
	<i>Boletus</i> sp	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>1</sup>	
	<i>Chalciporus</i> sp.	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>20</sup>	
	<i>Phylloporus</i> sp	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>16</sup>	
	<i>Tylopilus</i> sp. 1	Ectomicorrizógeno, se ha encontrado asociado a árboles de <i>Quercus</i> <sup>17</sup>	
	<i>Tylopilus</i> sp. 2		
	Boletaceae no det. 1 Boletaceae no det. 2 Boletaceae no det. 3 Boletaceae no det. 4	Género y especie no identificados, sin embargo, Boletaceae es una de las familias con mayor diversidad de especies ectomicorrizógenas <sup>3, 12</sup>	
Gomphidiaceae	<i>Gomphidius</i> sp.	Ectomicorrizógeno, no se le reconoce asociación con <i>Quercus</i> <sup>15, 18, 22</sup>	
Sclerodermataceae	<i>Scleroderma nitidum</i> <i>Scleroderma</i> sp.	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>9, 11</sup>	
	<i>Pisolithus</i> sp.	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>4</sup>	
	Cantharellaceae	<i>Cantharellus</i> aff. <i>ferruginascens</i> <i>Cantharellus parvoflavus</i> <i>Cantharellus veraecrucis</i> <i>Cantharellus</i> sp.	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>6, 7, 19</sup>
<i>Craterellus cornucopioides</i> <i>Craterellus</i> sp.		Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>14</sup>	
Geastraceae		<i>Geastrum</i> sp.	Se le reconoce como saprótrofo <sup>21</sup>
Hymenochaetaceae		<i>Coltricia</i> sp.	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>8</sup>
Russulaceae		<i>Lactarius</i> sp. 1 <i>Lactarius</i> sp. 2 <i>Lactarius</i> sp. 3 <i>Lactarius</i> sp. 4 <i>Russula</i> sp. 1 <i>Russula</i> sp. 2 <i>Russula</i> sp. 3 <i>Russula</i> sp. 4 <i>Russula</i> sp. 5 <i>Russula</i> sp. 6 <i>Russula</i> sp. 7 <i>Russula</i> sp. 8 <i>Russula</i> sp. 9 <i>Russula</i> sp. 10 <i>Russula</i> sp. 11	Russulaceae es de las familias más diversas en especies de hongos ectomicorrizógenos en bosques de Pinaceae, Betulaceae y Fagaceae; tanto <i>Russula</i> como <i>Lactarius</i> tienen asociaciones micorrizógenas confirmadas con <i>Quercus</i> <sup>3, 8, 10, 20</sup>

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Hábitos ecológicos del género</b>
Thelephoraceae	<i>Thelephora</i> sp. 1 <i>Thelephora</i> sp. 2	Ectomicorrizógeno, asociación confirmada con árboles de <i>Quercus</i> <sup>5, 8, 20</sup>

<sup>1</sup> Águeda *et al.* (2008), <sup>2</sup> Ayala-Vázquez *et al.* (2018), <sup>3</sup> Cepero de García *et al.* (2012), <sup>4</sup> Chambers & Cairney (1999); <sup>5</sup> Colpaert (1999), <sup>6</sup> Danell (1999), <sup>7</sup> Deepika *et al.* (2013), <sup>8</sup> Desai *et al.* (2016), <sup>9</sup> Guzmán *et al.* (2013), <sup>10</sup> Hutchison (1999); <sup>11</sup> Jeffries (1999), <sup>12</sup> Kong (2003), <sup>13</sup> Kropp & Mueller (1999), <sup>14</sup> Matheny *et al.* (2010), <sup>15</sup> Miller *et al.* (2002), <sup>16</sup> Montoya *et al.* (2019); <sup>17</sup> Montoya *et al.*, (2022); <sup>18</sup> Murril (1922); <sup>19</sup> Olariaga *et al.* (2017); <sup>20</sup> Ortega *et al.* (2010); <sup>21</sup> Pérez-Silva *et al.* (1999); <sup>22</sup> Qi *et al.* (2017), <sup>23</sup> Watling & Aime (2013), <sup>24</sup> Yang *et al.* (1999)

## *Descripciones taxonómicas de los hongos seleccionados*

### *Cantharellus aff. feruginascens*

Figuras 4 y 5.

**Píleo** de 30 – 60 mm de diám., convexo depresso o cortamente infundibuliforme, blanco grisáceo o gris claro, superficie glabra, húmeda o seca, margen arqueado con borde entero a ligeramente crenulado. **Himenóforo** subdecurrente, formado por venas delgadas poco profundas que se ramifican hasta 5 veces y se interconectan, de color amarillo a más o menos amarillo huevo, a veces en tonos más pálidos. **Estípite** de 25 – 60 x 0.4 -27 mm, central, cilíndrico o claviforme, beige o blanco grisáceo, carnosos fibrosos, flexibles, de superficie lisa y glabra. **Contexto** confluyente, blanco, sólido, carnosos, de olor y sabor fúngicos no característicos.

**Basidiosporas** 7–10 (–11) x 4.5–6 (–7)  $\mu\text{m}$   $\bar{X}$ = 8.6–9 x 5.2–5.4  $\mu\text{m}$ ,  $Q_m$ = 1.6–1.7  $\mu\text{m}$ , elipsoides, lisas, con pared delgada o a veces algo engrosada hacia el apículo (< 0.5  $\mu\text{m}$ ), hialinas, con contenidos refractivos, inamiloides. **Basidios** 53.0 – 66.6 x 4.1 – 9.3  $\mu\text{m}$ , cilíndricos a claviformes, con 3, 4, y 5 esterigmas, pared delgada, hialinos, fibulados. **Cistidios**. Ausentes. **Pileipellis** en cutis, compuesto por hifas cilíndricas de 5.0 – 8.0  $\mu\text{m}$  de diám., en acomodo compacto y entrelazadas, hialinas, de color amarillo en conjunto; elementos terminales de 41.0 – 82.0 x 5.5 – 14.0  $\mu\text{m}$ , cilíndricos a subcilíndricos, rectos a moderadamente curvos, lisos, hialinos, inamiloides, con pared delgada, fibulados. **Trama himenoforal** compuesta por hifas de 4.0 – 6.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, cilíndricas, con paredes delgadas, con contenidos refractivos. Fíbulas presentes en todos los tejidos.

**Reacciones macroquímicas.** El himenóforo se mancha de color pardo rojizo al contacto con  $\text{FeSO}_4$ .

**Hábitat.** Terrícola, cespitoso en bosques de encino con presencia de *Quercus oleoides*, *Q. germana* y *Q. xalapensis*.

**Especímenes examinados.** MÉXICO. Veracruz, Municipio de Chontla, Paso Tecanoa (21°14'18.27" N; 97°52'18.13" O) bajo *Quercus oleoides*, 485 m s.n.m., 24 nov 2018, González, 109; 17 nov 2019, González 252.

Usos en la Sierra de Otontepec. Sin usos registrados.

Caracteres que lo distinguen de otras especies de *Cantharellus* presentes en la zona. El color gris de su sombrero y el contrastante color amarillo de su himenóforo.

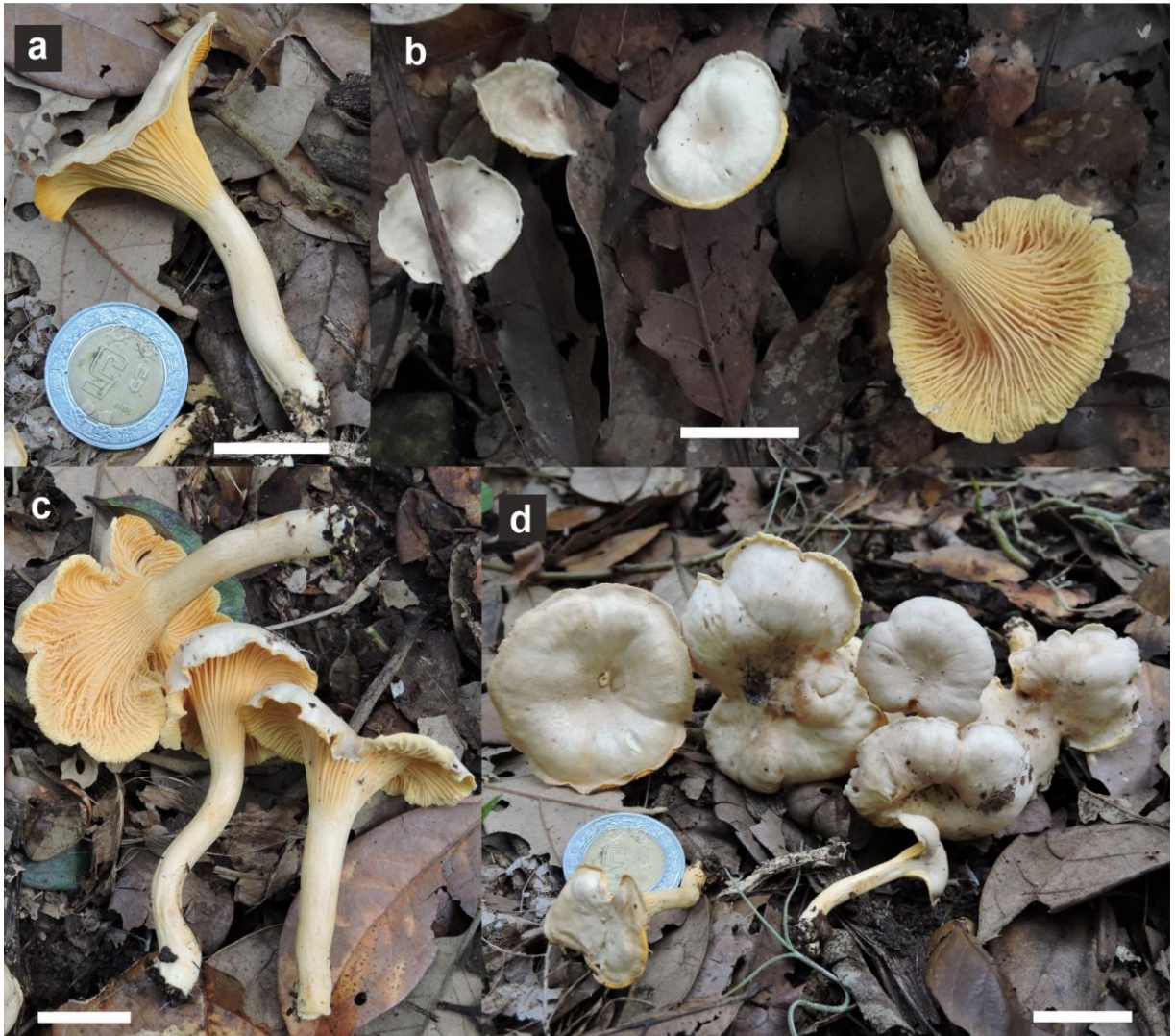
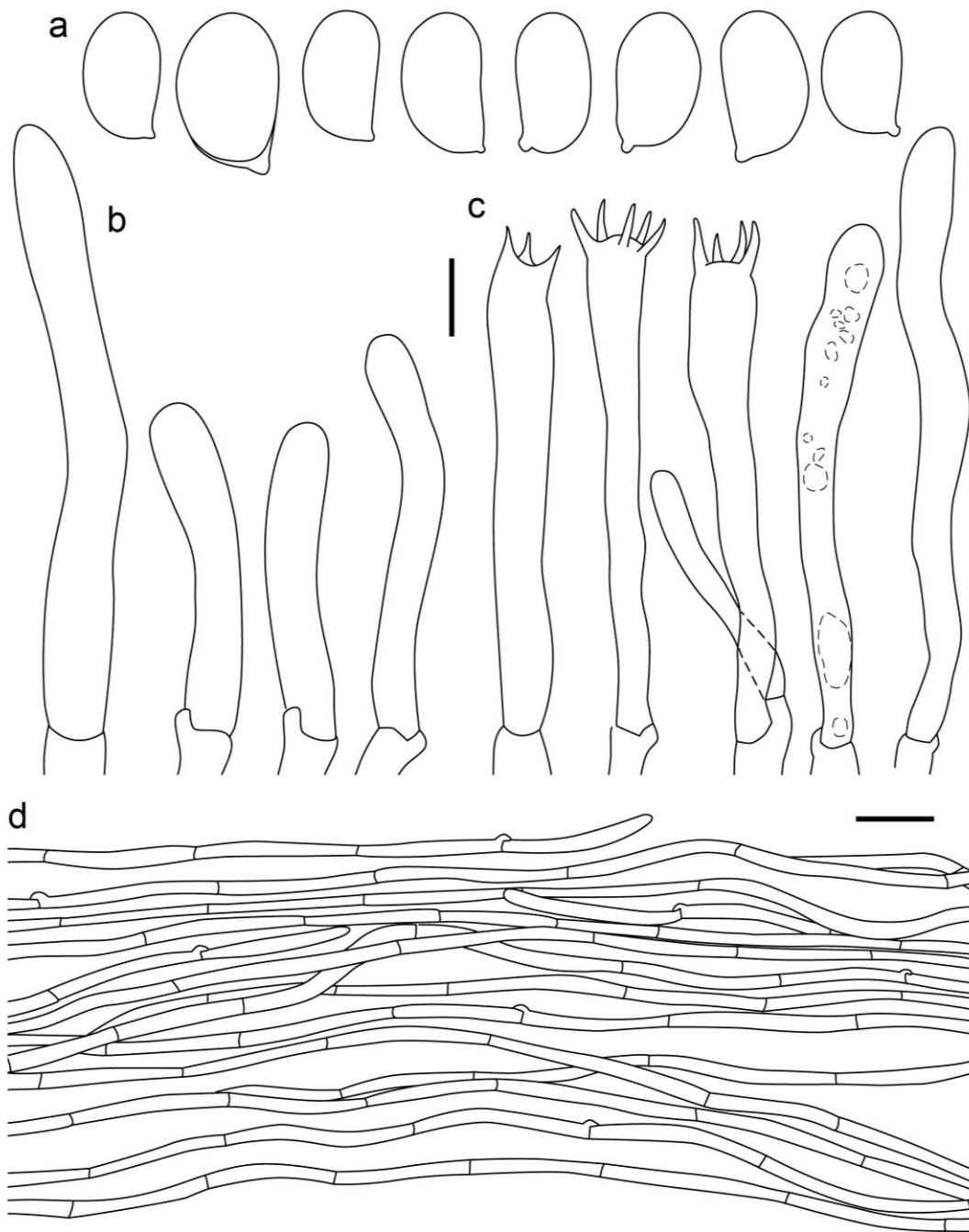


Figura 4. Basidiomas de *Cantharellus aff. ferruginascens*. Barra de escala: 20 mm.



*Figura 5. Cantharellus aff. ferruginascens. a.* basidiosporas *b.* elementos terminales del pileipellis *c.* basidios y basidiolos *d.* sección radial del pileipellis. Barra de escala: 5  $\mu\text{m}$  (*a*); 10  $\mu\text{m}$  (*b, c*); 25  $\mu\text{m}$  (*d*)

### ***Cantharellus parvoflavus***

Figuras 6 y 7.

**Píleo** de 15 mm de diám., convexo o convexo depresso, de color amarillo pálido, superficie glabra, de textura ligeramente rugulosa o lisa, sin grado de humedad. **Himenóforo** compuesto por venas delgadas pero profundas, subdecurrentes, de color amarillo pálido. **Estípite** de 30 x 2 mm, concoloro con el sombrero, central, sólido, firme, de superficie glabra, con o sin micelio basal de color blanco. **Contexto** de color amarillo pálido más claro que el sombrero, firme, con olor fúngico.

**Basidiosporas** 7.5 – 9.5 x 4.5 – 6.0  $\mu\text{m}$ ,  $\bar{X}$ = 8.7 x 5.2  $\mu\text{m}$ , Q 1.7, elipsoides a ligeramente phaseoliformes, lisas, con pared delgada, hialinas, con contenidos refractivos, inamiloides. **Basidios** 44.6 – 45.1 x 7.8 -9.5  $\mu\text{m}$ , claviformes, con 4 esterigmas, hialinos. **Cistidios**. Ausentes. Las condiciones del material no permitieron la observación del contexto, pileipellis y trama himenoforal.

**Hábitat.** Terrícola, cespitoso en bosques de encino asociado a *Quercus germana* y *Q. xalapensis*.

**Especímenes examinados.** MÉXICO. Veracruz, Municipio de Tancoco El Hongalito (21°15'15.79"N; 97°51'52.16"O) bajo *Quercus germana* y *Q. xalapensis*, 960 m s.n.m., 21 jun 2018, González 2

**Usos en la Sierra de Otontepec.** Sin usos registrados en la Sierra de Otontepec

**Caracteres que lo distinguen de otras especies de *Cantharellus* presentes en la zona.** Su reducido tamaño, además de presentar el mismo color amarillo en todas sus partes.

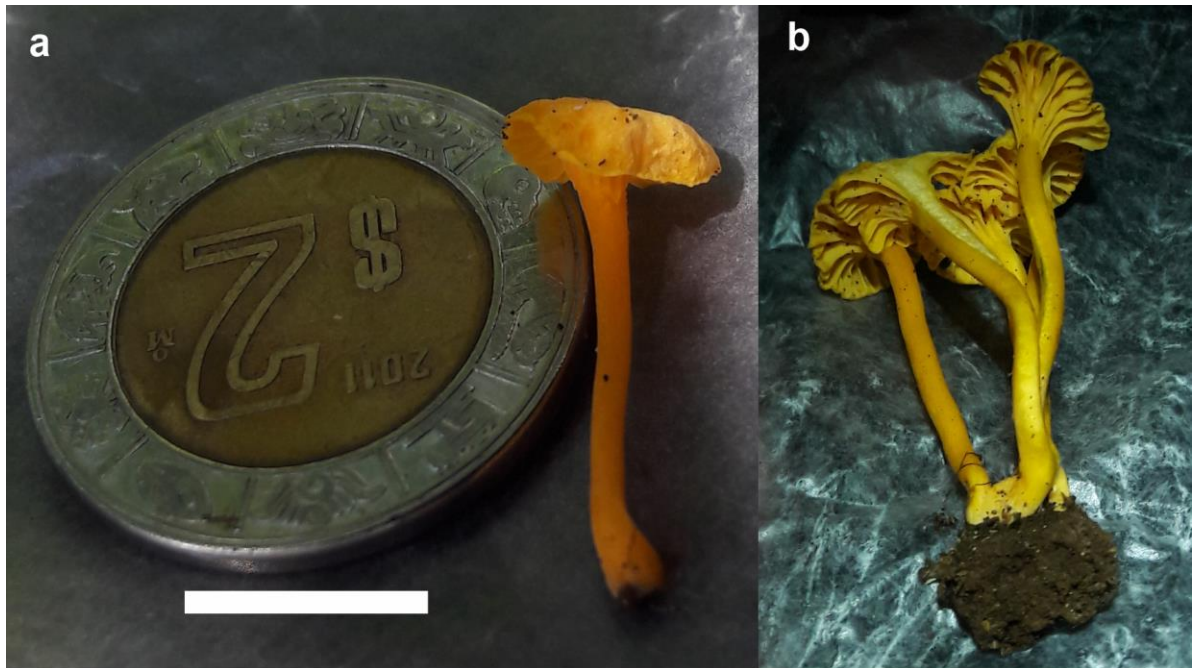


Figura 6. Basidiomas de *Cantharellus parvoflavus*. Barra de escala: 10 mm.

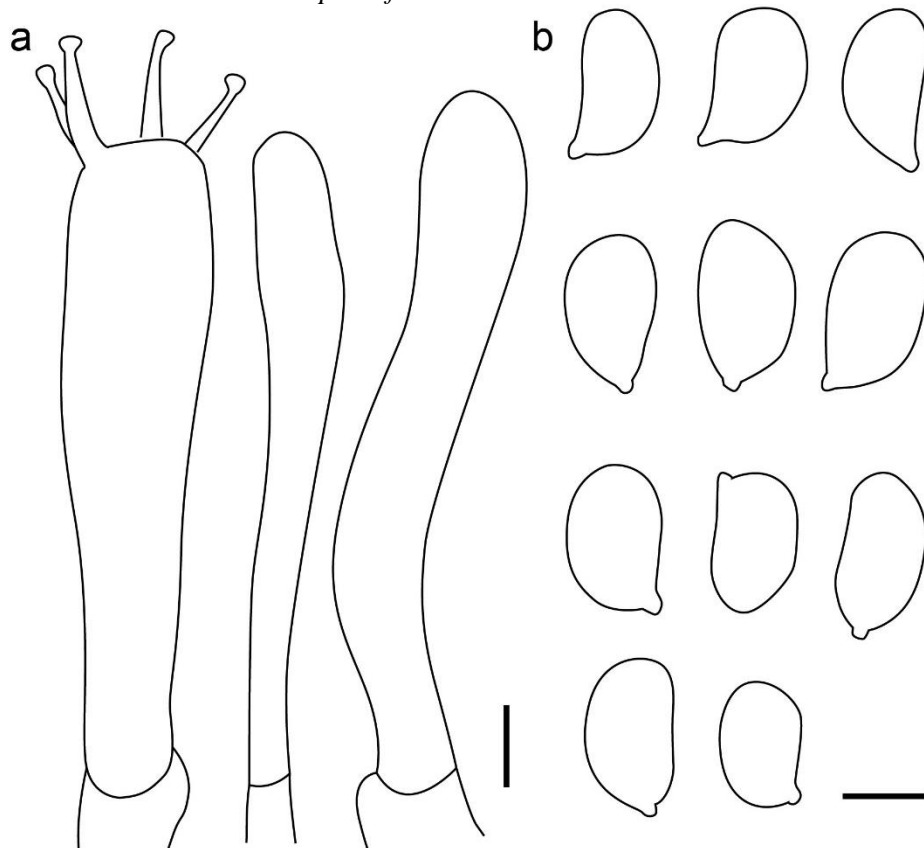


Figura 7. *Cantharellus parvoflavus* **a.** basidios y basidiolos **b.** esporas. Barra de escala: 5  $\mu\text{m}$  (**b**); 10  $\mu\text{m}$  (**a**).



### *Cantharellus veraecrucis*

Figuras 8 a 10.

**Píleo** de 36 – 77 mm de diám., convexo cuando joven y depresso o convexo-depresso en la madurez, de color amarillo que van desde tonos intensos como yema de huevo (incluso colores anaranjados, generalmente hacia el centro del píleo) hasta amarillo pálido, superficie húmeda, rara vez seca, mayormente glabra aunque en algunos especímenes parecen presentarse escamillas al centro (observables bajo la lupa), margen arqueado, a veces recto e incluso levantado, entero, a veces ondulado, desgarrado cuando el grado de humedad es bajo. **Himenóforo** subdecurrente, liso la mayor parte de las veces, a veces arrugado en venas pobremente marcadas, amarillos-anaranjado muy pálido que llegan incluso al beige. **Estípite** de 29 – 55 x 5 – 22 mm, central o excéntrico, cilíndrico, a veces aplanado al centro o a lo largo, concoloro con el sombrero, aunque tendiendo más a los tonos pálidos, de consistencia carnosos-fibrosa, sólido, superficie lisa y glabra. **Contexto** confluyente, de color blanco amarillento, de amarillos más intensos hacia el centro del píleo y base del estípite, sólido, carnosos, sin sabor u olor característico, aunque algunos especímenes desprenden un ligero olor a durazno.

**Basidiosporas** 7– 10 x 4.5–6.5 (–7.5)  $\mu\text{m}$   $\bar{X}$ = 8–8.8 x 5.1–6  $\mu\text{m}$ ,  $Q_m$ = 1.4–1.6  $\mu\text{m}$ , elipsoides, lisas, con pared delgada, hialinas, con contenidos refractivos, inamiloides.

**Basidios** 83.0 x 7.0  $\mu\text{m}$ , claviformes, con 2 esterigmas, pared delgada, hialinos. **Cistidios**. Ausentes. **Pileipellis** en cutis, compuesta por hifas cilíndricas de 4.5 – 15.0  $\mu\text{m}$  de diám., en acomodo compacto y entrelazado, hialinas, de color amarillo en conjunto, algunas con contenidos refractivos débiles; elementos terminales de 3.0 – 10.0  $\mu\text{m}$ , cilíndricos, subcilíndricos o ligeramente claviformes, rectos a moderadamente curvos, lisos, algunos tortuosos, hialinos, inamiloides, con pared delgada a algo engrosada (hasta 1  $\mu\text{m}$  de grosor).

**Trama himenoforal** compuesta por hifas de 4.5 – 5.5  $\mu\text{m}$  de diám., con pared delgada o a veces engrosada (<1  $\mu\text{m}$ ), con contenidos refractivos. Fíbulas presentes en todos los tejidos.

**Reacciones macroquímicas.** El himenóforo vira a gris al contacto con  $\text{FeSO}_4$ .

**Hábitat.** Terrícola, disperso a solitario en vegetación secundaria de selva alta perennifolia con presencia de *Quercus oleoides* y en bosques de encino con presencia de *Q. oleoides*, *Q. germana* y *Q. xalapensis*.

**Especímenes examinados.** MÉXICO. Veracruz, Municipio de Tancoco, El Hongalito (21°15'15.79"N; 97°51'52.16"O) bajo *Quercus germana* y *Q. xalapensis*, 960 m s.n.m., 7 sep. 2019, González, 68. Municipio de Chontla, Paso Tecanoa (21°14'18.27"N; 97°52'18.13"O) bajo *Q. oleoides*, 485 m s.n.m., 24 nov 2018, González 110; 17 nov 2019, González 251. Municipio de Tancoco, La Rinconada (21°15'20.92"N 97°51'35.40"O) bajo *Q. germana* y *Q. xalapensis*, 1219 m s.n.m., 8 dic 2019, González 271.

**Usos en la Sierra de Otontepec.** Tiene importancia alimenticia y económica.

Es ampliamente conocido y recolectado por los habitantes de la Sierra de Otontepec (Fig. 10 a). Los especímenes examinados se recolectaron en los puntos Paso Tecanoa, El Hongalito y La Rinconada (Fig. 1), sin embargo, varias de las personas encuestadas refirieron que crece en muchas más zonas de la Sierra e incluso reconocieron temporalidades, diciendo que el hongo abunda en las partes altas de la Sierra cuando empiezan las lluvias y en las partes bajas cuando la temporada ha avanzado. Le reconocen con los nombres Hongo de encino, Hongo, Hongo amarillo, Flor de la Sierra, Hongo de la Sierra, Xochilnanacatl (del náhuatl *Xóchitl-flor* y *nanacátl*-carne, según los habitantes), El Hongo, Hongo de palo de encino y Hongo amarillo de encino (Anexo 2). El nombre más mencionado (Hongo de Encino) hace clara alusión a la relación que guarda con los árboles de *Quercus*, y que es bien reconocida por los habitantes, pues mencionan sólo se le encuentra en sitios donde crecen estos árboles. El nombre Flor de la Sierra nos permite abordar parte de la cosmovisión que existe alrededor de esta especie de *Cantharellus*, pues la gente lo reconoce como una flor que “nace de la basura del encino”; señalan que el árbol tira las semillas (bellotas) y es de ahí de donde nace la flor; el crecimiento de las plántulas de *Quercus* es reconocido como un factor ligado a la aparición del hongo, pues incluso hay gente que menciona, sólo crece bajo árboles “hembra”. Atribuimos esta acepción como “flor” al himenóforo liso, que en la zona de estudio es también una característica importante para diferenciar a *C. veraecrucis* de otros hongos, principalmente de aquellos con himenóforo laminado, pues al hablar de él mencionan que “no tiene rayas” o que “ese no es porque parece libro por abajo”.

La importancia del hongo de encino recae en su comestibilidad, lo que permite que los habitantes lo consuman y además lo comercialicen. Se le prepara en huatape, mole, *fritado* (frito) con cebolla y chile, en adobo, asado, a la mexicana, en tamales, guisado, como pollo,

asado en hoja de tomoshtle, hervido, al mojo de ajo, asado en hoja de papatla, capeado con huevo, con huevo (revuelto), con longaniza, con queso o en salsa verde (fig.10 b).

El hongo amarillo es vendido de julio a noviembre en las plazas de la Sierra (fig.10 d), como medida de venta se usan “la sardina” (lata de sardinas vacía), el medio litro, o platitos (fig.10 c, e), en promedio estas medidas pesan 160 gr. (promedio de 3 medidas compradas en la plaza) y reciben un valor de \$7 a \$30 dependiendo el vendedor y la temporada del año (más caro al final de la temporada porque hay menos hongo); en San Juan Otontepec (Chontla) es común que los recolectores vendan sus hongos a revendedores usando como medida botes de 20 L. Las jornadas de recolección se llevan a cabo por los pobladores de las faldas de la Sierra y comienzan el día de San Juan (alrededor del 23 de junio) (fig. 10 a).

**Caracteres que lo distinguen de los otros *Cantharellus* presentes en la zona.** Su himenóforo liso es único entre las especies más cercanas, incluso dentro de la misma familia, solo *Craterellus* presenta un himenóforo parecido, pero de colores pardos y grises.



Figura 8. *Basidiomas de Cantharellus veraecrucis*. Barra de escala: 20 mm.

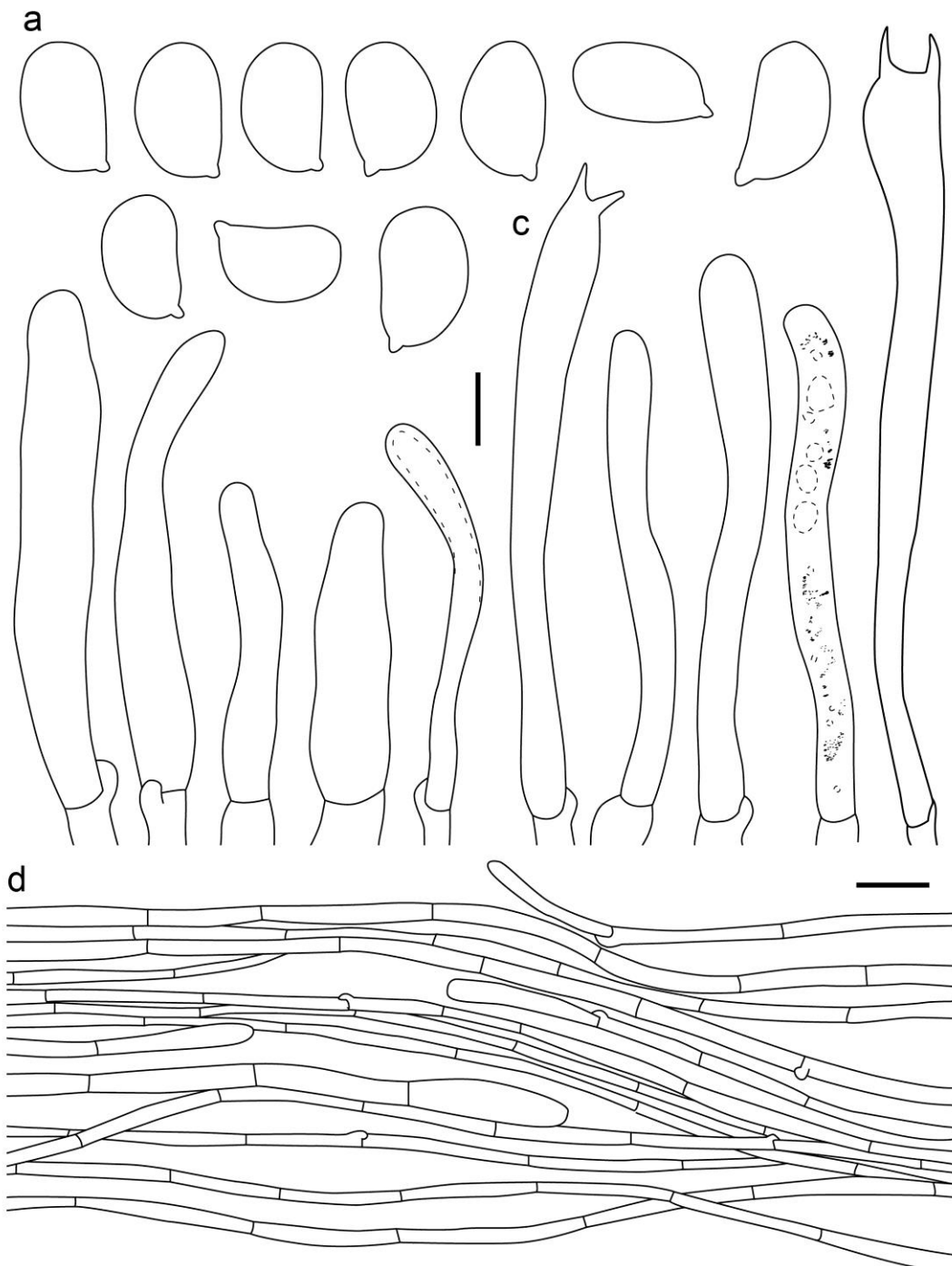


Figura 9. *Cantharellus veraecrucis*. **a.** basidiosporas **b.** elementos terminales del pileipellis **c.** basidios y basidiosos **d.** sección radial del pileipellis. Barras de escala: 5  $\mu\text{m}$  (**a**); 10  $\mu\text{m}$  (**b,c**); 25  $\mu\text{m}$  (**d**)



Figura 10. Uso comunitario de *Cantharellus veraecrucis*. **a.** recolecta de hongo amarillo por una familia durante la temporada de hongos **b.** Huatape: platillo tradicional preparado a base de caldo, masa y hongo de encino. **c.** Unidades de medida utilizadas para la venta del hongo: litro (izquierda) y sardina (derecha).



*Figura 10. Continuación. d. puesto de la plaza de Tepetzintla donde se ofrece el hongo de encino junto con otros productos recolectados en la Sierra de Otontepec e. acercamiento al recipiente con hongo de encino donde se aprecia su acomodo en una sardina.*

***Cantharellus sp.***

Figuras 11 y 12.

**Píleo** de 35 – 70 cm de diám., plano y ligeramente depresso, gris lila (vino deslavado), siendo más intenso cuando joven, con margen al principio decurvado a recto al madurar, entero.

**Himenóforo** con venas bien marcadas, poco profundas, que se ramifican dicotómicamente hasta 4 veces y se interconectan, subdecurrentes, amarillo intenso entre amarillo huevo y amarillo mostaza hasta un gris amarillento. **Estípite** de 52-68 x 4-8 mm, recto, cilíndrico, central, de color gris amarillento con muy ligeros tintes verdosos, carnosos-fibroso, flexible, contexto sólido. **Contexto** confluyente, blanco a crema, sólido, olor fúngico sin sabor característico (aunque recuerda al sabor del pollo hervido sin sal).

**Basidiosporas** (6.7) 7.0-12.0 x 4.0-6.0, media 8.8 x 5.1  $\mu\text{m}$ , Q 1.7 (n=30) amigdaliformes a phaseoliformes, lisas, con pared delgada, hialinas, con contenidos refractivos, inamiloides.

**Basidios** 66.0 – 81.0 x 6.0 – 10.0  $\mu\text{m}$ , claviformes, con 2-3 esterigmas, pared delgada, hialinos, fíbula basal presente. **Cistidios**. Ausentes. **Pileipellis** en cutis, compuesto por hifas cilíndricas de 4.0 – 6.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, en acomodo compacto y entrelazado, hialinas, de color ocre en conjunto; elementos terminales de 32.0 – 47.0 x 4.5 – 6.0  $\mu\text{m}$ , cilíndricos, rectos a moderadamente curvos, lisos, hialinos, inamiloides, la pared es variable, en algunas es delgada y en otras llega a ensancharse hasta 1  $\mu\text{m}$ . **Trama himenoforal** compuesta por hifas de 3.5 - 6.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, pared delgada, la mayoría con contenidos refractivos granulados. Fíbulas presentes en todos los tejidos.

**Reacciones macroquímicas.** El himenóforo se mancha de color gris al contacto con  $\text{FeSO}_4$ .

**Hábitat.** Terrícola, solitario o cespitoso en vegetación secundaria de selva alta subperennifolia con presencia de *Quercus oleoides*.

**Especímenes examinados.** MÉXICO. Veracruz, Municipio de Tepetzintla, La Placeta (21°13'31.81"N 97°51'41.26"O) bajo *Quercus oleoides*, 424 m s.n.m., 17 nov 2019, González, 247.

**Usos en la Sierra de Otontepec.** Sin usos registrados.



**Caracteres que le hacen distinguible de las otras especies de *Cantharellus* presentes en la zona. Su sombrero con tonos morados rojizos.**



*Figura 11. Basidiomas de Cantharellus sp. Barra de escala: 20 mm.*

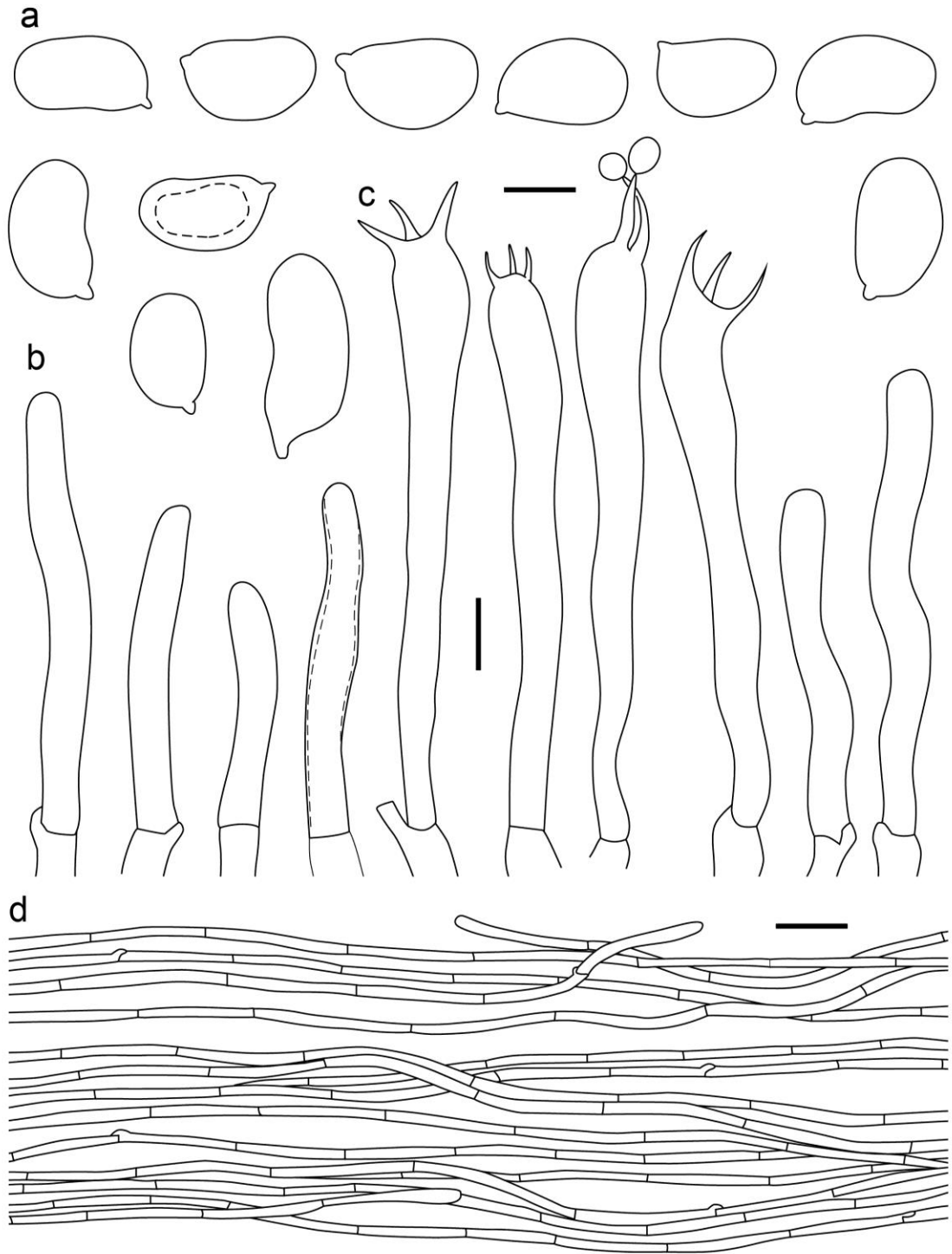


Figura12. *Cantharellus* sp. **a.** basidiosporas **b.** elementos terminales del pileipellis **c.** basidios y basidiolos **d.** sección radial del pileipellis.  
 Barra de escala: 5  $\mu\text{m}$  (**a**); 10  $\mu\text{m}$  (**b**, **c**); 25  $\mu\text{m}$  (**d**).

## DISCUSIÓN

### *Sobre el reconocimiento de hongos silvestres del área estudiada*

Las especies encontrados en la zona estudiada representan a géneros que coinciden con los de especies reportadas en sitios cercanos con tipos de vegetación parecidos y presencia de *Quercus oleoides*, *Q. germana*, *Q. xalapensis* y otros encinos con preferencias ambientales similares, tales como *Q. fusiformis*, *Q. polymorpha*, *Q. rysophylla*, *Q. sapotifolia* y *Q. sartorii* entre otros (Bautista-Nava, 2007; Desai *et al.*, 2016; García *et al.*, 2014; González-Chicas *et al.*, 2019; Guzmán, 1995; Herrera *et al.*, 2018a, 2018b; Lamus *et al.*, 2012; Montoya *et al.*, 2021; Montoya, Caro, *et al.*, 2019).

Los géneros *Chalciphorus*, *Gomphidius*, *Gymnopilus*, *Lepiota*, *Neopaxillus* y *Omphalina* no habían sido registrados en encinares tropicales. Sin embargo, *Chalciphorus* agrupa especies que forman micorrizas y ha sido reportado en encinares o boques mixtos con presencia de *Quercus* (Baroni & Both, 1991; Ortega *et al.*, 2010; Vizzini *et al.*, 2012). También las especies de *Gomphidius* forman micorrizas aunque se le ha reportado asociado a *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Larix* y otras pinofitas (Miller *et al.*, 2002; Murril, 1922; Qi *et al.*, 2017). Los miembros de *Gymnopilus*, *Lepiota* y *Neopaxillus* aunque son más bien de hábitos saprotróficos y no han sido reportados en encinares tropicales o cercanos, sí han sido observados en asociaciones vegetales con presencia de *Quercus* (Gea *et al.*, 1990; Holec, 2005; Vizzini *et al.*, 2012; Watling & Aime, 2013).

Exceptuando el reporte de *Gomphidius* podemos afirmar que la Sierra de Otontepec presenta una riqueza fúngica esperada en bosques con presencia de *Quercus*.

Es importante discutir sobre *Cantharellus*, pues resultó relevante en este estudio. Ya hemos mencionado que las especies agrupadas en este género son simbioses micorrizógenos comúnmente asociado con *Quercus* (Olariaga *et al.*, 2017) y ha sido reportado tanto en encinares tropicales como en vegetaciones similares de Veracruz y sitios cercanos (Desai *et al.*, 2016; García *et al.*, 2014; Guevara *et al.*, 2004; Herrera *et al.*, 2018 a; Montoya *et al.*, 2021), en los que incluso se han encontrado especies nuevas (Herrera *et al.*, 2018 a; Montoya *et al.*, 2021). Todo esto no es extraño, reportes indican que el género suele ser diverso en

bosques tropicales; además, existe una tendencia reciente a encontrar nuevas especies en Norteamérica donde, a diferencia de Europa, es un género poco estudiado (Buyck, 2016; Buyck et al., 2014). Consideramos que nuestros reportes coinciden con el comportamiento típico de *Cantharellus* y que la Sierra de Otontepec presenta una gran oportunidad para la exploración taxonómica del género.

Los encinos presentes en la Sierra de Otontepec tienen características que aumentan el interés por su conservación y recuperación de su hábitat, podemos mencionar que son endémicos de la sección norte, centro y sureste del país (*Quercus germana* y *Q. xalapensis*) o que su distribución se restringe solo al noreste, sur y sureste de México y Centroamérica (*Q. oleoides*) (Romero Rangel et al., 2015), además de que la calidad y la extensión de su hábitat se encuentran en declive constante (Gallagher, 2018; Jerome, 2018a, 2018b). *Quercus germana* y *Q. xalapensis* suelen desarrollarse en bosques mesófilos de montaña, comunidad vegetal que presta varios servicios ecológicos y que se encuentra restringida a algunos parches relicto a causa de las condiciones ambientales que necesita y por la gran presión antropogénica que hay sobre ella y que la amenaza cada día más (Rosas Rangel et al., 2019). Los Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana se encuentran en una situación similar, de tal forma que la CONABIO les ha nombrado como una Región Terrestre Prioritaria para México (Bandala et al., 2017), además podemos mencionar que *Q. oleoides*, árbol característico de esta asociación, se encuentra en la categoría “casi amenazado” de la Lista roja de la IUCN (Gallagher, 2018). Se espera que la información obtenida sobre la riqueza de hongos ectomicorizógenos asociados a estos árboles permita diseñar estrategias para la restauración ecológica de estas comunidades tan importantes y amenazadas.

### *Sobre el reconocimiento del saber tradicional micológico comunitario y los hongos útiles para la restauración*

México es el segundo país con mayor consumo de especies de hongos silvestres (Garibay-Orijel & Ruan-Soto, 2014) y por ello no resulta raro que los estudios etnomicológicos en sitios micófilos reporten altas cifras de especies de hongos consumidas por los habitantes. Por otro lado, y como hemos mencionado previamente, tradicionalmente se considera que las zonas tropicales albergan en su mayoría comunidades micofóbicas o al menos no micófilas, situación cuyas causas no son claras. Ruan-Soto et al. (2006) argumentan que este

pensamiento deviene de una exploración insuficiente de las zonas tropicales y recalcan que el consumo de hongos en zonas tropicales no es tan mínimo como se cree. Los mismos autores argumentan que es poco adecuado encasillar las dinámicas hongo-humano bajo conceptos totalistas como micofobia y micofilia, pues dichas dinámicas son el resultado de un proceso histórico, multifactorial y acumulativo, propio de cada comunidad (Ruan-Soto *et al.*, 2014).

Aun contemplando lo anterior y que la Sierra de Otontepec se encuentra en una zona tropical, resulta de particular interés que los habitantes concedan importancia solamente a un hongo, considerando que las otras cuatro especies comestibles resultan más incidentales y solo son para autoconsumo ocasional. Este comportamiento le caracterizaría tradicionalmente como una comunidad micofóbica, sin embargo, que en la zona existan dinámicas de gran importancia y longevidad alrededor de una especie (tomando en cuenta que se le atribuye una temporada para su recolección y venta, que moviliza a varias familias de los poblados cercanos, y que incluso permite a la gente nombrar a algunos como “pueblos de hongueros” (San Juan Otontepec)) es una característica típica de los pueblos micófilos. Este hallazgo respalda al planteamiento de Ruan-Soto *et al.* (2014) sobre la micofilia y micofobia como actitudes no dicotómicas, no totalizantes, ni mutuamente excluyentes.

*Cantharellus veraecrucis* es una especie reportada como comestible en Veracruz, aunque su descripción es reciente (L. Montoya *et al.*, 2021), por esta causa no existen más estudios alrededor de ella ni de sus dinámicas de recolecta, consumo o venta. Nuestra experiencia en la zona de estudio nos ha llevado a pensar que la relevancia de *C. veraecrucis* para las poblaciones cercanas a la Sierra de Otontepec recae sobre su hábito de fructificación, ya que es fácil encontrarle todos los años, en distintos puntos, durante un periodo relativamente largo y en grandes cantidades, lo cual es raro entre los hongos de este sitio. Cabe mencionar que para la mayoría de recolecciones de hongos de géneros diferentes a *Cantharellus*, resultó complicado encontrar más de dos o tres especímenes en un solo sitio de muestreo; además, la mayoría de las morfoespecies se encontraron una sola vez. Esta situación podría ser la causa del reducido reconocimiento fúngico, pues complicaría la familiarización poblador-hongo y sobre todo su uso, ya que aun cuando alguna especie fuese reconocida como

comestible sería difícil recolectarla en las cantidades necesarias para preparar un guiso, y aún más difícil encontrar las cantidades necesarias para comerciar con ella.

A pesar de esta situación, la riqueza fúngica de la Sierra de Otontepec ha generado en nosotros inquietudes sobre su potencial uso, pues el 73% de los hongos encontrados corresponden a géneros reportados como micorrizógenos, y de estos, el 58% pertenece a 6 de los 9 géneros de ectomicorrízicos más consumidos mundialmente según Pérez-Moreno *et al.* (2021): *Russula* (11), *Lactarius* (4), *Ramaria* (3), *Amanita* (7), *Tricholoma* (1) y *Cantharellus* (4). Además, no podemos descartar la presencia de hongos del género *Tuber*, pues son de hábito hipógeo (no contemplado por nuestro estudio) y se han reportado asociados a *Quercus* en sitios cercanos (Guevara-Guerrero *et al.*, 2014). Esto nos lleva a pensar que junto con la restauración ecológica podría llevarse a cabo el establecimiento de parcelas con aprovechamiento agroforestal en las cuales se produzcan especies comestibles para la exportación. Dichos proyectos podrían presentar complicaciones pues se sabe que aunque se logre la inoculación micorrícica, no se asegura la fructificación de las especies ni tampoco la mejora de las plantas, además se requieren conocimientos más profundos sobre los procesos de sucesión de cada especie (Munyanziza, 1996). No obstante, podemos mencionar como experiencias alentadoras los reportes de fructificación de *Amanita*, *Cantharellus*, *Lactarius*, *Russula* y *Scleroderma* en agrobosques de *Shorea* en Indonesia (Nuhamara, 1987), también los trabajos con *Quercus* micorrizados orientados al importante mercado de *Tuber* en Europa, que además de todo ha representado mejoras en las plántulas y buenos resultados en zonas perturbadas (Andrés-Alpuente *et al.*, 2014; De Román & De Miguel, 2005; Domínguez Núñez *et al.*, 2006). La Sierra de Otontepec ofrece una gran oportunidad para el estudio de *Quercus*, sus simbiontes ectomicorrizógenos y opciones para su aprovechamiento en México.

Citando a Alvarado-Castillo & Benítez (2009) es importante dejar muy claro que, todas las labores tanto de restauración como de aprovechamiento de los recursos de la Sierra, “deben realizarse aportando elementos que generen oportunidades para los productores rurales a través del desarrollo de un mercado potencial y del fortalecimiento de sus capacidades organizativas”, exhortamos a que cualquiera que realice algún trabajo en la Sierra ya sea de interés académico, gubernamental o por parte de la iniciativa privada respete y tome como

prioridad el beneficio de los habitantes de la Sierra de Otontepec, pues varios refirieron que desde hace tiempo los terrenos se han vendido en parcelas cuyos dueños desmontan para la ganadería, situación que compromete la permanencia de los recursos maderables y no maderables y que les obliga a tener que hacer expediciones cada vez más largas para encontrar hongos; también han mencionado que los dueños de las parcelas llegan a impedir el libre tránsito por ellas. Todo lo anterior atenta contra actividades de importancia económica y cultural para muchas familias que dependen de la recolección y venta de varios recursos que ofrecen los bosques de la sierra. Recomendamos consultar trabajos como el de Martínez (2013), quien desarrolló una propuesta de aprovechamiento sustentable del recurso fúngico micorrícico en el estado de Hidalgo (incluye varias especies de *Cantharellus*), tomando en cuenta no solo aspectos económicos y ecológicos, sino también la cosmovisión de los pobladores.

Al momento de aplicar el Índice de Potencial del Recurso Fúngico para la Restauración llamé nuestra atención que solamente un hongo fuese seleccionado, sin embargo, al indagar más entre los habitantes pudimos confirmar que en la Sierra de Otontepec solamente existe conocimiento comunitario sobre un hongo del suelo y 4 hongos destructores de la madera. Aun cuando no podemos afirmar que el uso de *Cantharellus* ofrezca resultados positivos en la restauración ecológica de encinares, consideramos que el IPRF es una herramienta útil para la selección de organismos que pueden utilizarse en este tipo de proyectos, pues ofreció un fiel reflejo tanto de la riqueza fúngica de la zona, como de su conocimiento por parte de la comunidad. Exhortamos a que más investigadores lo apliquen en sus proyectos porque es una buena opción para sistematizar la búsqueda de hongos útiles para la restauración.

No podemos asegurar que el uso de *Cantharellus* pueda presentar ventajas en el mejoramiento de plantas para la restauración porque no existen reportes sobre este uso. Aunque Buyck *et al.* (2014) presentan dos datos que resultan relevantes: aún cuando el género suele presentar abundancia de carpóforos no suele ser abundante de forma subterránea, un carácter importante en estudios de micorrización. Por otro lado, *Cantharellus* suele desarrollarse bien y abundantemente en bosques tropicales, sobre todo en el hemisferio norte, quizás por su historia biogeográfica; por ello, consideramos que para esclarecer esta

situación es necesario ahondar en la relación *Cantharellus- Quercus* de forma experimental tanto en el vivero como en el campo.



## CONCLUSIÓN

Aún siendo premisa de esta investigación, confirmamos que los encinares de la Sierra de Otontepec, al norte de Veracruz, se enfrentan a un creciente problema de degradación ambiental por causas antrópicas, al que no se le ha dado la importancia que merece. Sin embargo, con este trabajo damos constancia de que el sitio ofrece oportunidades para el uso de hongos micorrízicos útiles en la restauración ecológica.

Aún cuando se detectaron más hongos que pudieran ayudar en la restauración o proyectos afines, podemos afirmar que no representaban al grupo de interés planteado por los objetivos, pues no reunían las dos características deseadas.

El índice generado es una buena opción para sistematizar la búsqueda de hongos con potencial para la restauración ecológica, ya que ofrece la posibilidad de incluir otras características deseables o acordes a los objetivos de los proyectos. Por ello, exhortamos a más investigadores a implementar su uso.

## LITERATURA CITADA

- Agerer, R. (1987). *Colour atlas of ectomycorrhizae, vol 1–12*. Einhorn-Verlag + Druck GmbH.
- Agerer, R. (1991). Characterization of ectomycorrhiza. *Methods in Microbiology*, 23, 25–73.
- Águeda, B., Parladé, J., Fernández-Toirán, L. M., Cisneros, O., de Miguel, A. M., Modrego, M. P., Martínez-Peña, F., & Pera, J. (2008). Mycorrhizal synthesis between *Boletus edulis* species complex and rockroses (*Cistus* sp.). *Mycorrhiza*, 18, 443–449.
- Aguilar, A., Martínez-Carrera, D., Macías, A., Sánchez, M., Bauer, L. I., & Martínez, A. (2002). *Fundamental trends of rural mushroom cultivation in Mexico, and their significance for development. Proceedings of the IV International Conference and Mushroom Biology and Mushroom Products, Cuernavaca, México*.
- Ainsworth, G. C., Sparrow, F. K., & Sussman, A. S. (Eds.). (1973). *The Fungi. An Advanced Treatise Volume IV B. A Taxonomic review with keys: Basidiomycetes and Lower Fungi*. Academic Press.
- Alvarado-Castillo, G., & Benítez, G. (2009). El enfoque de agroecosistemas como una forma de intervención científica en la recolección de hongos silvestres comestibles. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 531–539.
- Andrés-Alpuente, A., Sánchez, S., Martín, M., Aguirre, Á. J., & Barriuso, J. J. (2014). Comparative analysis of different methods for evaluating quality of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum*. *Mycorrhiza*.  
<https://doi.org/10.1007/s00572-014-0563-x>
- Ayala-Vázquez, O., Valenzuela, R., Aguirre-Acosta, E., Raymundo, T., & García-Jiménez, J. (2018). Species of Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) with ornamented spores from temperate forests at the state of Oaxaca, Mexico. *Studies in Fungi*, 3(1), 271–292.
- Bandala, V. M., Montoya, L., Gamboa, R., & Ramos, A. (2017). *Encinares tropicales y hongos, fuente de servicios y productos naturales de origen ancestral que requieren*

*protección*. Ciencia Hoy. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/799-encinares-tropicales-y-hongos-fuente-de-servicios-y-productos-naturales-de-origen-ancestral-que-requieren-proteccion>

Baroni, T. J., & Both, E. E. (1991). *Chalciporus piperatoides* in North America. *Mycologia*, 83(5), 559–564. <https://doi.org/10.1080/00275514.1991.12026055>

Bautista-Nava, E. (2007). *Taxonomía y conocimiento tradicional de Cantharellus Fr. (Fungi, Cantharellaceae) en el noroeste del estado de Hidalgo*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Bautista B., W. K. (2019). *Conocimiento micológico tradicional de los hongos comestibles silvestres de Santa Ana Jilotzingo, Jilotzingo, Estado de México*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Beckjord, P. R., & McIntosh, M. S. (1984). Growth and fungal persistence by *Quercus rubra* inoculated with ectomycorrhizal fungi and planted on a clear-cutting and strip mine. *Can. J. Bot*, 62, 1571–1574.

Bessette, A. E., Bessette, A. R., & Fische, D. . (1997). *Mushrooms of Northeastern North America*. Syracuse University.

Burrola-Aguilar, C., Montiel, O., Garibay-Orijel, R., & Zizumbo-Villareal, L. (2012). Conocimiento tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres en la región de Amanalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Micología*, 35, 1–16.

Buyck, B. (2016). Special Issue: *Cantharellus*. *Cryptogamie, Mycologie*, 37(3), 255–258.

Buyck, B., Kauff, F., Eyssartier, G., Couloux, A., & Hofstetter, V. (2014). A multilocus phylogeny for worldwide *Cantharellus* (Cantharellales, Agaricomycetidae). *Fungal Diversity*, 64, 101–121.

Cepero de García, M. C., Restrepo Restrepo, S., Franco-Molano, A. E., Cárdenas Toquica, M., & Vargas Estupiñán, Na. (2012). *Biología de hongos* (1st ed.). Universidad de los Andes.

Chambers, S. M., & Cairney, J. W. G. (1999). *Pisolithus*. In J. W. G. Cairney & S. M.

- Chambers (Eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile* (pp. 1–32). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-06827-4>
- Chanona-Gómez, F., Andrade-Gallegos, R. H., Castellanos-Albores, J., & Sánchez, J. E. (2007). Macromicetos del parte educativo Laguna Bélgica, municipio de Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 639–381.
- Cifuentes B., J., Villegas R., M., & Pérez-Ramírez, L. (1986). Hongos. In A. Lot & F. Chiang (Eds.), *Manual de Herbario* (pp. 55–64). Consejo Nacional de la Flora de México.
- Coker, W. C., & Couch, J. N. (1969). *The Gasteromycetes of the eastern United States and Canada*. *Bibl. Mycol.* 19, Cramer, Lehre.
- Colpaert, J. . (1999). Thelephora. In J. W. G. Cairney & S. M. Chambers (Eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile* (pp. 324–345). Springer.  
<https://doi.org/978-3-662-06827-4>
- CONABIO. (2012a). *Actividades económicas en México por municipio, 2010*. CONABIO, INEGI.
- CONABIO. (2012b). *Grados de marginación a nivel localidad, 2010*. CONABIO.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2014a). *Características económicas por localidad, 2010*. CONABIO, INEGI.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2014b). *Características educativas por localidad, 2010*. CONABIO, INEGI.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2014c). *Grado de rezago social por localidad, 2010*. CONABIO.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2014d). *Hogares censales por localidad, 2010*. CONABIO, INEGI.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2014e). *Localidades rurales y urbanas 2, 2010*. CONABIO, INEGI.
- CONABIO. (2014f). *Población de no pobres y no vulnerables por municipio, 2010*.

CONABIO.

CONABIO. (2014g). *Población indígena por localidad, 2010*. CONABIO, INEGI.

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONABIO. (2014h). *Población por localidad, 2010*. CONABIO, INEGI.

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONABIO. (2014i). *Proporción de hombres y mujeres por localidad, 2010*. CONABIO,

INEGI. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONABIO. (2014j). *Religión por localidad, 2010*. CONABIO, INEGI.

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONABIO. (2020). *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México 2020*. CONABIO.

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONAGUA. (2010). *Información Estadística Climatológica*.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

Corner, E. J. H. (1966). *A monograph of cantharelloid fungi*. Oxford University Press.

Corrales, A., Henkel, T. W., & Smith, M. E. (2018). Ectomycorrhizal associations in the tropics – biogeography, diversity patterns and ecosystem roles. *New Phytologist*, 220, 1076–1091. <https://doi.org/10.1111/nph.15151>

Danell, E. (1999). Cantharellus. In J. W. G. Cairney & S. M. Chambers (Eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile 1* (pp. 253–267). Springer.

<https://doi.org/978-3-662-06827-4>

De la Paz P. O., C., Dávalos S., R., & Guerrero C., E. (2000). Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques*, 6(1), 3–13.

De Roman, M., Claveria, V., & De Miguel, A. M. (2005). A revision of the descriptions of ectomycorrhizas published since 1961. *Mycol. Res*, 109(1), 1063–1104.

De Román, M., & De Miguel, A. M. (2005). Primeros datos sobre la reforestación de un

- area de carrascal quemado con plantas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* inoculadas con *Tuber melanosporum*. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot*, 16, 19–40.
- Deepika, K., Sudhakara R., M., & Upadhyay, R. C. (2013). New records of *Cantharellus* species from the northwestern Himalayas of India. *Mycology*, 4(4), 205–220.  
<https://doi.org/10.1080/21501203.2013.872205>
- Delgado F., A., Villegas R., M., & Cifuentes B., J. (2005). *Glosario ilustrado en Basidiomycetes con himenio laminar*. Las Prensas de Ciencias.
- Desai, N. S., Wilson, A. W., Powers, J. S., Mueller, G. M., & Egerton-Warburton, L. M. (2016). Ectomycorrhizal diversity and community structure in stands of *Quercus oleoides* in the seasonally dry tropical forests of Costa Rica. *Environmental Research Letters*, 11(12), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/125007>
- Domínguez Núñez, J. A., Selva Serrano, J., Rodríguez Barreal, J. A., & Saíz de Omeñaca González, J. A. (2006). The influence of mycorrhization with *Tuber melanosporum* in the afforestation of a Mediterranean site with *Quercus ilex* and *Quercus faginea*. *Forest Ecology and Management*, 231, 226–233.
- Frutis M., I., & Huidobro S., M. E. (2013). *Micología básica Manual Teórico Práctico*. FES Iztacala.
- Gallagher, G. (2018). *Quercus oleoides*. The IUCN Red List of Threatened Species.  
<https://www.iucnredlist.org/species/194209/2304166>
- García-Guzmán, O. M., Garibay-Orijel, R., Hernández, E., Arellano-Torres, E., & Oyama, K. (2017). Word-wide meta-analysis of *Quercus* forests ectomycorrhizal fungal diversity reveals southwestern Mexico as a hotspot. *Mycorrhiza*, 27(8), 811–822.  
<https://doi.org/10.1007/s00572-017-0793-9>
- García, J., Valenzuela, R., Raymundo, T., García, L. J., Guevara, G., Garza, F., Cázares, E., & Ruiz C., E. (2014). Macrohongos asociados a encinares (*Quercus* spp.) en algunas localidades del estado de Tamaulipas, México. *Biodiversidad Tamaulipeca*, 2(1), 103–140.
- Garibay-Orijel, R., & Ruan-Soto, F. (2014). Listado de hongos silvestres consumidos como

- alimento tradicional en México. In Á. Moreno-Fuentes & R. Garibay-Orijel (Eds.), *La etnomicología en México. Estado del arte* (pp. 91–109). Red de etnoecología y patrimonio biocultural.
- Gea, F. J., Honrubia, M., & López-Sánchez, M. E. (1990). Notas sobre el género *Lepiota* (Pers.: Fr.) Gray (Agaricales, Basidiomycotina) en el sudeste español. *Butll. Soc. Catalana Micol*, 13, 33–41.
- Germán, M. T. (1986). Estructura y organización del herbario. In A. Lot & F. Chiang (Eds.), *Manual de herbario* (pp. 11–30). Consejo Nacional de la Flora de México.
- González-Chicas, E., Cappello, S., Cifuentes, J., & Torres-de la Cruz, M. (2019). Nuevos registros de Boletales (Basidiomycota) de un encinar tropical del sureste mexicano. *Botanical Sciences*, 97(3), 423–432. <https://doi.org/10.17129/botsci.2099>
- Guevara-Guerrero, G., Cázares-González, E., Bonito, G., Healy, R. A., Stielow, B., García, J., Garza-Ocañas, F., Castellano, M., & Trappe, J. (2014). Hongos hipogeos de Tamaulipas, México. *Biodiversidad Tamaulipeca*, 2(1), 87–101.
- Guevara Guerrero, G., Fortunato, G. O., & Cázares González, E. (2004). Estudio del ITS nuclear en algunas especies del género *Cantharellus* de México. *Ciencia UANL*, 7(3), 371–378.
- Guzmán, G. (1995). Supplement to the monograph of the genus *Psilocybe*\*. *Bibliotheca Mycologica*, 159, 91–141.
- Guzmán, G., Cortés-Pérez, A., Guzmán, Dávalos, L., Ramírez-Guillén, F., & Sánchez-Jácome, R. (2013). An emendation of *Scleroderma*, new records, and review of the known species in México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, S173–S191.
- Hanssen, J., & Knudsen, L. (1982). *Nordic macromycetes 2*. Nordsvanmp.
- Herrera, M., Bandala, V. M., & Montoya, L. (2018). *Cantharellus violaceovinosus*, a new species from tropical *Quercus* forests in eastern Mexico. *MicoKeys*, 32, 91–109.
- Herrera, M., Montoya, L., & Bandala, V. M. (2018). Two *Lactarius* species (subgenus *Plinthogalus*) in ectomycorrhizal association with tropical *Quercus* trees in eastern

- Mexico. *Mycologia*, 110(6), 1033–1046.  
<https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1521685>
- Herrera, T., & Ulloa, M. (1998). *El Reino de los Hongos*. Fondo de Cultura Económica.
- Holec, J. (2005). The genus *Gymnopilus* (Fungi, Agaricales) in the Czech Republic with respect to collections from other European countries. *Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B, Hist. Nat.*, 61(1–2), 1–52.
- Horak, E. (2005). *Röhrlinge und Blätterpilze in Europa*. Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier.
- Hutchison, L. J. (1999). *Lactarius*. In J. W. G. Cairney & S. M. Chambers (Eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile* (pp. 268–285). Springer.  
<https://doi.org/978-3-662-06827-4>
- INEGI. (2016). *Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union)*. INEGI. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INIFAP - CONABIO. (1995). *Edafología*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Jeffries, P. (1999). *Scleroderma*. In J. W. G. Cairney & S. M. Chambers (Eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile* (pp. 187–200). Springer.  
<https://doi.org/978-3-662-06827-4>
- Jerome, D. (2018a). *Quercus germana*. The IUCN Red List of Threatened Species.  
<https://www.iucnredlist.org/species/32763/2822915>
- Jerome, D. (2018b). *Quercus xalapensis*. The IUCN Red List of Threatened Species.  
<https://www.iucnredlist.org/species/34686/2854345>
- Kew, R. B. G. (2022). *Search Index Fungorum*. Index Fungorum.  
<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- Kong, A. (2003). *El género Russula (Fungi, Russulales) en el parque nacional La Malinche*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kropp, B. R., & Mueller, G. M. (1999). *Laccaria*. In J. W. G. Cairney & S. M. Chambers (Eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile* (pp. 65–88). Springer.



<https://doi.org/978-3-662-06827-4>

- Lamus, V., Montoya, L., Aguilar, C. J., Bandala, V. M., & Ramos, D. (2012). Ectomycorrhizal association of three *Lactarius* species with *Carpinus* and *Quercus* trees in a Mexican montane cloud forest. *Mycologia*, *104*(6), 1261–1266.  
<https://doi.org/10.3852/11-144>
- Largent, D. L. (1973). *How to identify mushrooms to genus I: Macroscopic features*. Mad River Press Inc.
- Largent, D. L., Johnsons, D., & Watling, R. (1973). *How to identify mushrooms to genus III: Microscopic Features*. Mad River Press Inc.
- Luna-José, A. de L., Montalvo-Espinosa, L., & Rendón-Aguilar, B. (2003). Los usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, *72*, 107–117.
- Luna-Vega, I., Alcántara-Ayala, O., Ruiz-Jiménez, C. A., & Contreras-Medina, R. (2006). Composition and Structure of Humid Montane Oak Forests at Different Sites in Central and Eastern Mexico. In M. Kapelle (Ed.), *Ecology and conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (pp. 101–112). Springer.
- Maas Geesteranus, R. A. (1971). Hydneous fungi of eastern old world. *Ver. Kon. Nederl. Akad. Wet. Natuur. Tw. Reeks*, *60*(3).
- Maas Geesteranus, R. A. (1975). Die terrestrischen stachelpilze Europas. *Ver. Kon. Nederl. Akad. Wet. Natuur. Tw. Reeks*, *65*.
- Martínez-Peña, R. (2013). *El concepto de Toledo de “apropiación de la naturaleza” como marco de diagnóstico de *Cantharellus* spp. en Mesa Larga, Hidalgo*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, M. (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica.
- Matheny, P. B., Austin, E. A., Birkebak, J. M., & Wolfenbarger, A. D. (2010). *Craterellus fallax*, a Black Trumpet mushroom from eastern North America with a broad host

- range. *Mycorrhiza*, 20, 569–575.
- Miller, O. K. J., Aime, M. C., Camacho, F. J., & Peintner, U. (2002). Two new species of *Gomphidius* from the Western United States and Eastern Siberia. *Mycologia*, 94(6), 1044–1050. <https://doi.org/10.1080/15572536.2003.11833159>
- Montoya, L., Caro, A., Ramos, A., & Bandala, V. (2019). Two new species of *Lactifluus* (Fungi, Russulales) from tropical *Quercus* forest in Eastern Mexico. *MycoKeys*, 59, 27–45.
- Montoya, L., Garay-Serrano, E., & Bandala, V. M. (2019). Two new species of *Phylloporus* (Fungi, Boletales) from tropical *Quercus* forests in Eastern Mexico. *MycoKeys*, 51, 107–123.
- Montoya, L., Herrera, M., Bandala, V. M., & Ramos, A. (2021). Two new species and a new record of yellow *Cantharellus* from tropical *Quercus* forests in eastern Mexico with the proposal of a new name for the replacement of *Craterellus confluens*. *MicoKeys*, 80, 91–114. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.80.61443>
- Montoya, Leticia, Ramos, A., Halling, R. E., & Bandala, V. M. (2022). A new species and a new record of *Tylopilus* (Boletaceae) of the *balloui* group in lowland and montane forests from Eastern Mexico. *Mycological Progress*, 22(6).
- Moser, M. (1983). *Keys to agarics and boleti*. Roger Phillips.
- Munyanziza, E. (1996). Domestication of mushrooms from the miombo woodlands: current status and crucial issues fro agroforestry. In R. R. . Leakey, A. B. Temu, M. Melnyk, & P. Vantomme (Eds.), *Domestication and commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems* (pp. 206–211). FAO.
- Murril, W. A. (1922). Dark-Spored Agarics--II. *Mycologia*, 14(3), 121–142. <https://doi.org/10.1080/00275514.1922.12020379>
- Nuhamara, S. T. (1987). Mycorrhizae in agroforestry: a case study. *Biotropia*, 1(1), 53–57.
- Olariaga, I., Moreno, G., Manjón, J. L., Salcedo, I., Hofstetter, V., Rodríguez, D., & Buyck, B. (2017). *Cantharellus* (Cantharellales, Basidiomycota) revisited in Europe through a

multigene phylogeny. *Fungal Diversity*, 83, 263–292. <https://doi.org/10.1007/s13225-016-0376-7>

- Ortega, A., Lorite, J., & Valle, F. (2010). Mycorrhizal macrofungi diversity (Agaricomycetes) from Mediterranean Quercus forests; a compilation for the Iberian Peninsula (Spain and Portugal). *Nova Hedwigia*, 1–31(1–2).
- Parladé, X., Pera, J., & Álvarez, I. F. (1993). Técnicas de inoculación de plantas de repoblación con hongos ectomicorrícicos seleccionados. *Congreso Forestal Español*, 3, 385–389.
- Pegler, D. N. (1983). *Agaric flora of the Lesser Antilles (Kew Bull. Add. Series IX)*. HMSO.
- Pérez-Moreno, J., Guerin-Laguete, A., Rinaldi, A. C., Yu, F., Verbeken, A., Hernández-Santiago, F., & Martínez-Reyes, M. (2021). Edible mycorrhizal fungi of the world: Whats is their role in forest sustainability, food security, biocultural conservation and climate change? *Plants People Planet*, 00, 1–20. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10199>
- Pérez-Silva, E., Herrera, T., & Esqueda-Valle, M. (1999). Species of Geastrum (Basidiomycotina: Geastraceae) from México. *Revista Mexicana De Micología*, 15, 89–104.
- Pilz, D., Norvell, L., Danell, E., & Molina, R. (2003). *Ecology and Management of Commercially Harvested Chanterelle Mushrooms*. USDA.
- Qi, L., Fu, Y., Lang, N., Bai, X., & Li, Y. (2017). A new species of Gomphidius from Northeast China. *Phytotaxa*, 316(2), 181–188. <https://doi.org/https://doi.org/10.11646/phytotaxa.316.2.7>
- Rodríguez, L. E., Gómez-Pompa, A., López A., J. C., Velázquez R., N., Aguilar D., Y., & Vázquez T., M. (2011). *Atlas de los espacios naturales protegidos de Veracruz*. Secretaría de Educación- Gobierno del Estado de Veracruz.
- Romero Rangel, S. (2006). Revisión taxonómica del complejo Acutifoliae de Quercus (Fagaceae) con énfasis en su representación en México. *Act. Bot. Mex*, 76, 1–45.
- Romero Rangel, S., Rojas Zenteno, E. C., & Rubio Licona, L. E. (2014). *Flora del Bajío y*

*Regiones Adyacentes Num181. Fagaceae*. Instituto de Ecología, A.C.

- Romero Rangel, S., Rojas Zenteno, E. C., & Rubio Licona, L. E. (2015). *Encinos de México*. Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Rosas Rangel, D. M., Mendoza, M. E., Gómez-Tagle, A., & Tabón Marín, C. (2019). Avances y desafíos en el conocimiento de los bosques mesófilos de montaña de México. *Madera y Bosques*, 25(1), 1–19.
- Ruan-Soto, F., Garibay-Orijel, R., & Cifuentes, J. (2004). Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología*, 19, 57–70.
- Ruan-Soto, F., Garibay-Orijel, R., & Cifuentes, J. (2006). Process and dynamics of traditional selling wild edible mushrooms in tropical Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2(3). <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-3>
- Ruan-Soto, Felipe, Caballero-Nieto, J., Cifuentes, J., & Garibay-Orijel, R. (2014). Micofilia y miofobia: revisión de los conceptos, su reinterpretación e indicadores para su evaluación. In Á. Moreno-Fuentes & R. Garibay-Orijel (Eds.), *La etnomicología en México. Estado del arte* (pp. 17–32). Red de etnoecología y patrimonio biocultural.
- Russell Bernard, H. (1995). *Research Methods in Anthropology*. AltaMira Press.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. CONABIO. <https://bit.ly/2XR8yfK>
- Santiago-Martínez, M. G. (2008). Los hongos ectomicorrizógenos en las prácticas de restauración. In J. Álvarez-Sánchez & A. Monroy A. (Eds.), *Técnicas de estudio de las asociaciones micorrízicas y sus implicaciones en la restauración* (pp. 213–232). Las Prensas de Ciencias.
- Sebastiana, M., Bernardes da S., A., Matos, A. R., Alcântara, A., Silvestre, S., & Malhó, R. (2018). Ectomycorrhizal inoculation with *Pisolithus tinctorius* reduces stress induced by drought in cork oak. *Mycorrhiza*, 28(3), 247–258. <https://doi.org/10.1007/s00572-018-0823-2>

- SEDESMA. (2007). *Programa de manejo de la reserva ecológica Sierra de Otontepec*.  
Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Veracruz.
- Segura B., S. G. (2005). Las especies introducidas: ¿benéficas o dañinas? In Ó. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez, & D. Azuara (Eds.), *Temas sobre restauración ecológica* (1st ed., pp. 127–134). Instituto Nacional de Ecología.
- Smith, S. E., & Read, D. (Eds.). (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, Elsevier.
- Trappe, J. . (1962). Fungus Associates of Ectotrophic Mycorrhizae. *Botanical Review*, 28, 538–606.
- Valencia-A., S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 75, 33–53.
- Vizzini, A., Angelini, C., & Ercole, E. (2012). A new *Neopaxillus* species (Agaricomycetes) from the Dominican Republic and the status of *Neopaxillus* within the Agaricales. *Mycologia*, 104(1), 138–147. <https://doi.org/10.3852/10-345>
- Watling, R., & Aime, M. C. (2013). The genus *Neopaxillus* (Crepidotaceae). *Mycotaxon*, 126, 83–90. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5248/126.83>
- Wendt, T. (1986). Árboles. In A. Lot & F. Chiang (Eds.), *Manual de Herbario* (pp. 133–142). Consejo Nacional de la Flora de México.
- Wightman, K. E., & Cruz, B. S. (2003). La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. *Foresta Veracruzana*, 5(1), 45–51.
- Yang, Z. L., Weiß, M., Kottke, I., Oberwinkler, F., Nehls, U., Guttenberger, M., & Hampp, R. (1999). Amanita. In J. W. G. Cairney & S. M. Chambers (Eds.), *Ectomycorrhizal Fungi Key Genera in Profile* (pp. 201–230). Springer. <https://doi.org/978-3-662-06827-4>
- Zorrilla R., M. (2005). La influencia de los aspectos sociales sobre la alteración ambiental y la restauración ecológica. In Ó. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez, & D. Azuara (Eds.), *Temas sobre restauración ecológica* (1st ed.,

pp. 31–44). Instituto Nacional de Ecología.

**Apéndice 1.** Formato utilizado para encuestar a los habitantes de la Sierra de Otontepec que participaron en la construcción del Índice de Utilidad Comunitaria.

ENCUESTA PARA CONSTRUIR EL ÍNDICE DE UTILIDAD COMUNITARIA DE LOS HONGOS EN LA SIERRA DE OTONTEPEC

Folio\_\_\_\_\_ No. de especímenes que

reconoció\_\_\_\_\_

Nombre\_\_\_\_\_ Edad\_\_\_\_\_ Sexo\_\_\_\_\_ Ocupación(es)\_\_\_\_\_

Poblado en el que vive\_\_\_\_\_ Poblado de nacimiento\_\_\_\_\_

No. Foto	¿Cómo se llama?	¿Dónde lo encuentra?	¿Tiene algún uso?	¿Cómo se usa?	¿Quién le enseñó a usarlo?	¿Lo recolecta o lo compra? ¿Lo consume o lo vende?	¿Cuál es la unidad de medida?	¿Cuál es el precio?	¿Siempre cuesta lo mismo? (máx./mín.)	Observaciones
	<i>Respuesta abierta</i>	a) En la sierra en el suelo b) En la sierra bajo los encinos c) En los potreros en el suelo d) En los potreros bajo los encinos e) Otro	a) Comestible b) Medicinal c) Neurotrópico d) Ritual e) Juguete f) Es tóxico g) No tiene uso h) Tiene un uso, pero no lo usamos aquí (especificar el uso) i) Otro	<i>Respuesta abierta</i>	a) Bis a) Abuelo / Abuela b) Papá / Mamá c) Hermano / hermana d) Otro familiar (especificar) e) Otra persona (especificar) *Preguntar si quien le enseñó era de aquí	a) Recolecta y autoconsumo b) Recolecta y venta c) Recolecta, autoconsumo y venta d) Compra y consumo e) compra y venta f) Otro (especificar)	<i>Respuesta abierta</i>  (preguntar si puede pesar la muestra)	<i>Respuesta abierta</i>	<i>Respuesta abierta</i>  *si contesta que no especificar el precio máximo y mínimo y en qué temporadas cambia	

**Apéndice 2.** Resultados de las encuestas realizadas sobre el conocimiento tradicional de los hongos en la Sierra de Otontepec para obtener el Índice de Utilidad Comunitaria (IUC).

**F.P.**= Folio persona **IUC1** = reconocimiento y nombramiento del hongo **IUC2** = uso **IUC3** = conocimiento originario de la comunidad (entre paréntesis se indica el sitio de origen de la(s) persona(s) que le enseñó a usarlo) **IUC4** = repetición por más del 10% de los encuestados.

Los superíndices <sup>1</sup> y <sup>2</sup> hacen referencia a los supuestos morfos de *Cantharellus veraecrucis* e indican si el encuestado reconoció el robusto<sup>1</sup>, el delgado<sup>2</sup>, o si indicó que ambos eran el mismo (<sup>1</sup> y <sup>2</sup>).

F.P.	Poblado de residencia	Poblado de nacimiento	Nombre del hongo	IUC 1	Uso	IUC 2	¿Quién le enseñó a usarlo?	IUC 3	IUC 4	IUC	Especie	Observaciones
P01	San José	San José	Hongo amarillo	+1	comestible y comerciable	+1	padre/madre	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P02	San José	La Campechana	Hongo de encino	+1	medicinal	+1	Nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P02	San José	La Campechana	Hongo de encino	+1	comestible	+1	abuelo/a (La Campechana, Cerro Azul)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>2</sup>	
P03	San José	San José	Hongo	+1	comestible	+1	padre/madre (San José, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P04	San José	San Juan Otontepec	Hongo amarillo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (San Juan Otontepec, Chontla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P05	San José	Copaltitla	Hongo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (La Guásima, Tepetzintla), abuelo/a (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P06	Jilitla	Jilitla	Hongo amarillo	+1	comestible	+1	abuelo/a (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	- robusto, oloroso - encino negro
P06	Jilitla	Jilitla	Hongo de la Sierra	+1	comestible	+1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla), abuelo/a (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>2</sup>	- delgado, menos oloroso - encino roble
P06	Jilitla	Jilitla	Champiñón (reconoció que no es el champiñón)	+1	sin uso	-1	en la tienda	1	-	0	<i>Lactarius sp. 3</i>	
P06	Jilitla	Jilitla	Escobeta de Guajolote	+1	sin uso	-1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla)	-1	-	0	<i>Thelephora sp. 1</i>	
P06	Jilitla	Jilitla	Escobeta de Guajolote	+1	sin uso	-1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla)	-1	-	0	<i>Thelephora sp. 2</i>	
P07	Jilitla	Jilitla	Hongo	+1	sin uso	-1	Nadie	-1	-	0	<i>Agaricus sp. 2</i>	
P08	Jilitla	Jilitla	Hongo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	encino blanco
P08	Jilitla	Jilitla	Hongo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>2</sup>	encino rojo y encino roble
P09	Jilitla	Jilitla	Hongo	+1	con uso en otros sitios, pero aquí no (comestible)	+1	abuelo/a (Coyote, Cerro azul)	+1	-3	0	<i>Agaricus sp. 1</i>	
P09	Jilitla	Jilitla	Chipo de puerco	+1	comestible	+1	cuñado (Jilitla, Tepetzintla)	+1	-3	0	<i>Lepiota sp.</i>	
P09	Jilitla	Jilitla	Chiquinte	+1	comestible	+1	abuelo/a (Coyote, Cerro azul)	+1	-3	0	Boletaceae no determinado 3	
P09	Jilitla	Jilitla	Hongo	+1	comestible	+1	hermano/a (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	encino negro



**Apéndice 2.** Resultados de las encuestas realizadas sobre el conocimiento tradicional de los hongos en la Sierra de Otontepec para obtener el Índice de Utilidad Comunitaria (IUC).

**F.P.**= Folio persona **IUC1** = reconocimiento y nombramiento del hongo **IUC2** = uso **IUC3** = conocimiento originario de la comunidad (entre paréntesis se indica el sitio de origen de la(s) persona(s) que le enseñó a usarlo) **IUC4** = repetición por más del 10% de los encuestados.

Los superíndices <sup>1</sup> y <sup>2</sup> hacen referencia a los supuestos morfos de *Cantharellus veraecrucis* e indican si el encuestado reconoció el robusto<sup>1</sup>, el delgado<sup>2</sup>, o si indicó que ambos eran el mismo (<sup>1</sup>y<sup>2</sup>).

F.P.	Poblado de residencia	Poblado de nacimiento	Nombre del hongo	IUC 1	Uso	IUC 2	¿Quién le enseñó a usarlo?	IUC 3	IUC 4	IUC	Especie	Observaciones
P09	Jilitla	Jilitla	Hongo	+1	comestible	+1	hermano/a (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>2</sup>	encino roble
P10	Jilitla	Jilitla	Hongo, Hongo Amarillo, Hongo de la Sierra	+1	comestible	+1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1y2</sup>	
P11	Jilitla	Jilitla	Hongo	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Agaricus sp. 2</i>	
P11	Jilitla	Jilitla	Hongo de encino	+1	medicinal	+1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P11	Jilitla	Jilitla	Hongo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P11	Jilitla	Jilitla	Hongo malo	+1	tóxico	+1	padre/madre (Jilitla, Tepetzintla)	+1	-3	0	<i>Cantharellus parvo flavus</i>	
P13	Tepetzintla	San José	Hongo de encino, Hongo amarillo	+1	comestible	+1	abuelo/a (San José, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>2</sup>	
P14	Gavilán, Santa María	Gavilán, Santa María	Amarillos, Hongo amarillo	+1	comestible	+1	padre/madre (Gavilán, Ixcatepec)	+1	-3	0	<i>Lactarius sp. 4</i>	
P15	Copaltitla	-	Hongo, "El Hongo", Flor de la Sierra	+1	comestible	+1	suegra (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1y2</sup>	
P16	Copaltitla	-	Hongo, "El Hongo", Flor de la Sierra	+1	comestible	+1	suegra (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1y2</sup>	
P17	Copaltitla	Copaltitla	Hongo, Hongo de encino, Hongo de Palo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1y2</sup>	
P18	Copaltitla	Copaltitla	derollo (?)	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Psilocybe sp. 1</i>	
P18	Copaltitla	Copaltitla	Hongo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1y2</sup>	
P19	Copaltitla	Copaltitla	Hongo, Hongo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre(Las Cruces?)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P20	Copaltitla	Copaltitla	Hongo, Hongo de encino	+1	comestible	+1	padre/madre (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P21	Copaltitla	Copaltitla	Hongo, Hongo de encino	+1	comestible	+1	<b>abuelo/a (Copaltitla, Tepetzintla) bisabuelo (Citlaltépec)</b>	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P22	Copaltitla	Copaltitla	Hongo, hongo de encino, Xochilnanacatl	+1	comestible	+1	padre/madre (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	-3	0	<i>Cortinarius sp.1</i>	
P22	Copaltitla	Copaltitla	hongo de encino / xochitl nanacatl	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1y2</sup>	
P23	Copaltitla	Copaltitla	hongo de encino	+1	comestible	+1	abuelo/a (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1y2</sup>	

**Apéndice 2.** Resultados de las encuestas realizadas sobre el conocimiento tradicional de los hongos en la Sierra de Otontepec para obtener el Índice de Utilidad Comunitaria (IUC).

**F.P.**= Folio persona **IUC1** = reconocimiento y nombramiento del hongo **IUC2** = uso **IUC3** = conocimiento originario de la comunidad (entre paréntesis se indica el sitio de origen de la(s) persona(s) que le enseñó a usarlo) **IUC4** = repetición por más del 10% de los encuestados.

Los superíndices <sup>1</sup> y <sup>2</sup> hacen referencia a los supuestos morfos de *Cantharellus veraecrucis* e indican si el encuestado reconoció el robusto<sup>1</sup>, el delgado<sup>2</sup>, o si indicó que ambos eran el mismo (<sup>1</sup> y <sup>2</sup>).

F.P.	Poblado de residencia	Poblado de nacimiento	Nombre del hongo	IUC 1	Uso	IUC 2	¿Quién le enseñó a usarlo?	IUC 3	IUC 4	IUC	Especie	Observaciones
P24	Copaltitla	Copaltitla	hongo de encino	+1	comestible	+1	marido (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P25	Copaltitla	Tecomate	hongo de encino, hongo amarillo	+1	comestible	+1	marido (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P26	Copaltitla	Copaltitla	hongo de encino, hongo amarillo	+1	comestible	+1	nadie	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P27	Copaltitla	Copaltitla	Hongo amarillo	+1	comestible y comerciable	+1	padre/madre (Copaltitla, Tepetzintla), hermano/a (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P28	Tepetzintla	Tepetzintla	Flor de la sierra/ Hongo	+1	comestible y comerciable	+1	padre/madre (Tepetzintla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P29	Tepetzintla	Tepetzintla	Flor de la sierra/ Hongo	+1	comestible y comerciable	+1	padre/madre (Tepetzintla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P30	Copaltitla	Copaltitla	Hongo amarillo	+1	comestible	+1	padre/madre (Copaltitla, Tepetzintla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P31	Copaltitla	Copaltitla	Hongo de encino amarillo	+1	comestible y comerciable	+1	padre/madre (Maguey, Chicón) aquí aprendió	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P32	Copaltitla	Tampico, Tamaulipas	Hongo de árbol de encino	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Cortinarius sp.1</i>	
P32	Copaltitla	Tampico, Tamaulipas	Hongo de árbol de encino	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P33	Copaltitla	Copaltitla	Hongo amarillo	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Cortinarius sp.1</i>	
P33	Copaltitla	Copaltitla	Hongo amarillo	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	El de abajo no crece tanto ni tiene el mismo sabor
P34	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	abuelo/a (San Juan, Chontla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P35	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Agaricus sp. 2</i>	
P35	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Lepiota sp.</i>	
P35	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Amanita aff. bisporigera</i>	
P35	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Amanita aff. citrina</i>	
P35	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Amanita aff. rubescens</i>	
P35	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Boletus sp.</i>	
P35	San Juan	San Juan	Hongo de la sierra	+1	comestible	+1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	

**Apéndice 2.** Resultados de las encuestas realizadas sobre el conocimiento tradicional de los hongos en la Sierra de Otontepec para obtener el Índice de Utilidad Comunitaria (IUC).

**F.P.**= Folio persona **IUC1** = reconocimiento y nombramiento del hongo **IUC2** = uso **IUC3** = conocimiento originario de la comunidad (entre paréntesis se indica el sitio de origen de la(s) persona(s) que le enseñó a usarlo) **IUC4** = repetición por más del 10% de los encuestados.

Los superíndices <sup>1</sup> y <sup>2</sup> hacen referencia a los supuestos morfos de *Cantharellus veraecrucis* e indican si el encuestado reconoció el robusto<sup>1</sup>, el delgado<sup>2</sup>, o si indicó que ambos eran el mismo (<sup>1</sup> y <sup>2</sup>).

F.P.	Poblado de residencia	Poblado de nacimiento	Nombre del hongo	IUC 1	Uso	IUC 2	¿Quién le enseñó a usarlo?	IUC 3	IUC 4	IUC	Especie	Observaciones
P36	San Juan	San Juan	Hongo	+1	comestible	+1	padre/madre (San Juan, Chontla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P37	San Juan	-	Hongo	+1	comestible	+1	padre/madre (San Juan, Chontla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1</sup>	
P38	San Juan	San Juan	No sé, hongo	+1	comestible	+1	padre/madre (San Juan, Chontla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P39	San Juan	San Juan	Hongo de burro	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Agaricus sp. 2</i>	
P39	San Juan	San Juan	Hongo Blanco	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Inocybe sp. 2</i>	
P39	San Juan	San Juan	Hongo Blanco	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus aff. ferruginascens</i>	
P39	San Juan	San Juan	hongo amarillo	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus parvoftavus</i>	
P39	San Juan	San Juan	parece el hongo morado	+1	sin uso	-1	nadie	-1	-	0	<i>Cantharellus sp.</i>	
P39	San Juan	San Juan	Hongo Xochitlanacatl (flor carnosa)	+1	comestible	+1	el vecino (San Juan, Chontla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	
P40	San Juan	San Juan	Hongo	+1	comestible	+1	padre/madre (San Juan, Chontla)	+1	+1	4	<i>Cantharellus veraecrucis</i> <sup>1 y 2</sup>	