



BENEMÉRITA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS
CENTRO DE AGROECOLOGÍA
MAESTRIA EN MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

TESIS
**DIVERSIDAD DE HONGOS COMESTIBLES Y SU APROVECHAMIENTO EN
ACAJETE, PUEBLA.**

PARA OBTENER EL TITULO DE
MAESTRO EN MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

PRESENTA
RICARDO IRVING PÉREZ LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS
DR. OMAR ROMERO ARENAS

COMITÉ TUTORAL
DR. GERARDO MATA MONTES DE OCA
DR. AGUSTÍN ARAGÓN GARCÍA
DR. DANIEL JIMÉNEZ GARCÍA

Puebla, México. Octubre 2015



La presente tesis, titulada: **Diversidad de Hongos Comestibles y su aprovechamiento en Acajete, Puebla**, realizada por el alumno **Biól. Pérez López Ricardo Irving**, bajo la dirección del Comité Tutorial indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN
MANEJO SOSTENIBLE DE AGROECOSISTEMAS

COMITÉ TUTORAL:

DIRECTOR: _____
Dr. Omar Romero Arenas

ASESOR EXTERNO _____
Dr. Gerardo Mata Montes de Oca

ASESOR: _____
Dr. Daniel Jiménez García

ASESOR: _____
Dr. Agustín Aragón García

REVISOR EXTERNO: _____
Dr. Isaac Tello Salgado

Puebla, Pue., Octubre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca de Maestría No. 364413, pues sin este apoyo económico hubiese sido imposible la realización de este trabajo.

Al Dr. Omar Romero Arenas, que aun siendo mi director de tesis siempre me trató como un amigo y me apoyó en todo el proceso de mi formación como estudiante de Posgrado.

A mi comité, conformado por el Dr. Gerardo Mata Montes de Oca, el Dr. Isaac Tello Salgado, el Dr. Daniel Jiménez García y el Dr. Agustín Aragón García, que gracias a su apoyo, colaboración y crítica sobre el trabajo, este pudo concluirse con éxito.

Al Dr. Francisco López Olgún, por sus comentarios sobre el análisis de la información así como a quienes realizaron anónimamente la revisión del artículo derivado de este trabajo.

A las autoridades así como a los pobladores de las comunidades de Sta. María Tepetzala y El Rincón Citlaltepetl, por la información y facilidades brindadas durante el trabajo.

A toda la planta académica de la maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas, que fomentaron mi gusto por el trabajo de campo y por inculcarme que la investigación con un impacto social es la forma más eficiente de crear un cambio en el sistema.

A mi familia y en especial a mi “Tío Chucho”, por su apoyo durante mi estancia profesional.

A mis compañeros y amigos, que me apoyaron tanto moral como directamente en el trabajo de campo y sobre todo a mi pareja por ser mi cómplice en todo este largo camino.

DEDICATORIA

En memoria del Dr. Marco Antonio Martínez Guerrero y de su hijo Juan David Martínez Madrigal, por el tiempo que pasamos juntos como una familia, también por enseñarme que la dicha de un hombre se encuentra en los detalles de la vida y que uno solo puede asegurar que la ha vivido cuando ha disfrutado de la misma hasta el hartazgo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
IV. JUSTIFICACIÓN	9
V. OBJETIVOS	10
5.1 Objetivo general	10
5.2 Objetivos particulares	10
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	11
6.1 Área de estudio y recolección de los ejemplares	11
6.2 Descripción macroscópica y procesamiento de los ejemplares.....	14
6.3 Descripción microscópica e Identificación taxonómica	15
6.4 Parámetros para la evaluación de la diversidad.....	16
6.5 Encuestas de Campo	17
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
7.1 Descripción y caracterización de especies de HSC del cerro “El Pinal”	18
7.2 Relación de las especies de HSC del Cerro “El Pinal” por Familia	27
7.3 Análisis de Riqueza de los Hongos comestibles del cerro “El Pinal”	34
7.4 Nombres locales de los hongos comestibles del Cerro “El Pinal”	38
7.5 Estadística descriptiva por localidad	44
7.6 Análisis de correlación	53
VIII. CONCLUSIÓN	58

<i>IX. RECOMENDACIONES</i>	59
<i>X. LITERATURA CITADA</i>	60
<i>XI. ANEXOS</i>	73
Anexo 1. Fotografías de algunos hongos silvestres del Cerro “El Pinal”	73
Anexo 2. Ficha para Hongos Laminares	77
Anexo 3. Ficha para Hongos con Poros	78
Anexo 4. Ficha para Hongos con otra disposición de Himenio	79
Anexo 5. Instrumento para la aplicación de entrevistas	80

I. INTRODUCCIÓN

La agroecología es propuesta como una opción viable frente a la crisis actual de pobreza, degradación ambiental y cambio climático, es capaz de generar sistemas altamente productivos, conservando la biodiversidad y los recursos naturales. Los sistemas de producción agroecológicos son biodiversos, resilientes y eficientes energéticamente (Nicholls y Altieri, 2012). Las principales características del agroecosistema son el resultado de un gran número de procesos que involucran varios componentes del sistema y en este sentido los hongos son un grupo de organismos clave como componentes de estos procesos, subsidiando gran parte del funcionamiento mismo del agroecosistema, al proveerle servicios ecológicos como son, el reciclaje de nutrientes y materia orgánica, relaciones simbióticas y el control biológico. En primera instancia son los principales agentes de la descomposición de restos orgánicos y del reciclaje de nutrimentos en los bosques (Lindeberg, 1981). Se estima que el 95% del metabolismo heterotrófico es generado por los organismos degradadores, dentro de los cuales los hongos contribuyen con el 90% del total (Reichle *et al.*, 1973).

La función de los hongos como simbioses mutualistas es muy relevante, ya que se estima que las micorrizas representan el 50% de la biomasa total y el 43% del nitrógeno recirculado anualmente en un ecosistema (Fogel, 1980). La degradación de la materia orgánica favorece la recirculación de los nutrimentos y a la vez el flujo de los fotoasimilados de las plantas hacia las raíces e hifas de las micorrizas. Dicha distribución de fotoasimilados ayuda a mantener una gran diversidad de comunidades de organismos del suelo, mismos que estabilizan los ecosistemas durante las fluctuaciones ambientales o en periodos de estrés ambiental (Perry *et al.*, 1989). Los hongos son capaces de transformar la materia de desecho en alimento

para el ser humano y para animales, pueden restaurar suelos contaminados y reciclar materiales de difícil descomposición, enriqueciendo los suelos de cultivo (Labarére y Menini, 1998). Por lo que la estabilidad y resistencia de un agroecosistema aumenta promoviendo una alta diversidad fúngica.

Los hongos son considerados como el segundo grupo más grande de organismos en la biosfera, después de los artrópodos, existe una relación de 6:1, basada en la estimación de plantas vasculares y de hongos, dando como resultado alrededor de 1 500 000 especies de hongos en el mundo (Hawksworth, 2001); de las cuales menos del 5% ha sido descrito y reportado (Hawksworth, 1991; 1993; Hawksworth & Mueller, 2005). Estudios recientes basados en hábitats potenciales para el desarrollo de especies fúngicas con métodos moleculares, predisponen una alta tasa de acumulación de nuevas especies, con estimación de 3 a 5 millones de especies (O'Brien *et al.*, 2005; Blackwell, 2011). Actualmente han sido descritas 300 000 taxa, con cerca de 10 000 especies de macromicetos, de ésta cantidad, alrededor de 2 000 se consideran comestibles (Rossman, 1994).

Dadas las características biogeográficas que posee México, se estima el país presenta alrededor de 200 000 (50 000 son macromicetos) especies de hongos, de las cuales solamente se conocen alrededor del 4% (Guzmán 1998a, 1998b). Por lo que, los estudios realizados en México en materia de macromicetos son muy escasos en comparación con países de Europa o con E.U.A., sin embargo, la riqueza fúngica en dichos países es menor que en regiones tropicales como México (Hawksworth, 1991; Guzmán *et al.*, 1997).

Los beneficios que ofrecen la producción, el manejo y la conservación de los hongos, tienen un alto potencial en agronomía, alimentación y aplicación medicinal (Guzmán, 1994). Aunado a esto el manejo y aprovechamiento de los hongos puede fomentar e

incentivar a los dueños de áreas forestales a la protección y mantenimiento de sus bosques (Torres-Rojo y Moreno-Sánchez, 1992).

Los hongos silvestres comestibles (HSC) son un recurso aprovechado en México desde épocas prehispánicas, y que en la modernidad es un recurso menospreciado o poco contemplado en comparación con países Europeos, en donde son considerados un elemento por demás invaluable (Martínez-Peña *et al.*, 2011). Es de suma importancia revalorar el recurso micológico, como pieza fundamental en los agroecosistemas de México, de tal forma que se contemple a este grupo de organismos a la hora de implementar la gestión y aprovechamiento de nuestros recursos.

II. ANTECEDENTES

La colecta de hongos silvestres ha significado desde tiempos remotos en México, una importante fuente de alimentación; existiendo varios grupos étnicos asentados en las partes altas de las Sierras Madres de Oriente (Totonacos, Tlaxcaltecas, Náhuatl), Occidente (Pimas, Tarahumaras, Gurijillos, Coras, Huicholes, Tepehuanos, Purepechas, Otomis, Nahuat, Mazahuas, Mixtecos altos); y en el Sur (Chamulas, Tzeltales y Tzotziles), ellos tienen un conocimiento muy antiguo sobre los usos de los hongos silvestres; sin embargo, se está perdiendo con el paso de las generaciones, junto con sus formas de “manejo y aprovechamiento”, conocimiento que forma parte del bagaje cultural cada vez más ligero de estos pueblos. Si a esta pérdida sumamos la desaparición y deterioro del hábitat, el futuro de estos pueblos, sus conocimientos y cultura están en peligro de desaparecer (SEMARNAT, 2010b), por tal motivo, es imperativo trabajar coordinadamente con ellos para lograr un manejo y aprovechamiento sustentable de sus recursos micológicos.

Se conocen 205 especies de hongos silvestres comestibles de las cuales 112 son objeto de venta en los mercados populares de México, particularmente en la región central del país (Villarreal y Pérez, 1989a, 1989b). De acuerdo con Villarreal (1993), dichas especies se distribuyen en México a lo largo de un gradiente altitudinal que incluye los bosques de coníferas con 153 especies, encino con 88, mesófilo de montaña con 35, bosques tropicales con 23 y zonas agrícolas y urbanas con 18 (Figura 1).

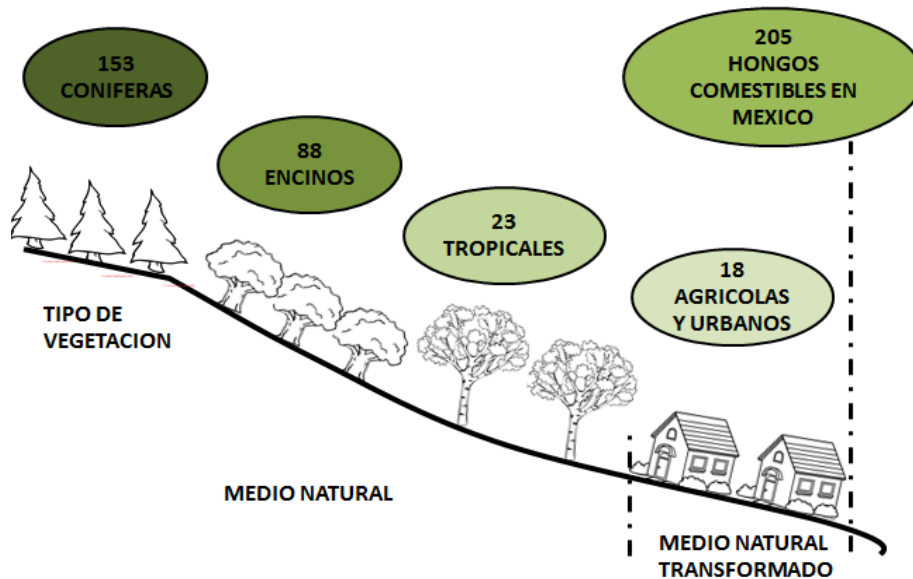


Figura 1. Distribución ecológica de los Hongos Silvestres Comestibles en México (Modificado de Villarreal 1993).

Las especies comestibles conocidas se encuentran distribuidas en 28 de los 31 Estados de la República Mexicana, siendo los estados de Hidalgo, México, Michoacán, Morelos y Veracruz, los de mayor diversidad conocida; en tanto que Baja California Sur, Colima, Nayarit, Sinaloa, Tabasco y Tamaulipas, los menos estudiados (Villarreal, 1989b), recientemente se ha arrojado nueva información sobre la diversidad fúngica en nuestro país, en el que estados anteriormente no contemplados presentan una alta diversidad como es el caso de Jalisco y Sonora (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). La distribución de los hongos comestibles comprende todo el ámbito nacional, se dispone de información en 28 entidades, siendo el Estado de México, Michoacán, Puebla, Oaxaca y Veracruz parte importante (Villarreal, 1995). Aunque recientemente se ha actualizado el número de especies de macromicetos presentes en el estado de Puebla (Vázquez-Mendoza y Valenzuela,

2010; Aguirre-Acosta *et al.*, 2014), el número exacto de especies comestibles en el estado de Puebla es aún desconocido (Pellicer-González *et al.*, 2002; Pérez-Moreno *et al.*, 2008); sin embargo Puebla cuenta con características propicias para figurar dentro de los estados más diversificados, debido a que sus bosques abarcan 770 000 ha, de las cuales 190 000 tienen potencial para el aprovechamiento forestal maderable (Romero, 2014). En cuanto a producción forestal, la entidad tiene una superficie total bajo manejo de 84 000 ha, correspondiendo el 93.2 % a coníferas, 6.4 % a latifoliadas y 0.4 % a otras especies (Mallen *et al.*, 2005). Aunque son varios los estudios sobre hongos silvestres comestibles en la región de la Malinche (Montoya *et al.*, 2001; Montoya *et al.*, 2004; Pérez-Moreno *et al.*, 2008), sitios cercanos a este volcán aún no han sido estudiados, como es el caso del cerro “El Pinal”, perteneciente a las formaciones orográficas conocidas como “Desprendimientos del volcán la Malinche”. Al formar originalmente parte de la Malinche, el tipo de vegetación que presenta es similar, siendo en su mayoría Bosque de Encino y presentando solo en la parte alta del cerro Bosque de Coníferas. De la misma forma las características edáficas son compartidas, existe presencia de suelos como el Regosol en las estribaciones superiores de los cerros del Pinal y el Tintero, de Luvisol en un área reducida al noroeste de El Pinal y de Feozem en un área reducida al sureste del cerro El Pinal y en el sureste del municipio de Acajete (INAFED, 2015).

A la fecha no existe un registro de la riqueza fúngica del cerro “El Pinal” en el estado de Puebla, no obstante al poco desarrollo de estudios sobre la riqueza fúngica de la región, la generación de investigación y conocimiento en materia de taxonomía, ecología y aprovechamiento tradicional de las especies de macromicetos, presentes en el cerro “El Pinal” nos proveerán de herramientas indispensables para la implementación de diversas acciones encaminadas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad micológica del Estado.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aprovechamiento de los HSC en México se ha realizado principalmente con fines de autoabasto o para comercialización a baja escala. Sin embargo, en la época de los ochenta, empresas extranjeras, principalmente japonesas se interesaron en la comercialización de hongos a gran escala con fines de exportación, incluso de especies que habitualmente no se consumían en México (SEMARNAT, 2010b).

La legislación de la recolección de hongos silvestres comestibles en México se encuentra sancionada en seis decretos generales: Ley General de Protección al Ambiente “LGEEPA” (CDHCU, 1988), la Ley General de Vida Silvestre “LGVS” (CDHCU, 2000), Ley de Desarrollo Rural Sustentable “LDRS” (CDHCU, 2001), la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable “LGDFS” (CDHCU, 2003) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales “SEMARNAT”, así como en dos normas oficiales Mexicanas la NOM-059 (SEMARNAT, 2010a) y la NOM-010 (SEMARNAT, 1996); sin embargo, la normatividad mexicana en materia de aprovechamiento y comercialización de hongos silvestres resulta engorrosa e insuficiente, a la par del desconocimiento y falta de experiencia en la gestión del recurso micológico, por lo que la legislación se encuentra empobrecida, ocasionando el traslado de su competencia a otras leyes y reglamentos, generando falta de coherencia, como es el caso de las leyes de protección (LGEEPA), Ley Forestal (LGDFS) y la Ley de Vida Silvestre (LGVS) que aunque consideran dentro de su reglamentación la competencia de los hongos silvestres, tratan el tema de una manera superficial y generalizada, derogando sus particularidades importantes a las NOM-059 y NOM-010 y limitándose tan solo a la exigencia de la elaboración de proyectos por parte de técnicos del área Forestal (Benítez-Badillo *et al.*, 2013).

Los proyectos que inician desde una perspectiva de aprovechamiento, requieren sin lugar a dudas un proceso de monitoreo de las especies con potencial de aprovechamiento, el monitoreo en primera instancia propone la estimación de los efectos ocasionados por la cosecha de los cuerpos fructíferos de hongos silvestres comestibles, en relación al rendimiento de la producción y el tamaño de la población (Pilz & Molina, 1996), pero el proceso de monitoreo del recurso inicia con la información arrojada por inventariar el recurso, que es el paso principal, en el cual se prioriza el potencial del sitio, del recurso, de su diversidad y ecología, así como los impactos sobre las poblaciones de diferentes especies y hábitats muchas veces con algún tipo de manejo de la biodiversidad (O' Dell *et al.*, 1992), muchas veces el fracaso de los proyectos dirigidos al aprovechamiento de un recurso se debe a la falta de conocimiento y a la carencia de información acerca de la ecología, diversidad, distribución y susceptibilidad de tal recurso.

Es necesario desarrollar investigaciones sobre la diversidad y la ecología de poblaciones de hongos comestibles silvestres en el estado de Puebla, para con ello solventar en gran medida el rezago en materia académica sobre este grupo de organismos, así como evaluar el manejo que los habitantes propiamente le dan a este recurso, caracterizar estos componentes posteriormente nos permitirá evaluar las condiciones propicias que pueden generar un manejo planificado de estos recursos, donde se contemplen las áreas: económica, socio-cultural, político-institucional y ambiental en beneficio de las mismas comunidades.

IV. JUSTIFICACIÓN

La sobreexplotación de los recursos naturales es una cuestión ajena a los principios agroecológicos y de sustentabilidad. Visto desde la perspectiva de aprovechamiento sustentable de los recursos, los HSC dentro de las regiones boscosas de México, representan una alternativa viable, ya que son un recurso con alto potencial económico para las comunidades.

En la actualidad no existe un manejo estandarizado sobre los HSC en México, por ello se propone la necesidad del manejo sostenible de los agroecosistemas como un enfoque prioritario. El proceso de inventariar la diversidad de hongos silvestres comestibles que proveen los bosques de México, así como el aprovechamiento tradicional que se tiene del recurso por parte de los pobladores, son características importantes a tomar en cuenta cuando se procede a la gestión de un manejo agroecológico en zonas forestales y agroforestales, la sobreexplotación de recursos o en el mejor de los casos la carencia de aprovechamiento deben ser sustituidos por el manejo agroecológico sustentable, todo planteamiento de una estrategia de desarrollo dirigida a los recursos naturales (incluidos los hongos) necesita inexorablemente de la caracterización primera de tal recurso, el aprovechamiento de los recursos naturales debe por tanto explicarse dentro de un territorio en particular en un tiempo determinado, son la heterogeneidad de las particularidades del recurso y no las políticas externas, las que van entonces a condicionar las directrices en vía de su aprovechamiento.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Estimar la diversidad de HSC del Cerro el Pinal en el municipio de Acajete-Puebla, así mismo, identificar su manejo y aprovechamiento dentro de los agroecosistemas de la zona de estudio.

5.2 Objetivos particulares

- Identificar la diversidad micológica con potencial de manejo del Cerro el Pinal (Acajete-Puebla), mediante recolectas de HSC.
- Preservar, caracterizar y determinar taxonómicamente los ejemplares recolectados.
- Recabar información etnomicológica de la región sobre HSC, así como su manejo, conservación y costumbres asociadas a los agroecosistemas de la zona de estudio.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio y recolección de los ejemplares

La recolección de macromicetos silvestres comestibles se realizó en el cerro “El Pinal” (Figura 2), perteneciente al municipio de Acajete-Puebla, que se localiza entre los paralelos 19° 00' y 19° 12' de latitud norte; los meridianos 97° 50' y 98° 01' de longitud oeste; altitud entre 2 280 y 3 200 m. Colinda al norte con el municipio de Tepatlaxco de Hidalgo, el estado de Tlaxcala y el municipio de Nopalucan; al este con los municipios de Nopalucan y Tepeaca; al sur con los municipios de Tepeaca, Cuautinchán y Amozoc; al oeste con los municipios de Amozoc y Tepatlaxco de Hidalgo (Figura 3). Presenta un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2), una temperatura media que va de los 6 °C a los 16 °C, una precipitación pluvial media anual de 772.3 mm y un área boscosa de 21.9 ha (INEGI, 2009). Las colectas de los ejemplares se realizaron en el periodo de lluvias de la región, que comprendió de junio a octubre del 2013. Se realizaron 2 muestreos mensuales, con 10 transectos de 3 x 100 m cada uno, tomando en cuenta las veredas por donde se trasladan los pobladores (Figura 4), las recoletas fueron realizadas a lo largo de los transectos a un máximo de 3 m de distancia del camino principal.



Figura 2. Vista panorámica del cerro el Pinal.

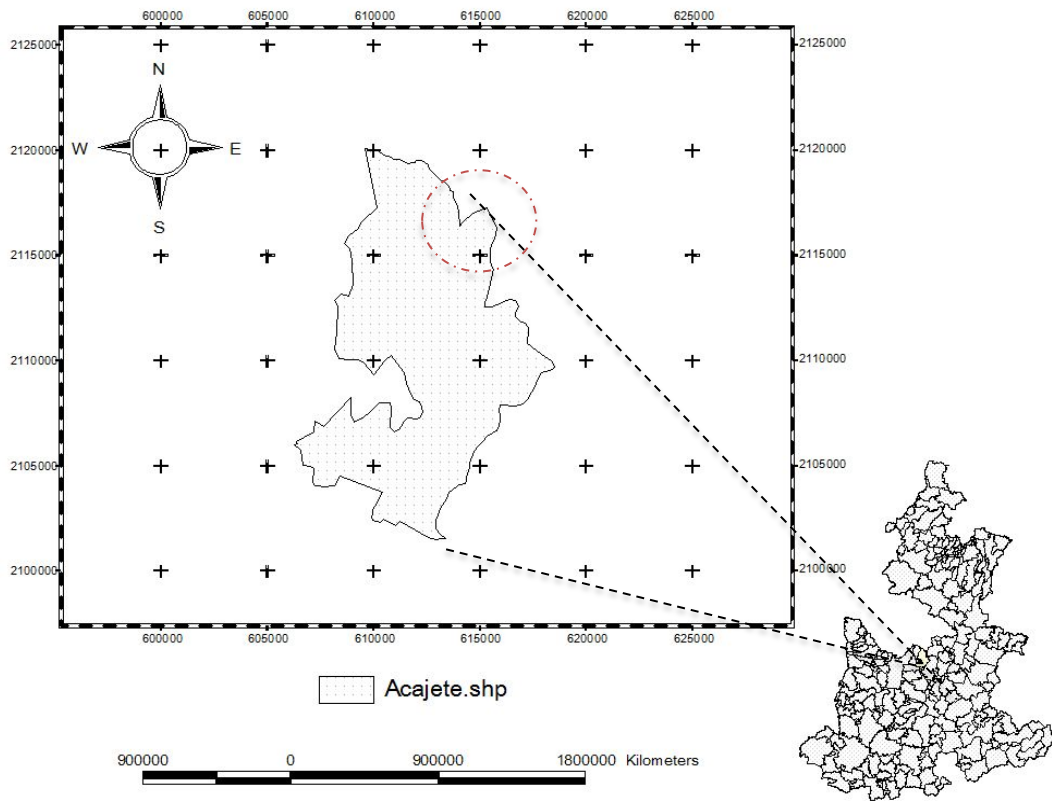


Figura 3. Localización del municipio de Acajete Puebla.

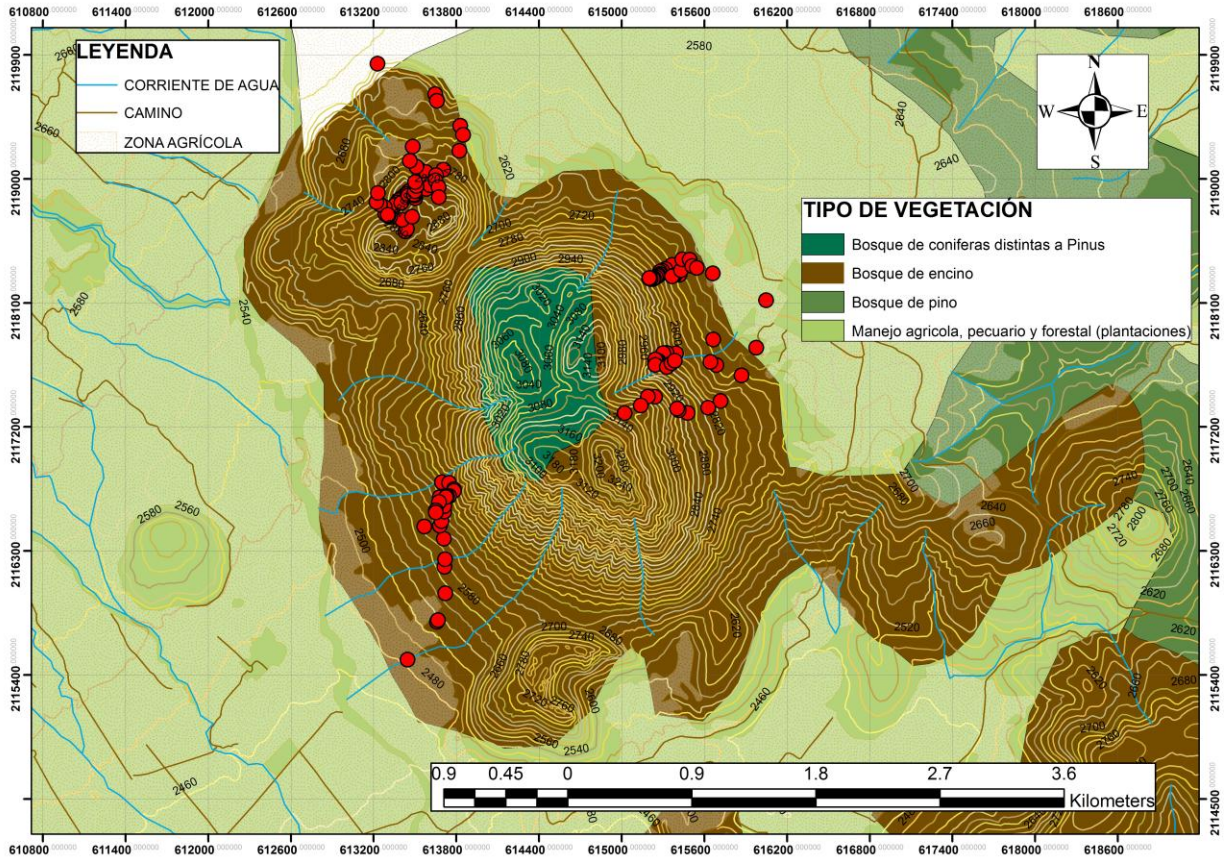


Figura 4. Ubicación de los sitios de colecta en el Cerro “El Pinal”.

Los hongos fueron fotografiados en campo (Anexo 1) y colectados con cuidado para no maltratarlos, se realizó un breve registro del mismo en la libreta de campo junto con algunas características de importancia, como son tipo de hábitat, dispersión del ejemplar y sustrato, la recolección de basidiomas se realizó en ejemplares completos, evitando aquellos en proceso de pudrición o decolorados por las condiciones climáticas, para ello se utilizaron las guías de colores de Munsell (1975); Kornerup & Wanscher (1978), posteriormente se colocaron en bolsas de papel encerado para mantenerse frescos, se tomaron datos de ubicación con GPS. Las

muestras fueron etiquetadas con los datos y trasladadas al laboratorio de Biotecnología de Hongos del Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

6.2 Descripción macroscópica y procesamiento de los ejemplares

La descripción macroscópica de los hongos se realizó en el laboratorio, para valorar las características se tomaron fotografías de alta resolución tomadas con una cámara NIKON D3000, Panasonic DMC-FX10 y dichas tomas se realizaron bajo cortes sagitales, transversales y tomas de las láminas, para su mejor apreciación. Se obtuvo la información básica de los organismos, quienes poseen cada uno una etiqueta (modificada de Cifuentes *et al.*, 1986) con sus datos de colecta correspondientes (fecha, sitio de colecta, altitud, tipo de vegetación, etc.) y con su identificación taxonómica agregada. Las etiquetas fueron elaboradas de 10 x 15 cm, hechas en computadora e impresas con calidad láser en papel blanco, dichas etiquetas se especificaron para hongos laminares, hongos con tubos y hongos de forma irregular (Anexos 2, 3 y 4). Aunado a los datos de colecta: Determinación (especie o género), colector, fecha, localidad, coordenadas UTM (*Universal Transversa of Mercator*), se tomaron en cuenta las características; Píleo: tamaño, forma, margen, color, textura, ornamentación; Láminas: unión, frecuencia, borde; Estípites: forma, color, consistencia y características de la carne (Largent, 1973; Cifuentes *et al.*, 1986; Largent & Thiers, 1986; Delgado *et al.*, 2005). Posteriormente se obtuvieron impresiones de las esporas del hongo sobre papel (esporadas), las cuales se almacenaron junto a los ejemplares completos. Los ejemplares fueron deshidratados a 45 °C de 24 a 72 hrs. dependiendo de la turgencia del ejemplar (Guzmán, 1980; Delgado *et al.*, 2005), los hongos deshidratados fueron colocados en un periodo de cuarentena, en el cual se revisaron semanalmente para evitar

contaminaciones, finalizado este periodo, quedaron almacenados en cajas de cartón junto con la ficha descriptiva.

6.3 Descripción microscópica e Identificación taxonómica

Se realizaron preparaciones temporales con KOH al 5 % y reactivo de Melzer, realizando cortes transversales y longitudinales de las diferentes partes del basidioma. Se registraron las características microscópicas de importancia taxonómica tales como: tamaño, forma y color de las esporas, basidios, cistidios, setas e hifas, así como el tipo de sistema hifal y presencia de fíbulas (Largent *et al.*, 1986). La descripción consistió en medir un número (25-30) de esporas, basidios y cistidios donde se determinaban el largo y el ancho de cada estructura, para la medición de las estructuras microscópicas de los ejemplares se utilizó el programa Piximètre 5.3.

Para la identificación taxonómica de los ejemplares se utilizaron las claves de identificación propuestas por (Largent, 1973; Guzmán, 1980; 1989; Largent & Watling, 1986; Largent & Baroni, 1988) y claves taxonómicas vía web, “MushroomExpert” (Kuo, 2007). Para el arreglo de manera taxonómica de los ejemplares así como su correcta revisión nomenclatural, se contó con el “Index Fungorum” (CABI, 2012), una asociación en línea dedicada al almacenamiento del arreglo taxonómico y nomenclatural de todo el registro publicado sobre micología a nivel internacional y el “Catálogo de autoridades taxonómicas de los hongos (Fungi) de México” (CONABIO, 2008). Una vez concluida la identificación de los hongos, estos se colocaron deshidratados en bolsas de plástico selladas donde se les agregó su información asociada, pasando a formar parte de la Colección de Hongos del laboratorio de Biotecnología de Hongos comestibles y funcionales de la BUAP.

6.4 Parámetros para la evaluación de la diversidad

Para estimar la riqueza observada (Sobs) y la completitud del inventario de especies de HSC del cerro “El Pinal” se ejecutó un análisis combinado de estimadores no paramétricos para esfuerzos de muestreo crecientes, se calcularon curvas de acumulación de especies estimadas según los siguientes estimadores no paramétricos (Chazdon *et al.*, 1998; Colwell, 2006). El estimador de cobertura basado en la incidencia (ICE); el estimador Chao 2; los estimadores de tipo Jackknife de primer y segundo orden (Jack 1 y Jack 2) y el estimador de tipo Bootstrap. Se eliminó el posible efecto del orden en el que se añaden las muestras a la curva mediante remuestreo aleatorio, en todos los cálculos se usaron 100 aleatorizaciones, con reemplazamiento (Colwell & Coddington, 1994).

Se realizaron todas las estimaciones dentro del programa EstimateS vers. 9.1.0 (Colwell, 2006), y se exportaron los resultados de todas las reordenaciones aleatorias a un archivo de Microsoft Office Excel donde se evaluaron los resultados de cada estimador. La estructura del modelo de acumulación de especies asintótico utilizado fue el conocido como Chapman-Richards:

$$S(x) = a(1 - \exp(-bx))^c$$

Dónde $S(x)$ = Riqueza observada a acumulada (Sobs; valor medio obtenido tras 100 remuestreos con reemplazamiento), mientras que la variable independiente (x) fue el esfuerzo de muestreo y a - c son el número de parámetros del modelo.

6.5 Encuestas de Campo

Se realizaron entrevistas mediante un muestreo dirigido a 50 personas pertenecientes a las comunidades de El Rincón Citlaltepétl y Sta. María Tepetzala, regiones aledañas al sitio de muestreo. Para recabar la información necesaria se abordaron tres dominios principales: 1) la percepción cultural y la clasificación de estos organismos, 2) los aspectos biológicos y culturales de su utilización y 3) las bases culturales y biológicas de su manejo (Ruan-Soto *et al.*, 2007). A este respecto se realizó una visita previa para evaluar la forma de abordar estos tres dominios, posterior a la visita de evaluación, se procedió con la información obtenida a formalizar una encuesta (Anexo 5), misma que fue aplicada en las comunidades aledañas al sitio de muestreo, las encuestas se aplicaron durante los meses de Junio a Septiembre de 2014, a manera de registrar la mayor cantidad de información sobre los nombres comunes de los hongos, así como los usos y las costumbres asociadas a estos, de la misma forma se evaluó el manejo que estas comunidades le dan a los hongos y consideraciones acerca de su perspectiva como una fuente viable de ingresos.

El resultado de la estadística descriptiva de las encuestas realizadas para cada localidad se realizó mediante un análisis de tabulación cruzada por localidad, posteriormente se realizó el análisis de correlación de Pearson para las variables cuantitativas y mixtas, tanto los análisis como el diseño de la encuesta fueron elaborados en el programa DYANE vers. 2.0.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Descripción y caracterización de especies de HSC del cerro “El Pinal”

Se recolectaron 86 ejemplares de esporomas de hongos silvestres, de los cuales se identificaron 25 especies, pertenecientes a 2 Clases, 8 Órdenes, 17 Familias y 19 géneros. Se presenta la descripción, caracterización e identificación de dichas especies.

Caracterización e Identificación de los ejemplares recolectados:

Clase Basidiomycetes

Subclase Agaricomycetidae

Orden Agaricales

Familia Amanitaceae

Amanita caesareae (Scop.) Pers., 1801. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 2,3–7.2cm, de color anaranjado con tonalidades amarillentas, margen estriado, convexo. Láminas lisas, libres, amarillo claro. Estípite: de 30 – 65 x 3 – 9 cm, concolor a las láminas, fibroso, central, con presencia de un anillo del mismo color de las láminas, presencia de volva blanquecina y membranosa. Caracteres microscópicos: Trama bilateral. Basidios tetraesporicos. Esporas de 9 – 12 x 6 – 7 μ , elipsoidales, no amiloides, esporada blanca. Sustrato y Hábito: solitario en bosque de encino. Núm. Inventario: ID. 411.

Amanita vaginata (Bull.) Lam, 1783. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 6.3–8.2cm, de color gris a café claro, margen estriado, convexo, ligeramente acampanado.

Láminas lisas, libres, blancas. Estípite: de 8 – 12 x 1 – 2 cm, blanco, fibroso, central, presencia de volva blanquecina y membranosa. Caracteres microscópicos: Trama bilateral. Basidios tetraesporicos. Esporas de 8 – 10 x 6 – 7 μ , elipsoidales, no amiloides, esporada blanca. Sustrato y Hábito: solitario en bosque de encino. Núm. Inventario: ID. 450.

Familia Pleurotaceae

Pleurotus pulmonarius (Fr.) Quél., 1872. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 6 cm, convexo a ligeramente plano, húmedo cuando fresco, coloración blanquecina a café claro. Láminas cerradas, decurrentes blanquecinas. Estípite: ausente. Caracteres microscópicos: Esporas: de 8 – 10 x 3,5 – 5 μ , cilíndricas, esporada blanca. Sustrato y Hábito: gregario sobre madera en descomposición. Núm. Inventario: ID. 413.

Familia Tricholomataceae

Gymnopus dryophilus (Bull.) Murrill. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 2 – 4 cm, ocre-anaranjado, glabro, convexo o ligeramente extendido. Láminas blanquecinas, juntas. Estípite: de 6 – 7.5 x 0.5 cm, blanco y liso. Caracteres microscópicos: Presencia de queilocystidios filamentosos. Esporas: de 5.5 – 6 x 2.5 – 3 μ , elípticas, no amiloides, esporada blanca. Sustrato y Hábito: húmico y gregario. Núm. Inventario: ID. 454.

Hygrophorus chrysodon (Batsch) Fr., 1838. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 4-6 cm de ancho, convexo a ligeramente aplanado, superficie húmeda, blanco con manchas amarillas. Láminas blancas, adheridas, cerosas, ligeramente separadas. Estípite de 5 – 6 x 1 – 1.5 cm, concolor al píleo, presencia de manchas amarillentas. Caracteres microscópicos: Trama divergente. Basidios tetraesporicos. Esporas: de 7 – 10 x 3.5 – 5 μ , lisas, elípticas, no amyloides. Sustrato y Hábito: algo disperso en suelos con abundante materia orgánica. Núm. Inventario: ID. 431.

Hygrophorus russula (Schaeff.) Kauffman, 1918. Caracteres macroscópicos: Píleo de 5-8 cm, convexo a plano, ligeramente glutinoso y fibriloso, margen enrollado y liso, color rojizo a rosado. Estípite de 3 – 6 x 1 – 3.5 cm, más o menos con la misma coloración del sombrero, ligeramente fibriloso. Caracteres microscópicos: Trama divergente. Ausencia de cistidios hymeniales. Pileipellis en ixotrichodermo. Basidios tetraesporicos. Esporas: de 6.2 – 7.4 x 3.5 – 4.5 μ , elípticas, lisas, Esporada blanca. Sustrato y Hábito: Terrícola y disperso. Núm. Inventario: ID. 434.

Familia Lycoperdaceae

Lycoperdon perlatum Pers., 1796. Caracteres macroscópicos: Con forma globosa, presenta un área prominente que asemeja a un estípite, el diámetro de la parte más ancha es de 5 cm y con 4 – 7 cm de altura, está cubierto con unas pequeñas prominencias semejantes a espinas pulverulentas que son fácilmente desprendibles, color blanquecino y marrón, cuando maduro presenta una abertura apical. Caracteres microscópicos: Esporas de 3.5 – 4.5 μ redondas y ornamentadas. Sustrato y Hábito: Humícola y gregario. Núm. Inventario: ID. 424.

Orden Boletales

Familia Boletaceae

Boletus edulis Bull., 1782. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 8 – 12 cm, convexo a ligeramente convexo, húmedo al tacto, liso, color marrón y ligeramente anaranjado. Superficie de los poros: blanquecina a amarillenta, cuando está maduro contiene de 2 a 3 poros por milímetro. Tubos: de 3 cm de profundidad. Estípite: de 10 – 15 cm de largo y 4cm de grosor, ligeramente reticulado, sobretodo en la parte superior, color blanquecino a marrón en algunas zonas. Caracteres microscópicos: Esporas: de 13-18.5 x 4 -6.5 μ . Esporada: marrón oliváceo. Sustrato y Hábito: Solitario en abundante hojarasca. Núm. Inventario: ID. 420.

Familia Suillaceae

Sillus brevipes (Peck) Kuntze, 1898. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 5 – 8 cm, convexo, glutinoso, color marrón rojizo, margen ligeramente incurvado. Superficie de poros: amarillo pálido, olivaceo, de 1 a 2 poros circulares por milímetro. Tubos: de 1cm de profundidad. Estípite: 2 – 5 x 1 – 3 cm, concolor a la superficie de los poros. Caracteres microscópicos: Esporas: de 7 – 9.5 x 2 – 3 μ , lisas y subfusiformes. Pleurocistidios y Cheilocistidios: de 50 x 10 μ ligeramente marrones. Esporada: marrón canela. Sustrato y Hábito: solitario o en grupos, en asociación a pinos. Núm. Inventario: ID. 455.

Orden Cantharellales

Familia Cantharellaceae

Cantharellus cibarius Fr., 1821. Caracteres macroscópicos: Píleo: de 1 – 6 cm, más o menos convexo volviéndose plano o ligeramente involuto, margen irregular y recurvado, liso a ligeramente fibriloso, color amarillo pálido. Láminas: presencia de láminas falsas con apariencia de inervaciones decurrentes, concolor al píleo aunque ligeramente más pálidas. Estípite: de 2.4 – 6 x 1 – 2 cm, de forma variable, y de coloración como la parte himenial. Caracteres microscópicos: Esporas: de 7 – 10.5 x 4 – 5,5 μ , lisas, elípticas, no amiloides. Esporada: amarillo pálido. Sustrato y Hábito: gregario, en suelos con abundante hojarasca. Núm. Inventario: ID. 460.

Craterellus cornucopioides (L.) Pers., 1825. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: de 2 – 7 cm de ancho por 10 cm de altura, tubular, con margen enrollado cuando es joven, de carne delgada, la parte interna es de una coloración oscura con tonos grises y con la presencia de escamas pálidas en su superficie, la parte externa es lisa y con ligeras enervaciones cercanas a la parte del margen, de color cenizo. Caracteres microscópicos: Basidios biespóricos. Esporas: de 8.4 – 13.2 x 5.5

– 5.9 μ , lisas y elípticas. Sustrato y Hábito: gregario, casi enterrado sobre la hojarasca. Núm. Inventario: ID. 451.

Familia Clavulinaceae

Clavulina coralloides (L.) J. Schröt., 1888. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: de 2 – 10 x 3 – 5cm, ramificaciones juntas, de 0.2 – 0.5 cm de anchura, de color blanquecino a grisáceo, la base es delgada de aproximadamente 0.5 cm de anchura y hasta 3 cm de largo. Caracteres microscópicos: Esporas: de 7 – 11 x 6.5 – 10 μ , basidios clavariformes con 2 esterigmas. Sustrato y Hábito: solitario a gregario, sobre suelo. Núm. Inventario: ID. 478.

Orden Phallales

Familia Geastraceae

Geastrum triplex Jungh., 1840. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: en forma de pelota con una abertura prominente, de 2 – 4 cm, se desgaja en 4 o 5 “pétalos” coloración café claro, se ennegrece con la edad, la parte interna de los gajos suele desgarrarse formando lo que pareciera una tercera capa. Caracteres microscópicos: Esporas: de 4 – 4.5 μ , globosas, con una ornamentación de espinas, coloración marrón. Sustrato y Hábito: disperso al pie de encinos. Núm. Inventario: ID. 448.

Familia Gomphaceae

Clavariadelphus truncatus (Qué.) Donk, 1933. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: de 3 – 15 cm de altura y cerca de 3 cm de ancho en la parte apical, clavariforme, al principio es liso y con la edad se vuelve rugoso en su superficie, rosado anaranjado, cuando maduro se obscurece y torna marrón, de carne blanquecina. Caracteres microscópicos: Esporas: de 8.3 – 11.6 x 4 – 5,5 μ , lisas.

Sustrato y Hábito: solitario a gregario, abundante y en asociación clara con encino.
Núm. Inventario: ID. 489.

Familia Ramariaceae

Ramaria flava (Schaeff.) Quél., 1888. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: de 4 – 10 x 5 – 10, base pobremente definida, ramificaciones juntas, ramificaciones elongadas y orientadas verticalmente, de coloración pálida, blanquecina y en ocasiones ligeramente rosada, se oscurece con el maltrato, la base es muy poco diferenciada, blanquecina, con presencia de rizomorfos. Caracteres microscópicos: Esporas: de 7.5 – 10.5 x 3.5 – 4.5 μ , elípticas, rugosas, presencia de hifas de pared gruesa. Sustrato y Hábito: solitario a gregario, sobre suelos ricos en materia orgánica. Núm. Inventario: ID. 487.

Ramaria stricta (Pers.) Quél., 1888. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: de 4 – 10 x 5 – 10 cm, base pobremente definida, ramificaciones juntas, ramificaciones elongadas y orientadas verticalmente, de coloración pálida, blanquecina y en ocasiones ligeramente rosada, se oscurece con el maltrato, la base es muy poco diferenciada, blanquecina, con presencia de rizomorfos. Caracteres microscópicos: Esporas: de 7.5 – 10.5 x 3.5 – 4.5 μ , elípticas, rugosas, presencia de hifas de pared gruesa. Sustrato y Hábito: solitario a gregario, sobre suelos ricos en materia orgánica. Núm. Inventario: ID. 439.

Ramaria botrytis (Pers.) Ricken, 1918. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: de 7 – 15 x 6 – 20 cm, cuerpo macizo, ramificaciones densas, basalmente gruesas, juntas y cortas, de coloración blanquecina en la base y en la parte terminal rosadas a púrpura o rojizas, la base es bastante gruesa, blanquecina o ligeramente marrón. Caracteres microscópicos: Fíbulas presentes. Esporas: de 14.5 – 16 x 4 – 5.5 μ , subfusiformes, ornamentadas, basidios de 4 esterigmas. Sustrato y Hábito: solitario a gregario, sobre suelos ricos en materia orgánica. Núm. Inventario: ID. 438.

Subclase Tremellomycetidae

Orden Auriculariales

Familia Auriculariaceae

Auricularia auricula-judae (Fr.) Quél., 1886. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: irregular, típicamente con forma de oreja, de 1 – 4 cm en forma de concha o pétalo, consistencia gelatinosa, coloración de café a marrón oscuro, superficie venosa y suave. Caracteres microscópicos: Basidios triseptados. Superficie con presencia de setas hialinas alargadas. Esporas: de 12.5 – 18.4 x 4.3 – 7.6 μ , fusiformes, lisas. Esporada: blanca. Sustrato y Hábito: solitario e imbrincado, sobre madera en descomposición. Núm. Inventario: ID. 415.

Familia Sparassidaceae

Sparassis crispa (Wulfen) Fr., 1821. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: de 10 – 20 cm, ramificaciones en forma de láminas que provienen de una base común, coloración blanquecina. Caracteres microscópicos: Presencia de Fíbulas. Esporas: de 5.4 – 7 x 4 – 5,5 μ , lisas, ligeramente elípticas, no amiloides. Sustrato y Hábito: solitario e imbrincado sobre la base de encinos principalmente. Núm. Inventario: ID. 413.

Clase Ascomycetes

Subclase Pezizomycetidae

Orden Pezizales

Familia Helvellaceae

Helvella crispa (Scop.) Fr., 1822. Caracteres macroscópicos: Sombrero: de 1-5cm en forma de silla de montar, superficie glabra y con presencia de pequeñas venaciones,

coloración blanquecina, o color hueso, superficie interna ligeramente fibrilosa, de color un poco más oscuro que la parte exterior. Pie: de 2 – 8 x 1 – 2 cm, de color blanquecino más pálido que la parte superior, con presencia de venaciones y huecos a lo largo de todo el pie. Caracteres microscópicos: Esporas: de 16.5 – 20.2 x 10.4 – 13.7 μ , elípticas, lisas, con presencia de gotas internas, ascas de 8 esporas, paraphysas clavadas, hialinas de 5.2 – 12.2 μ de ancho. Sustrato y Hábito: disperso y terrícola bajo arboles de encino. Núm. Inventario: ID. 426.

Helvella lacunosa Afzel., 1783. Caracteres macroscópicos: Sombrero: de 5 – 8 cm en forma de silla de montar, superficie glabra y con presencia de pequeñas venaciones, coloración marrón oscuro a negro, superficie interna lisa, de color gris o tonos marrones grisáceos. Pie: de 2 – 10 x 1 – 3 cm, de color blanquecino cuando joven, se torna oscuro y puede llegar a ser grisáceo o negro, con presencia de venaciones y huecos a lo largo de todo el pie. Caracteres microscópicos: Esporas: de 14.5 – 21.2 x 10.4 – 13.7 μ , elipsoides, lisas, con presencia de gotas internas, ascas de 8 esporas, paraphysas clavadas, hialinas de 2.5 – 10.2 μ de ancho. Sustrato y Hábito: disperso y terrícola regularmente asociado a coníferas. Núm. Inventario: ID. 461.

Helvella cupuliformis Dissing & Nannf., 1966. Caracteres macroscópicos: Sombrero: de 1 – 4cm en forma de copa, superficie lisa y coloración gris y en ocasiones marrón, superficie interna lisa, de color gris o tonos marrones grisáceos, se torna más pálida hacia el pie. Pie: de 1 – 3 x 0.5 – 0.8 cm, de color blanquecino a café. Caracteres microscópicos: Esporas: de 16.3 – 20.2 x 11.4 – 12.7 μ , elipsoides, lisas, con presencia de gotas internas, paraphysas con contenido granular de color café, hialinas a café, de 4 – 8 μ de ancho. Sustrato y Hábito: disperso a gregario, terrícola, en suelo de bosque de encino. Núm. Inventario: ID. 494.

Familia Morchellaceae

Morchella esculenta (L.) Pers., 1794. Caracteres macroscópicos: Sombrero: de 5-8cm en forma de colmena, con numerosos alveolos, de coloración marrón u ocre. Pie: de 2 – 4 x 1.5 – 2 cm, de color blanquecino. Caracteres microscópicos: Esporas: de 16.3 – 20.2 x 11.4 – 13.7 μ , elipsoides, lisas, con presencia bordes granulados. Sustrato y Hábito: disperso a gregario, terrícola, en suelo de bosque de encino. Núm. Inventario: ID. 441.

Subclase Leotiomycetidae

Orden Helotiales

Familia Leotiaceae

Leotia lubrica (Scop.) Pers., 1797. Caracteres macroscópicos: Sombrero: de 1 – 4 cm, de forma variable, convoluto, liso, viscoso al tacto, margen enrollado, coloración café amarillento, a oliváceo. Pie: de 2.5 – 6 x 0.8 – 1 cm, liso, viscoso, concolor al sombrero aunque más pálido. Caracteres microscópicos: Esporas: de 16.6 – 24.5 x 4 – 5.5 μ , subfusiformes, septadas, paraphysas filiformes de 1 – 2 μ de ancho. Sustrato y Hábito: cespitoso, terrícola, en suelo de bosque de encino. Núm. Inventario: ID. 491.

Subclase Sordariomycetidae

Orden Hypocreales Lindau, 1897

Familia Hypocreaceae

Hypomyces lactifluorum (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860. Caracteres macroscópicos: Cuerpo fructífero: parasito que recubre en su totalidad los basidiomas de especies pertenecientes al género *Russula* y *Lactarius*, los torna completamente a una coloración rojizo-anaranjado. Caracteres microscópicos: Esporas: de 35 – 50 x 4 –

5,5 μ , alargadas, septadas. Sustrato y Hábito: disperso, fungícola. Núm. Inventario: ID. 425.

7.2 Relación de las especies de HSC del Cerro “El Pinal” por Familia

En cuanto a la relación por familias de las especies colectadas, tenemos que de las 25 especies encontradas 19 especies pertenecen a la clase Clase Basidiomycetes y 6 a la Clase Ascomycetes. El bosque de encino presentó un punto máximo de incidencia de especies de hongos comestibles en el mes de septiembre (Tabla 1). Las especies que presentaron mayor recurrencia durante los meses de colecta fueron: *Auricularia auricula-judae* que se encontró en todos los meses de colecta, *Clavariadelphus truncatus*, *Lycoperdon perlatum* y *Ramaria flava* que se encontraron en cuatro de los cinco meses muestreados.

Las familias pertenecientes a la Clase Basidiomycetes fueron: Pleurotaceae, Amanitaceae, Tricholomataceae, Lycoperdaceae, Boletaceae, Suillaceae, Cantharellaceae, Clavulinaceae, Geastraceae, Gomphaceae, Ramariaceae, Auriculariaceae y Sparassidaceae (Tabla 2). Las familias pertenecientes a la Clase Ascomycetes fueron: Helvellaceae, Morchellaceae, Leotiaceae e Hypocreaceae (Tabla 3). La proporción de las familias dentro de la clase Basidiomycetes (Figura 5), muestra en primer lugar a la familia Ramariaceae y Tricholomataceae con 16 % respectivamente, seguido de Amanitaceae y Cantharellaceae con el 11 %, tan solo estas cuatro familias contienen el 54 % del total de especies encontradas para la clase Basidiomycetes, mientras que para la Clase Ascomycetes (Figura 6) la familia mejor representada fue Helvellaceae con el 50 % del total de las especies, todas las demás familias ocupan un porcentaje inferior.

Tabla 1. Fenología de esporomas en los meses de estudio.

Especies	Meses				
	Jn	Jl	A	S	O
<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers., 1801			*	*	
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam, 1783	*			*	
<i>Auricularia auricula-judae</i> (Fr.) Quél., 1886	*	*	*	*	*
<i>Boletus edulis</i> Bull., 1782		*	*		*
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr., 1821	*	*	*		
<i>Clavariadelphus truncatus</i> (Quél.) Donk, 1933	*	*	*	*	
<i>Clavulina coralloides</i> (L.) J. Schröt., 1888	*				
<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers., 1825	*		*		
<i>Geastrum triplex</i> Jungh., 1840.	*		*		
<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill, 1916	*	*	*		
<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr., 1822	*			*	*
<i>Helvella cupuliformis</i> Dissing & Nannf., 1966				*	
<i>Helvella lacunosa</i> Afzel., 1783	*			*	*
<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr., 1838			*	*	*
<i>Hygrophorus russula</i> (Schaeff.) Kauffman, 1918				*	*
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860				*	
<i>Leotia lubrica</i> (Scop.) Pers., 1797			*	*	
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers., 1796	*		*	*	*
<i>Morchella esculenta</i> (L.) Pers., 1794				*	
<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél., 1872				*	
<i>Ramaria botrytis</i> (Pers.) Ricken, 1918			*		
<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél., 1888	*	*	*		*
<i>Ramaria stricta</i> (Pers.) Quél., 1888			*	*	
<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr., 1821	*				
<i>Suillus brevipes</i> (Peck) Kuntze, 1898	*				*

Tabla 2. Relación de especies encontradas por Familia para la Clase Basidiomycetes en el cerro “El Pinal”.

Familia	Género	Especie	ID
Pleurotaceae	<i>Pleurotus</i> (Fr.) P. Kumm., 1871	<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél., 1872	413
Amanitaceae	<i>Amanita</i> Pers., 1797	<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers., 1801	411
		<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam, 1783	450
		<i>Gymnopus</i> (Quél.) Quél. ex Moug. & Ferry, 1887	<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill, 1916
Tricholomataceae	<i>Hygrophorus</i> Fr., 1836	<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr., 1838	431
		<i>Hygrophorus russula</i> (Schaeff.) Kauffman, 1918	434
Lycoperdaceae	<i>Lycoperdon</i> Pers., 1801	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers., 1796	424
Boletaceae	<i>Boletus</i> Fr., 1821	<i>Boletus edulis</i> Bull., 1782	420
Suillaceae	<i>Suillus</i> Gray, 1821	<i>Suillus brevipes</i> (Peck) Kuntze, 1898	455
	<i>Cantharellus</i> Fr., 1821	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr., 1821	460
Cantharellaceae	<i>Craterellus</i> Pers., 1825	<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers., 1825	451
Clavulinaceae	<i>Clavulina</i> J. Schröt., 1888	<i>Clavulina coralloides</i> (L.) J. Schröt., 1888	478
Geastraceae	<i>Geastrum</i> Pers., 1801	<i>Geastrum triplex</i> Jungh., 1840.	448
Gomphaceae	<i>Clavariadelphus</i> Donk, 1933	<i>Clavariadelphus truncatus</i> (Quél.) Donk, 1933	489
		<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél., 1888	487
Ramariaceae	<i>Ramaria</i> Fr. ex Bonord., 1851	<i>Ramaria stricta</i> (Pers.) Quél., 1888	439
		<i>Ramaria botrytis</i> (Pers.) Ricken, 1918	428
		<i>Auricularia auricula-judae</i> (Fr.) Quél., 1886	415
Auriculariaceae	<i>Auricularia</i> Bull. ex Juss., 1789		
Sparassidaceae	<i>Sparassis</i> Fr., 1819	<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr., 1821	413

Tabla 3. Relación de las especies encontradas por Familia para la Clase Ascomycetes en el cerro “El Pinal”.

Familia	Género	Especie	ID
Helvellaceae	<i>Helvella</i> L., 1753	<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr., 1822	426
		<i>Helvella lacunosa</i> Afzel., 1783	461
		<i>Helvella cupuliformis</i> Dissing & Nannf., 1966	494
Morchellaceae	<i>Morchella</i> Dill. ex Pers., 1794	<i>Morchella esculenta</i> (L.) Pers., 1794	441
Leotiaceae	<i>Leotia</i> Pers., 1794	<i>Leotia lubrica</i> (Scop.) Pers., 1797	491
Hypocreaceae	<i>Hypomyces</i> (Fr.) Tul., 1860	<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860	425

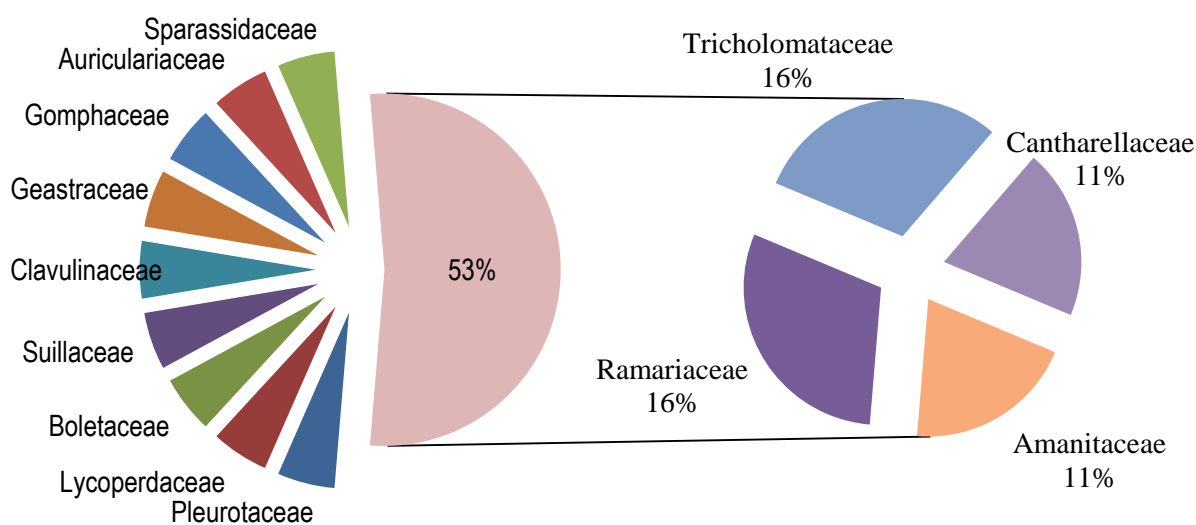


Figura 5. Distribución de los porcentajes de especies por familia para la Clase Basidiomycetes

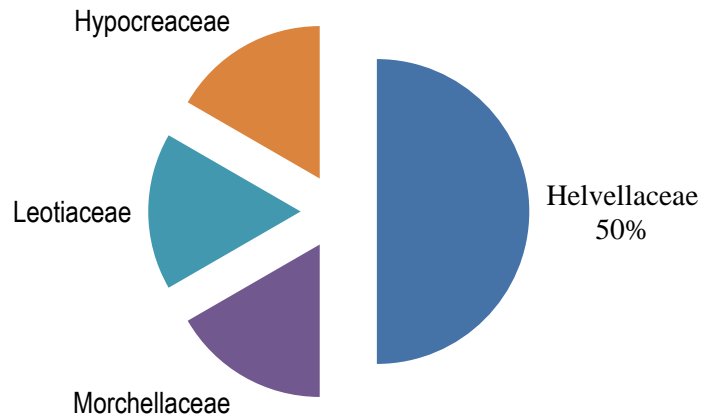


Figura 6. Distribución de los porcentajes de especies por familia para la Clase Ascomycetes.

Todas las especies colectadas en el presente estudio han sido previamente reportadas como comestibles, o con algún tipo de uso (Villarreal & Pérez, 1989b; Montoya *et al.*, 2001, 2004; FAO, 2005), tres de las especies colectadas, *B. edulis*, *C. cibarius* y *M. esculenta*, se encuentran dentro de la NOM-059, como especies bajo algún tipo de protección (SEMARNAT, 2010a).

La clase Basidiomycetes mostró 4 familias importantes, Ramariaceae, Tricholomataceae, Amanitaceae y Cantharellaceae, en las cuales se integran algunos de los taxones más frecuentemente citados en México así como para la región (Herrera & Guzmán, 1961; Montoya *et al.*, 2004). La familia Ramariaceae estuvo representada por 3 especies del Género *Ramaria*, *R. flava*, *R. stricta* y *R. botrytis*, donde *R. flava* tuvo una incidencia en cuatro de los cinco meses de colecta exceptuando el mes de septiembre, además de que su abundancia fue evidente durante los meses en los que fue observada esta especie; la familia Tricholomataceae, donde se identificaron 3 especies, una perteneciente al Género *Gymnopus*: *G. dryophilus* y dos pertenecientes al Género *Hygrophorus*: *H. chrysodon* e *H. russula*, para estas dos últimas, los tonos vinaceos para *H. russula* y los

amarillentos para *H. chrysodon* las hacen inconfundibles respecto a otras especies; la familia Amanitaceae donde es importante mencionar que sus dos especies identificadas pertenecientes al Género *Amanita* son de alto valor culinario, *A. caesarea* y *A. vaginata* ambas fueron encontradas en abundancia principalmente en los meses de Agosto y Septiembre, resultados muy similares a los reportados por Romero-Arenas *et al.* (2009), para la sierra norte del estado de Puebla; la familia Cantharellaceae donde se identificaron dos especies *C. cibarius* y *C. cornucopioides*, ambos llegan a tener formas un tanto similares en forma de embudo o aplanadas pero de coloración muy distinta, el primero resulto ser muy conspicuo pues se colecto en varias salidas y siempre en abundancia. Aunque las familias Auriculariaceae, Lycoperdaceae y Gomphaceae dentro de la Clase Basidiomycetes presentaron cada una de ellas una sola especie *A. auricula-judae*, *L. perlatum* y *C. truncatus*, estas especies tuvieron gran incidencia a lo largo de los muestreos, encontrándose en 4 de los 5 meses de muestreo.

Dentro de la clase Ascomycetes la familia Helvellaceae fue la mejor representada por 3 especies comestibles del Género *Helvella*, *H. crispa*, *H. cupuliformis* y *H. lacunosa* sin embargo es la especie *M. esculenta* la que más llamó la atención pues estos ejemplares solo se colectaron en una ocasión en el mes de Septiembre y cabe destacar que fue a una altura considerable, cerca de los 2850 msnm, en los límites del bosque de encino con la vegetación de coníferas, esta especie es muy apreciada como comestible en esta región (Montoya *et al.*, 2001).

El total de los muestreos realizados recaen sobre la vegetación de pino-encino del cerro “El Pinal”, vegetación predominante en el área de estudio. Por lo tanto la parte más alta y menos accesible; correspondiente al tipo de vegetación de bosque de coníferas, podría presentar un tipo de riqueza de hongos comestibles distinto, tipo de vegetación encontrada a mayor altitud y material complementario para estudios posteriores a este trabajo de investigación.

En el estudio realizado por Garibay-Orijel *et al.* (2009) se obtuvo una riqueza máxima de 46 especies comestibles como suma de los tipos de vegetación de bosque de pino y encino en una región de Oaxaca, mientras que el estudio realizado por Mendoza-Díaz *et al.* (2006) en el estado de Hidalgo sobre la riqueza de hongos micorrízicos asociados al bosque de encino, de entre los cuales se incluían especies consideradas comestibles se registró una riqueza de 37 especies. Pardavé-Díaz *et al.* (2007) realizaron un estudio bastante completo sobre los hongos de la Sierra Fría en Aguascalientes, particularmente reportan 106 especies de hongos comestibles, de los cuales se presume que la mayoría correspondían al bosque de encino, pero en dicho trabajo no se adjudica el número preciso de hongos comestibles presentes en este tipo de vegetación, lo similar ocurre con estudios sobre la comercialización de especies comestibles en mercados y tianguis como en Burrola-Aguilar *et al.* (2012) sobre la región de Amanalco en el estado de México, donde fueron registradas 56 especies de hongos comestibles, e incluso con trabajos realizados en los mercados aledaños a nuestra zona de estudio que arrojan números aún mayores que los reportados anteriormente (Montoya *et al.*, 2001, 2004), pero teniendo en cuenta la premisa de que los hongos a venta en tianguis y mercados pertenecen no solo a bosques de encino y no solo a un cerro o región en particular.

Tomando de base las 88 especies reportadas para bosque de encino en toda la república (Villareal, 1993) y comparando la diversidad encontrada respecto a otros trabajos podemos inferir que la riqueza presente en el área de estudio es bastante representativa del bosque de encino y haciendo énfasis en que el presente estudio solo representa la diversidad del tipo de vegetación predominante en el cerro "El Pinal". Aunado al sesgo encontrado en el tipo de vegetación dadas las características espaciales del lugar, se suma que la propia biología de este grupo de organismos y las particularidades de la metodología utilizada que pueden hacer difícil la tarea de

aspirar a un inventario fúngico realmente completo, como lo hace notar O' Dell *et al.* (2004).

En estudios recientes sobre ecología de hongos silvestres, se ha comprobado que existen varios grupos fúngicos que rara vez producen cuerpos fructíferos (Jones *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2011), de tal forma que inherentemente a su biología son difíciles de detectar en los muestreos, por lo que muchas veces es necesaria la implementación de otras técnicas de muestreo, particularmente con el fin de identificarlos a través de métodos moleculares (O' Dell *et al.*, 2004), por si esto fuese poco, la fructificación de muchas especies de hongos varían en abundancia entre los años y algunas no fructifican anualmente, por lo que pueden pasar varios años en volver a fructificar, lo que hace muy cuestionable el hecho de basarnos en un único año o pocos años de muestreo, de tal forma varios estudios han propuesto que el muestreo sobre este grupo de organismos requiere inexorablemente una evaluación continua a lo largo de varios años de muestreo (Straatsma *et al.*, 2001), al respecto O' Dell *et al.* (2004) propone un mínimo de 10 años para formalizar un inventario fidedigno.

7.3 Análisis de Riqueza de los Hongos comestibles del cerro “El Pinal”

La riqueza estimada de macromicetos fue obtenida bajo los índices de ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 y Bootstrap (Figura 7), todos mostraron un porcentaje de completitud del inventario superior al 90 %. Los estimadores sugieren en la mayoría de los casos una alta completitud de muestreo de hongos silvestres comestibles a partir del quinto muestreo, la curva acumulativa de especies (Sobs) alcanza una asíntota en el valor Sobs = 33. El resultado del estimador más bajo respecto a lo observado más bajo fue Jack 2 con 31 especies, y el más alto fue Bootstrap con 34

especies, la asíntota para el resto de los estimadores coincidió en exactamente 33 especies de hongos comestibles para el Cerro “El Pinal”.

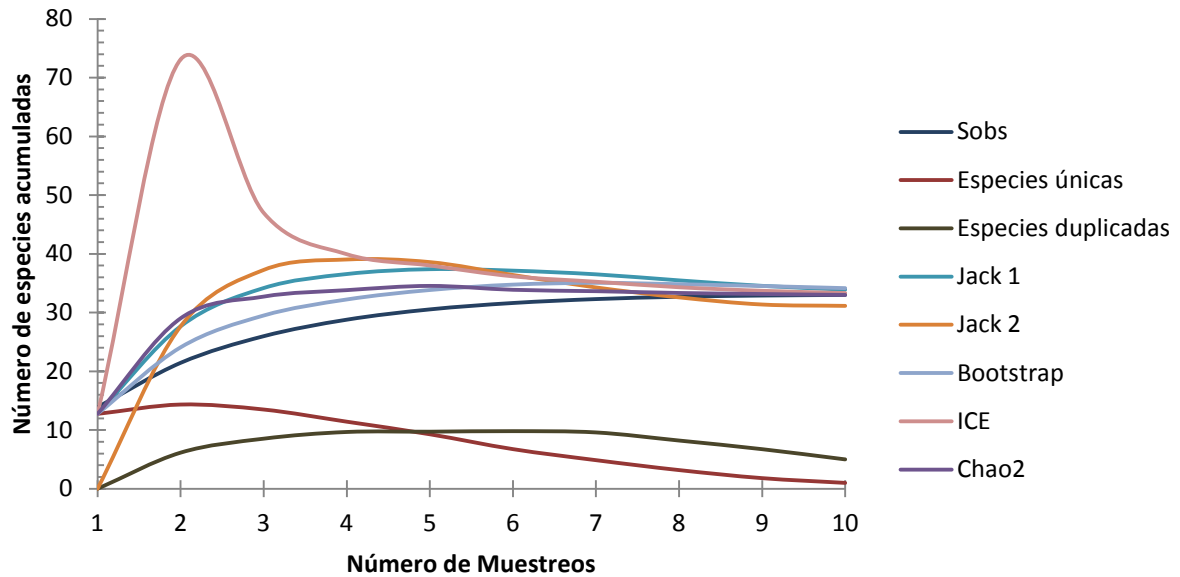


Figura 7. Curvas de acumulación riqueza según los estimadores no paramétricos ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 y Bootstrap, para el cerro “El Pinal”. Número de especies estimado tras 100 remuestreos con reemplazamiento.

El presente estudio tuvo como base el análisis de la biodiversidad basándose principalmente en el uso de estimadores no paramétricos de riqueza de especies, debido a que es la forma más directa de inferir la biodiversidad de un sitio (Dale & Beyeler, 2001; Sarkar, 2002; Magurran, 2004; González-Oreja *et al.*, 2010a), de igual forma dada las características biológicas de los hongos, es la medida de evaluación de su diversidad por excelencia, puesto que se basa principalmente en la cantidad de especies que se acumulan a lo largo del muestreo y no en parámetros como el número de individuos o la cantidad de biomasa que muchas de veces pueden llegar

a ser subjetivas, sobre todo cuando tomamos en cuenta las características biológicas y particulares de los hongos (O'Dell *et al.*, 2004).

El análisis de riqueza para este estudio, nos indicó un esfuerzo de muestreo suficiente, a partir del quinto muestreo el número promedio de especies observadas se reduce considerablemente y disminuye la probabilidad de seguir encontrando nuevas especies, reflejado en el punto de intersección de las curvas de especies únicas y duplicadas. La asíntota se alcanza alrededor de $S(x) = 33$, esto se ve presentado y es consistente en todos los modelos no paramétricos de riqueza de especies utilizados, además los estimadores contaron con las características a tomar en cuenta para la elección de un estimador: 1) estabilidad con menos muestras de las que se requieren para que la curva acumulativa de especies se estabilice, 2) su estimación no debe diferir ampliamente de la de los otros estimadores, 3) su estimación debe ser cercana a una extrapolación visual razonable de la asíntota de la curva de acumulación de especies, como lo propone Toti *et al.* (2000).

González-Oreja *et al.* (2010b), menciona que cuando un inventario está prácticamente completo, las diferencias en las estimas asíntóticas de riqueza que ofrecen los distintos modelos suelen ser pequeñas como es el caso del presente estudio, por lo que cualquiera de los modelos aquí evaluados podría ser utilizado eficientemente para determinar la riqueza de hongos silvestres comestibles del Cerro el "Pinal"; sin embargo aunque se haya alcanzado una completitud de inventario según la estimación, eso no implica que sean todas las especies de hongos comestibles posibles en la región, debido a que el inicio de la temporada de colectas comenzó en el mes de Junio, meses como Abril y Mayo o inclusive Noviembre y Diciembre pudiesen arrojar nuevas especies de hongos comestibles no contempladas en este estudio, como lo reporta Mariaca *et al.* (2001), con *Agaricus* spp., encontradas en el Valle de Toluca, México, por lo que el presente trabajo pudiese ser complementado en el futuro con un más amplio rango de muestreo.

La función de la acumulación de especies utilizada en este estudio fue la de Chapman-Richards en razón de que el coeficiente de determinación (R^2) que arrojó fue mayor al 99 %, más no se descarta la utilización de otro modelo de función sobre la acumulación de especies. En la práctica cabe señalar que han sido muy pocos los estudios que comparan funciones de acumulación en ecología de hongos y que pudiesen arrojar información sobre la función o fórmula adecuada a estos organismos. Respecto a esto, Guevara & Dirzo (1998) evalúan dos ecuaciones, la logarítmica y la conocida como Clench, obteniendo resultados similares, pero esto solo pudiese ser adecuado en estudios en los cuales (como el presente) se cuenta con la ventaja de encontrar una asíntota para la acumulación de especies, ya que la realidad es que muy pocos estudios que evalúan la riqueza fúngica de un sitio pueden aspirar a encontrar una completitud suficiente en sus inventarios (O'Dell et al., 2004; Schmit & Lodge, 2004), sobre todo cuando se toma en cuenta la variabilidad en la composición ecológica y enorme diversidad de especies que presenta este grupo, por lo que diversos autores proponen se requiere de una cantidad mucho mayor de información de la que realmente se suele evaluar en un estudio de inventario promedio (Chiarucci *et al.*, 2003).

Los estimadores no paramétricos asumen que la detección de los ejemplares no cambia a lo largo del tiempo que lleva concluir el estudio, pero se ha demostrado que la abundancia o aparición de los cuerpos fructíferos de muchas especies de hongos cambian sus patrones a lo largo de los años (Murakami, 1989; Perini et al., Schmith et al., 1999).

En el estudio de Schmith *et al.*, (1999) fueron evaluados siete estimadores de riqueza, los cuales a lo largo de 3 años de muestreo mantenían la premisa de que la diversidad y completitud del inventario seguía siendo baja, mientras que se seguía incrementando la aparición de especies raras y no parecía haber consistencia sobre la cantidad de esfuerzo de muestreo necesario para concluir el inventario.

La evaluación de la diversidad depende en parte de la cantidad de datos que se colecta y se traslada a los programas, pero son las características del muestreo como el tamaño del área a muestrear, el número de cuadrantes, la frecuencia y la duración del muestreo, características de gran importancia que muchas veces no se tiene la debida atención de su influencia, sobre todo al trabajar con un grupo de organismos tan particular como son los hongos, limitando los estudios de hongos a modelos de otros grupos de organismos, lo que en última instancia se verá reflejado en los resultados del trabajo (Colwell & Coddington, 1994; Schmit *et al.*, 1999).

7.4 Nombres locales de los hongos comestibles del Cerro “El Pinal”

Como resultado de la entrevista realizada, se presenta la lista de nombres comunes reportados por los pobladores y aunado a esto su probable correspondencia en nombres científicos (Tabla 4), dicha correspondencia está basada en la mayoría de los casos en información recopilada directamente de los pobladores a través de ejemplares que ellos mismos habían colectado, o por la inferencia basada en las características descritas por los pobladores sobre esas variedades de hongos, así como en la consulta de literatura especializada como el trabajo presentado por Guzmán (1997) en: Los Nombres de Los Hongos y lo Relacionado con Ellos en América Latina.

Las especies tentativas que se presentan en este apartado son el resultado de la revisión anteriormente mencionada, mas no se descarta la posibilidad de que las especies concretas para dichos nombres comunes reportados pudiesen hacer alusión a especies distintas a las presentadas en este trabajo, por lo que evitando incurrir en un error, solo se colocan con nombre científico concreto aquellas especies

de las cuales se pudo contrastar la información del entrevistado directamente con ejemplares que posteriormente serían caracterizados, en los casos en los que no se logró determinar su pertenencia exacta a una especie en particular, pero dadas sus características podría tratarse de una especie o variedad afín a la mencionada se colocó el prefijo “aff.” antes de la especie, en el resto de los casos en los que no se puede argumentar que pertenezcan a alguna especie en particular pero dadas sus características descritas pudiese pertenecer a un género en particular solo fue colocado el nombre del género al que pudiese pertenecer.

Dentro de los nombres comunes mencionados por los entrevistados la mayoría fueron encontrados y contrastados con la información del libro anteriormente mencionado (véase Guzmán, 1997), así como relacionados (con reserva) a las especies que asocia dicha literatura; sin embargo un par de nombres reportados por los entrevistados no fueron encontrados como tal en dicho compendio, ni se encontró registro de dichos nombres en algún otro tipo de literatura, es el caso de los hongos nombrados como “Zoli” y de los hongos nombrados como “Hongos de Mata”, por lo que estos nombres serían nombres comunes nuevos para la región y sin registro alguno. Dadas las características reportadas para estas variedades, se presume puede tratarse para el caso de “Zoli” de *Macrolepiota procera* o alguna variedad afín de la misma, mientras que para los “Hongos de Mata” estos pudiesen asociarse al grupo de especies de los nombrados como “Clavitos” que asocia a varios hongos entre los cuales se encuentra el “Clavito de Mata” asociado en la literatura al género *Lyophyllum* al cual probablemente pertenezca el hongo mencionado, aunque no se menciona al “Zoli” como tal en la literatura, existe un nombre que pudiese tratar a la misma especie o alguna especie afín, el “Zolnanacatl” que se asocia a la especie *Lepiota acutesquamosa*.

Tabla 4. Relación de nombres comunes y nombres científicos tentativos de los hongos mencionados en la encuesta.

Nombre Común	Nombre Científico
Hongo Amarillo	<i>Amanita aff. caesarea</i>
Hongo Azul, Cacaxtle	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr. 1838
Hongo Blanco, Llanero, Sn. Juanero	<i>Agaricus sp.</i>
Chilnanacatl	<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair 1953
Chilpocle	<i>Morchella aff. esculenta</i>
Colorados, Ladrillo	<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860
Corneta	<i>Clitocybe aff. gibba</i>
Escobeta	<i>Ramaria sp.</i>
Hongo de Maguey	<i>Pleurotus aff. opuntiae</i>
Huevitos	<i>Lycoperdon aff. perlatum</i>
Mantecados	<i>Amanita aff. rubescens</i>
Hongo de mata	<i>Lyophyllum sp.</i>
Oreja de padre, Pata de Gallina	<i>Clavariadelphus aff. truncatus</i>
Orejas	<i>Auricularia auricula-judae</i> (Fr.) Quél., 1886
Pante	<i>Boletus aff. edulis</i>
Popozo	<i>Suillus aff. brevipes</i>
Zoli	<i>Macrolepiota aff. procera</i>
Tecosa	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr., 1821
Trompa de Cochino	<i>Lactarius sp.</i> Y <i>Russula sp.</i>
Xocoyule	<i>Laccaria aff. bicolor</i>
Xoletes	<i>Gymnopus aff. dryophilus</i>
Xolete café	<i>Collybia sp.</i>

La relación de los nombres comunes de los hongos mencionados durante la entrevista y su tentativo nombre científico, denota claramente un aprovechamiento del recurso, que coincide en la mayoría de los casos con las especies colectadas e identificadas durante el periodo de colectas; sin embargo, cabe resaltar que no todas

las presuntas especies mencionadas durante la entrevista fueron colectadas, esto puede deberse a dos explicaciones, la primera, es que algunas de las especies reportadas por los pobladores como el caso del “Cacaxtle” y el “Chilnanacatl”, (identificados como *Lactarius indigo* Schwein. Fr. 1838 y *Lactarius salmonicolor* R. Heim & Leclair 1953) pertenecen a un grupo de variedades de hongos que según los pobladores suelen tener un periodo de fructificación temprano en la temporada de lluvias, debido a que el periodo de colectas comenzó en junio, probablemente estas especies ya se encontraban en un declive de su periodo fuerte de fructificación, aunado a la segunda explicación que siendo especies comestibles fácilmente reconocidas y que representan un alto valor de venta entre los pobladores, posiblemente la ubicación y recolecta de dichos ejemplares se volvía una tarea complicada, siendo pocos ejemplares aunado a ser recolectados casi en su totalidad por su alto valor, podría explicar la ausencia total de dicha especie en el muestreo realizado.

Otras tres variedades mencionadas por los pobladores y que se encuentran ausentes en la recolecta fueron los “Mantecados” (*Amanita aff. rubescens*), el “Zoli” (*Macrolepiota aff. procera*) y el “hongo de maguey” (*Pleurotus aff. opuntiae*), en este caso de tratarse de dichas especies existiría una explicación dirigida hacia el aspecto espacial que justificaría la ausencia de estas tres especies no recolectadas, para el caso de *A. rubescens*, se ha reportado su hábitat de distribución en bosques preferentemente de pino, siendo nuestro estudio enfocado en el bosque de encino quizá se omitió a esta especie que si se encontraba en el cerro el Pinal pero a una mayor altura, altura donde se llegan a encontrar algunos manchones de bosque de Coníferas, mientras que para el caso tanto de *P. opuntiae* como de *M. procera* (probablemente también las *Agaricus* spp. mencionadas) ocurre algo similar, pues son especies de un hábitat distinto al bosque de encino, encontrándose preferentemente a una altura menor y en prado abierto (*P. opuntiae* asociado al

género *Agave*), justificando también la omisión de estas especies del trabajo de colecta.

Cabe resaltar también el caso complementario, es decir las especies que se reportan como comestibles en el trabajo de colecta y que se encuentran ausentes en lo reportado por los pobladores en el levantamiento de las encuestas, en este aspecto sobresalen tres especies del Género *Helvella*: *Helvella crispa* (Scop.) Fr., 1822, *Helvella cupuliformis* Dissing & Nannf., 1966 y *Helvella lacunosa* Afzel., es bien conocido el aprovechamiento de dichas especies en otras regiones (FAO, 2005) así como trabajos realizados en el cerro de la malinche zona colindante con el área de estudio(Montoya *et al.*, 2004), al parecer la ausencia de su mención pueda deberse a que no son muy apreciadas en las comunidades aledañas al cerro el Pinal, muy probablemente si sean consumidas pero no son populares entre los pobladores, el mismo caso podría ocurrir para las especies del Género *Hygrophorus*: *H. chrysodon* (Batsch) Fr., 1838 e *H. russula* (Schaeff.) Kauffman, 1918, siendo la primera considerada comestible e incluso como una variedad de venta considerable en el cerro La Malinche (Montoya *et al.* 2004), mientras que especies como *Clavulina coralloides* (L.) J. Schröt., 1888, *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers. y *Leotia lubrica* (Scop.) Pers., 1797, aunque se ha citado su aprovechamiento en México (FAO, 2005) probablemente no sean consideradas variedades comestibles por los pobladores de esta región en particular.

El aprovechamiento o la falta del mismo de una variedad de hongo, puede deberse en mayor medida a una condición cultural del tipo de creencias populares, condiciones propias de esa cultura y su relación con los hongos (Wasson y Wasson, 1957), que a las propiedades organolépticas de dicha especie, hongos perfectamente comestibles, reconocidos por comunidades de todo el mundo pueden ser rechazados por los pobladores de una región en particular incluso acostumbrada

al consumo de HSC (Härkönen, 2002) sin embargo aunque el presente estudio recabó información acerca del manejo que se tiene sobre el recurso, solo un estudio etnomicológico exhaustivo pudiese aclarar estas situaciones.

En años recientes, se ha visto un progreso en los estudios ecológicos sobre el hecho de hacer más incluyente a las personas en contacto con dicha biodiversidad, se ha prestado atención en su capacidad para proveer de información importante sobre su cultura y como también los estudios etnomicológicos pudiesen encontrar un mejoramiento en cuanto su proceder se vuelva una metodología más integral como lo propone Martínez Alfaro (2001), en este asunto, el acceso a la información de la riqueza cultural que proveen los pobladores no puede estar separada de la información de campo sobre la diversidad de la región, pues ambas partes son de gran importancia desde la perspectiva de la conservación y el aprovechamiento de los recursos.

Tanto el proceso de inventariar el recurso como la realización de las encuestas, son apenas el primer paso en el largo camino de la gestión del aprovechamiento micológico de la región del cerro “El Pinal”, las especies identificadas en la presente investigación solo pueden tener importancia dentro de la gestión del aprovechamiento micológico cuando son contrastadas con la información proveniente de las encuestas de la región, lo que se ve demostrado en el caso de algunas de las especies que son comestibles pero que no son aprovechadas por los pobladores y el caso contrario especies aprovechadas que no se contemplaron en el inventario del recurso y que solo fueron conocidas producto de las entrevistas a los pobladores.

La identificación taxonómica de los materiales recolectados a raíz de las encuestas es de suma importancia y en general ha sido un tema poco valorado, como lo

propone Cifuentes (2001), haciendo que los resultados de muchos de los trabajos publicados acerca de los nombres utilizados por los pobladores carezcan de rigurosidad y en última instancia sean dudosos y poco confiables. Por lo que resulta indispensable la asociación y el trabajo de taxónomos especializados a la par de los estudios etnomicológicos.

7.5 Estadística descriptiva por localidad

Se presenta a continuación la estadística descriptiva, resultado de la encuesta realizada en las dos comunidades cercanas al cerro “El Pinal”, El Rincón y Sta. María Tepetzala, sobre el conocimiento y el aprovechamiento de los Hongos Silvestres Comestibles, dichos resultados se muestran a través del análisis de tabulación cruzada por localidad (Figuras 8-19).

El análisis realizado a la información obtenida de las entrevistas, arrojó para el caso de la variable “Relación del sexo por Localidad” que en el municipio de El Rincón Citlaltepetl fueron entrevistadas una cantidad de mujeres que sobrepasó el 80 % de los encuestados mientras que para el caso de Sta. María Tepetzala hubo un mayor equilibrio entre el sexo de las personas entrevistadas, esta diferencia se encuentra en razón de que en el primer caso (El Rincón) eran las mujeres las que en general se encontraban más relacionadas con la recolecta de los hongos, a su vez a la hora del levantamiento de las entrevistas eran muy pocos los hombres que podíamos localizar, probablemente como lo menciona Mariaca *et al.* (2001) es la mujer la que principalmente se encarga de la recolecta, y en ocasiones el hombre puede realizar la colecta, en relación de que se encuentre libre de trabajo o labores pendientes en el campo.

El grado de “Escolaridad” que presentaron los entrevistados tanto en El Rincón como en Sta. María Tepetzala fue en su mayoría de nivel primaria. En relación a la variable “Transmisión de Conocimientos”, en ambas localidades fue dominante la respuesta de “los padres” y en menor medida “los abuelos”, esto es concordante con estudios como el de Mariaca *et al.* (2001) donde se presenta a la familia y en particular los padres como los agentes fundamentales de la transferencia de conocimientos en cuanto a la recolecta, consumo y comercialización de hongos. Los entrevistados de ambas localidades mostraron una respuesta favorable para la variable “Reconocimiento de la Abundancia”, esto indica que la mayoría de los entrevistados reconocen que la abundancia de los hongos no es homogénea y que existe variación de esta entre las diferentes clases de hongos que reconocen en el monte, no solo a nivel espacial sino temporal; es decir, que esta se ha modificado a lo largo del tiempo, mismo conocimiento que se ve reflejado en la variable “Cambio de la diversidad en el tiempo”, llegando a justificar la pérdida de diversidad en la variable “Causa de Pérdida de Diversidad” debido en mayor medida a la alteración y pérdida del bosque, en una relación muy íntima del bosque con los hongos.

Debido a la respuesta favorable del alto conocimiento de los pobladores de ambas localidades sobre la variable “Distinción de tipo consumo” primordialmente de hongos comestibles y no comestibles, podemos justificar el hecho de la misma tendencia favorable sobre las variables “Consumo de Hongos durante la temporada” y “Compra-Venta de HSC”; sin embargo aunque más del 60 % de los encuestados respondieron que efectivamente recolectaban hongos para autoconsumo o bien los compraban, un número muy inferior (menos del 20 %) de los entrevistados afirmó que venden hongos, esto se debe a que el recurso tal como ellos lo perciben es limitado, y existen familias enteras dedicadas exclusivamente a la venta de los hongos, por lo que son muy pocas las personas que se dedican a su venta, mientras que sus clientes así como el destino de su recurso es bien conocido por la población,

de estas personas dedicadas a la venta de HSC, cerca del 50 % respondieron a la variable “Proporción de Ganancia mensual”, argumentando que la venta de los hongos representaba la mitad del ingreso total que tenían al mes.

La comercialización se da en su mayoría por la venta directa a conocidos, de manera que la mayoría de los entrevistados aseguraron reconocer en la variable “Destino de la venta de hongos” que el destino último de su recolecta era el consumo por parte de la persona compradora, por lo que tanto para El Rincón como para Sta. María Tepetzala no existe un canal de comercialización de mayor escala, contrario a lo que ocurre en regiones de la Malinche como lo reporta Montoya *et al.* (2002).

Es importante recalcar como menciona Estrada-Torres (2001), que las bases del trabajo etnomicológico siempre serán los diálogos y entrevistas con informantes de la comunidad de estudio, por lo que hace no hace falta reconocer que existen limitaciones inherentes en el acceso a la información, ya sea debido a las técnicas para adquirir la información o ya sea por los informantes y su representatividad para nuestra población objetivo.

Los detalles y las características de nuestra metodología son factores importantes a la hora de reconocer el alcance y la evaluación del trabajo realizado. Dentro de los estudios etnomicológicos es Montoya-Esquivel (1997) quien por vez primera aplica métodos numéricos dentro de su metodología, en este sentido el presente trabajo propone seguir la directriz del análisis cuantitativo sobre aspectos como la fenología de los hongos en su relación con los pobladores, la percepción de estos sobre el cambio en el tiempo de sus recursos y el impacto que tienen sus actividades sobre los mismos. Un análisis cuantitativo de dicha información, nos proveerá de un gran avance y ampliación de la información en trabajos futuros.

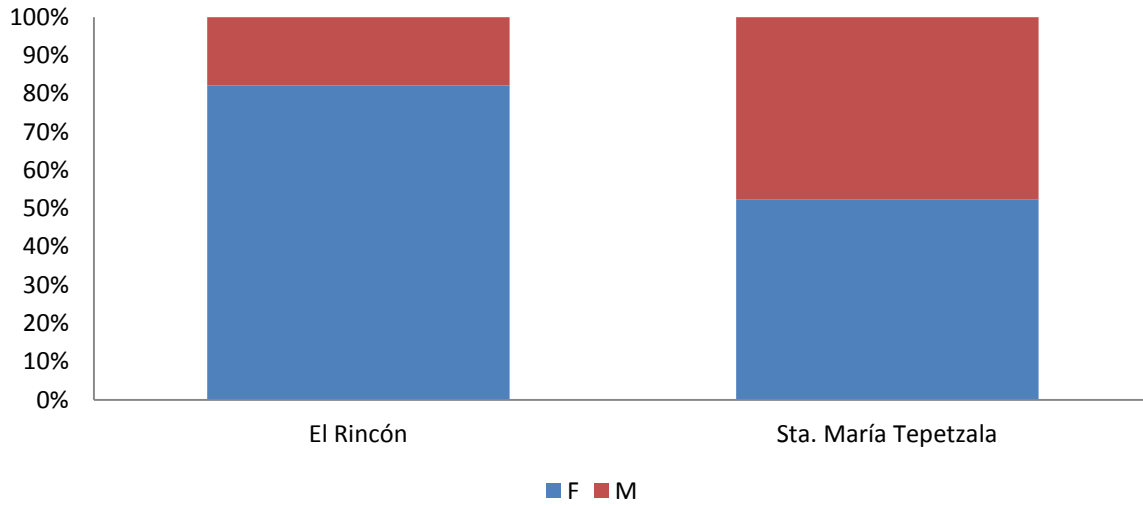


Figura 8. Relación de la variable “Sexo” en % por localidad.

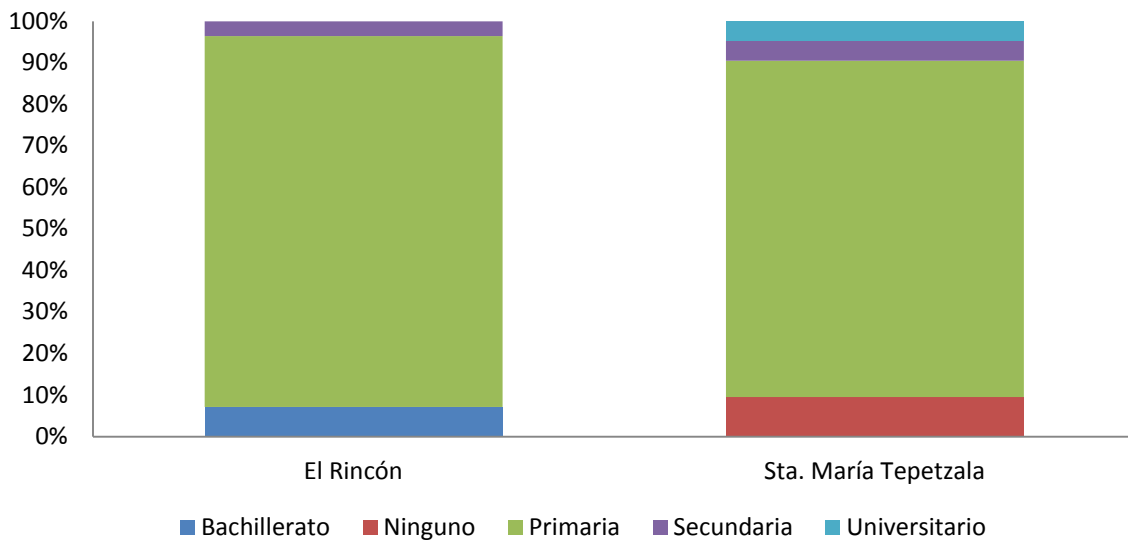


Figura 9. Relación de la variable “Grado de Escolaridad” en % por localidad.

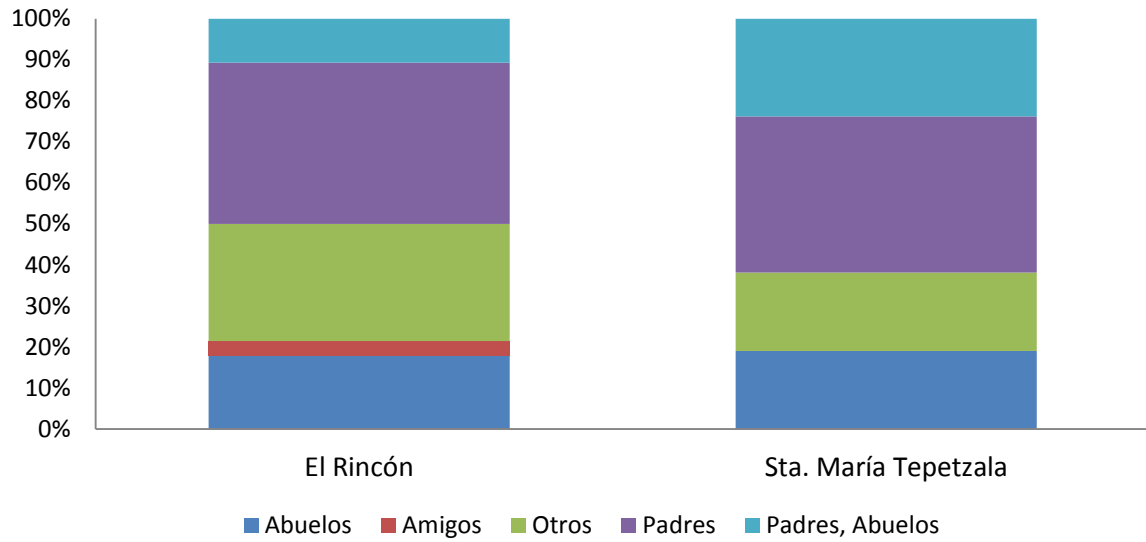


Figura 10. Relación de la variable “Transmisión de Conocimientos” en % por localidad.

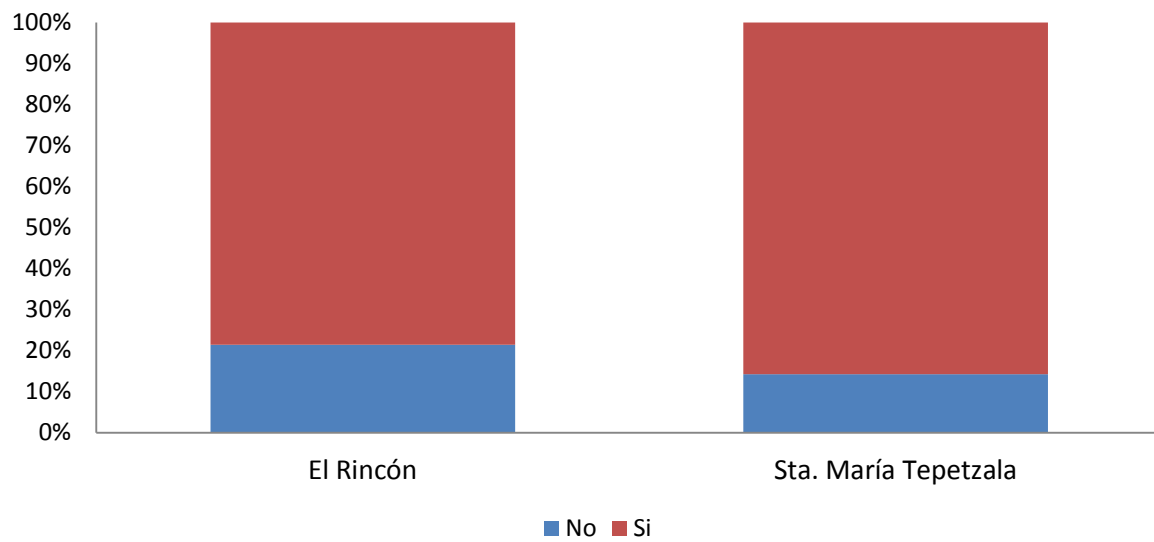


Figura 11. Relación de la variable “Reconocimiento de la abundancia” en % por localidad.

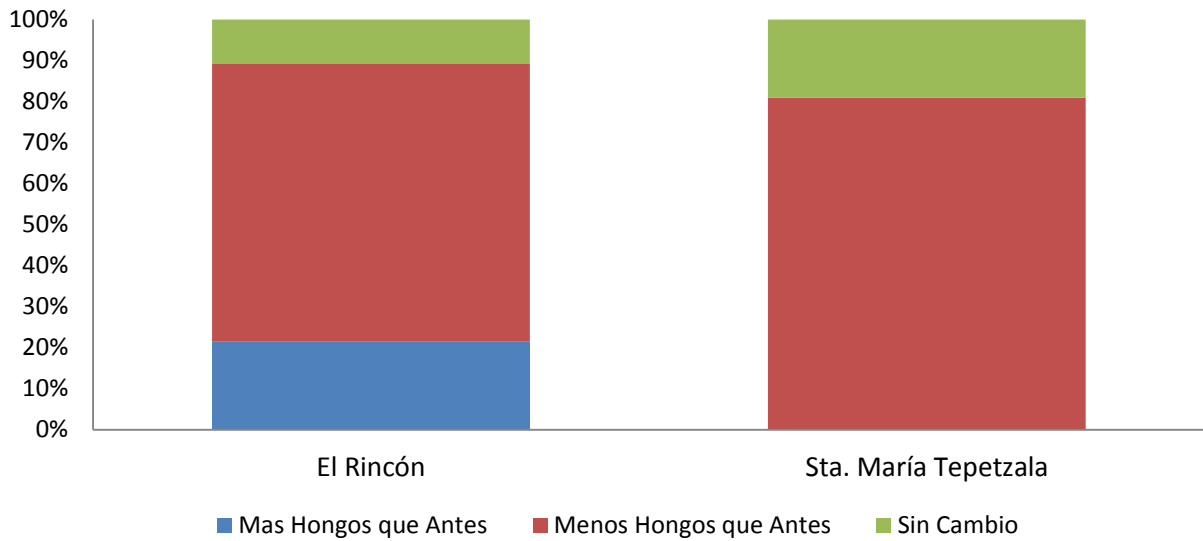


Figura 12. Relación de la variable “Cambio de la Diversidad en el Tiempo” en % por localidad.

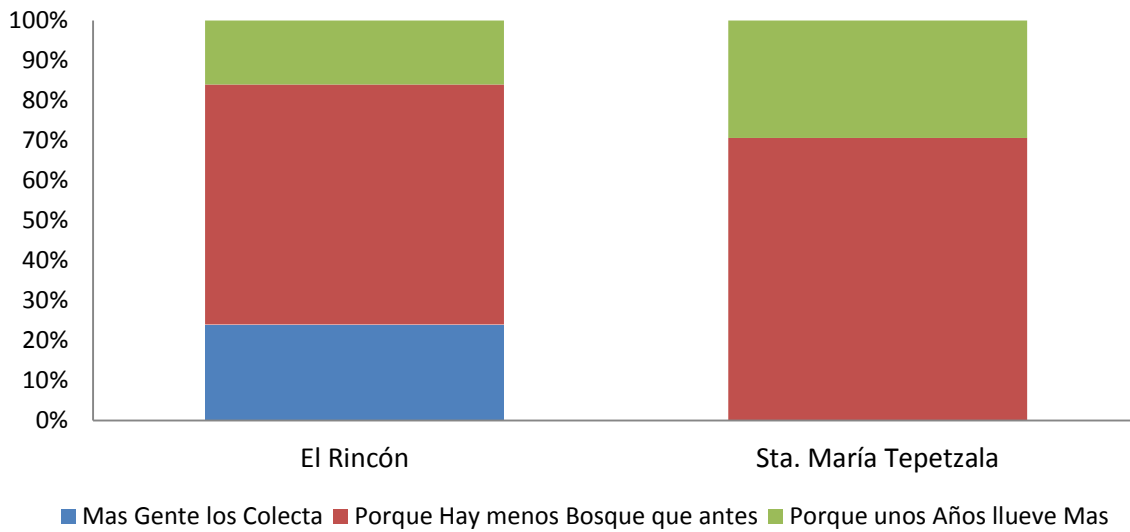


Figura 13. Relación de la variable “Causa de pérdida de Diversidad” en % por localidad.

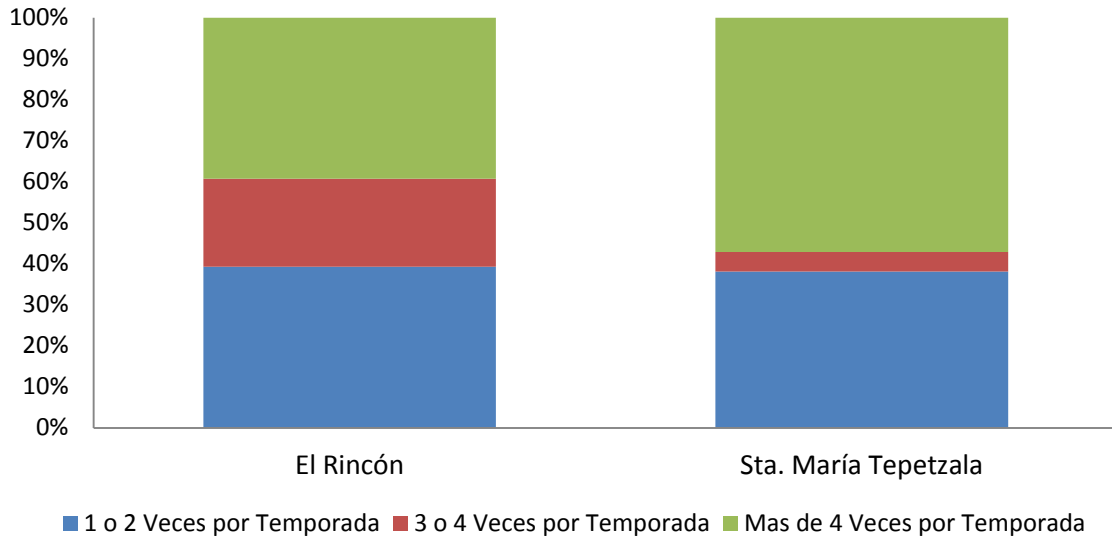


Figura 14. Relación de la variable “Consumo de Hongos durante la temporada” en % por localidad.

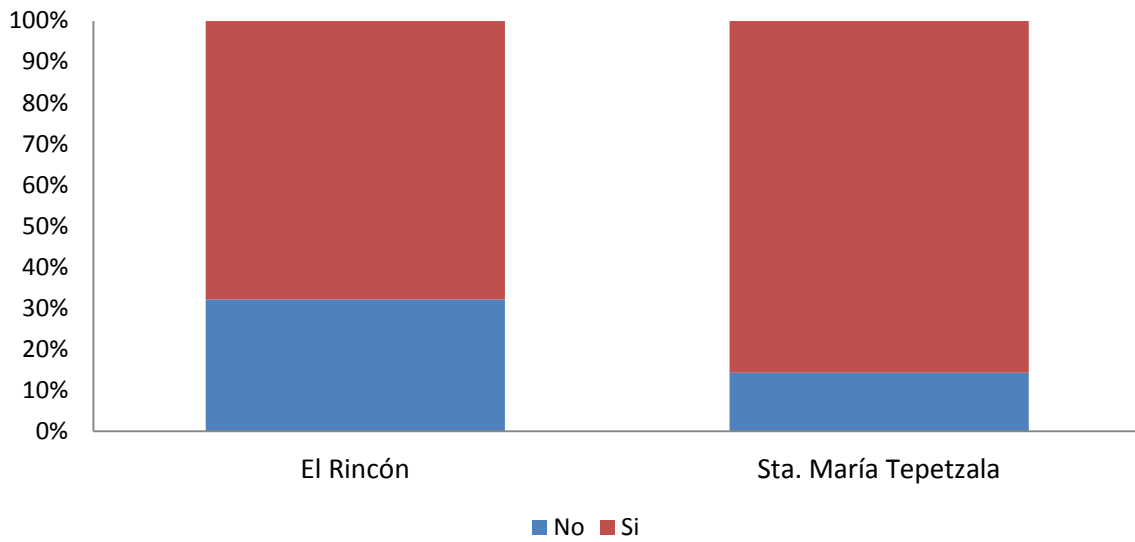


Figura 15. Relación de la variable “Distinción de Tipo Consumo” en % por localidad.

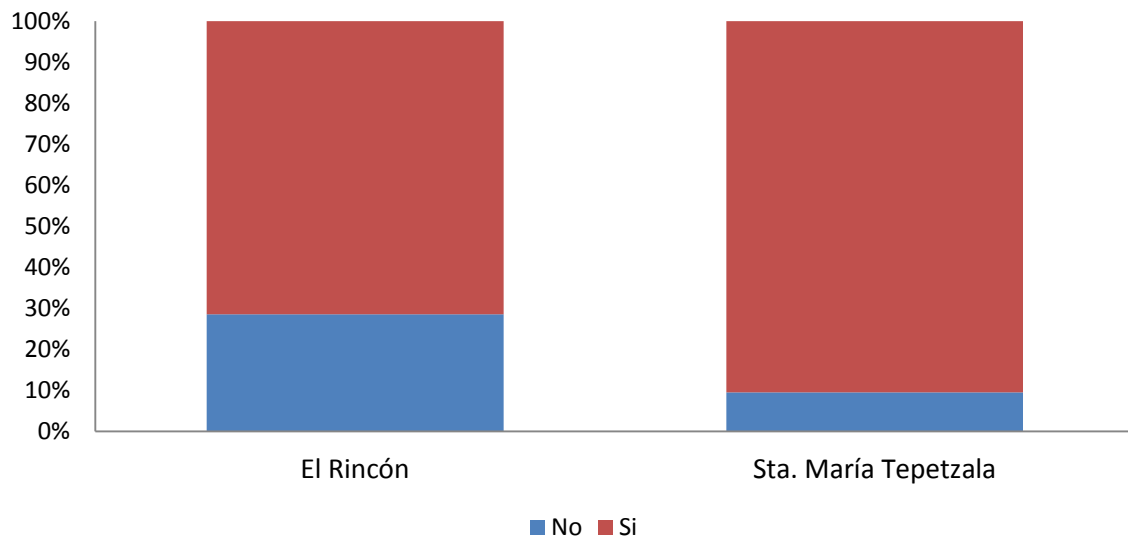


Figura 16. Relación de la variable “Recolección” de HSC en % por localidad.

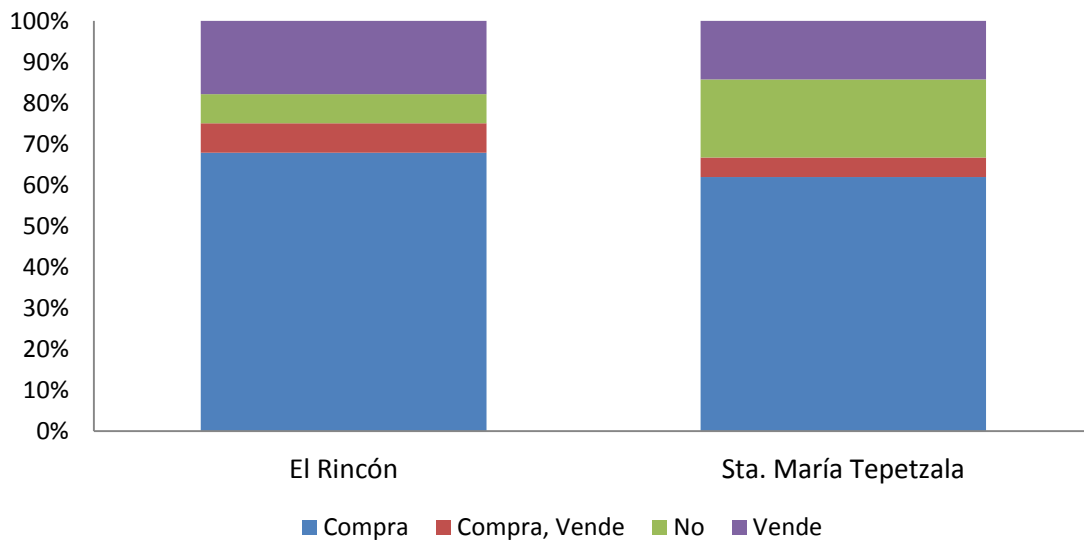


Figura 17. Relación de la variable “Compra-Venta de HSC” en % por localidad.

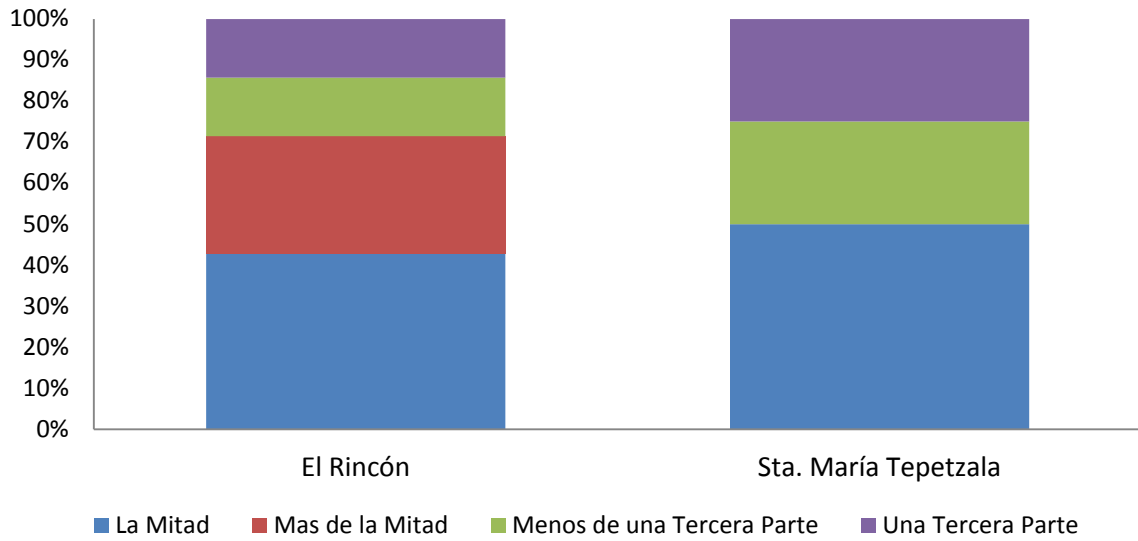


Figura 18. Relación de la variable “Proporción de ganancia mensual” en % por localidad.

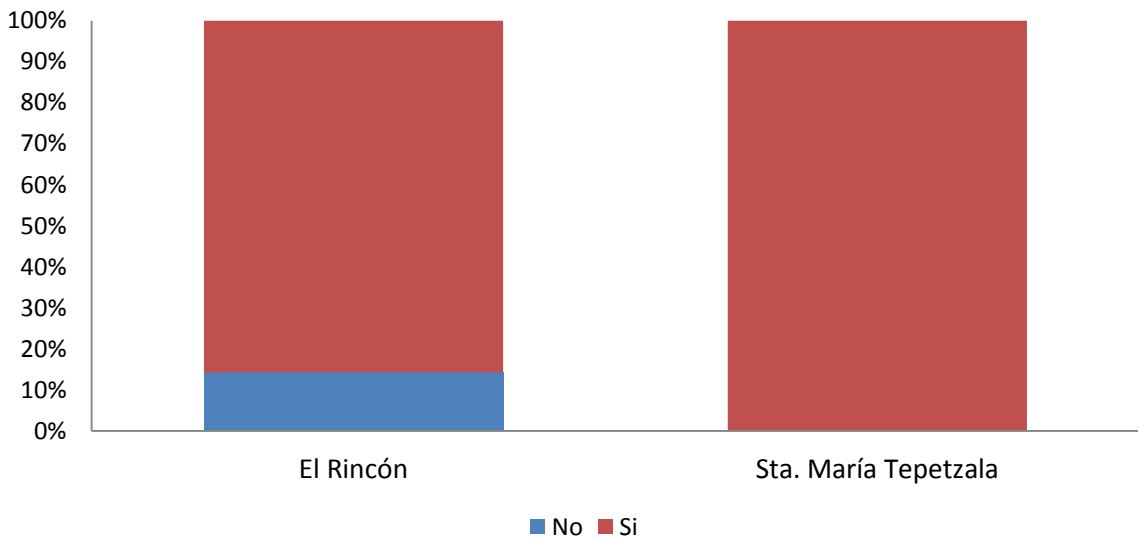


Figura 19. Relación de la variable “Destino de la venta de HSC” en % por localidad.

7.6 Análisis de correlación

A continuación se presentan los nombres de las variables (Tabla 5), y los resultados del análisis de correlación de Pearson, este mismo fue realizado solo a las variables cuantitativas (Tabla 6 y 7), por lo que se muestran solo aquellas variables que presentan correlación, con su respectivo coeficiente (en negro) y valor de p (en rojo).

Tabla 5. Nombre de las variables cuantitativas y código de reconocimiento.

Código	Variable
Ganancia%	Proporción de Ganancia mensual
Abundancia	Reconocimiento de la Abundancia
Cantidad	Cantidad de Hongos Recolectados
Comp/Vent	Compra-Venta de HSC
Consumo	Consumo de Hongos durante la temporada
Distinción	Distinción de tipo consumo
Edad	Edad
Escolaridad	Grado de Escolaridad
Cambio	Cambio de la Diversidad en el Tiempo
Ganancia	Ganancia Total mensual por Venta de HSC
Numero	Numero de Hongos Conocidos
Recolección	Recolección

Tabla 6. Matriz de coeficientes de correlación simple para la variable “Edad”.

	Escolar	Numero
Edad	-0.4594	0.324
p =	0.0009	0.023

Tabla 7. Matriz de coeficientes de correlación simple para el resto de las variables cuantitativas y mixtas.

	Consumo	Distinción	Recolección	Cantidad	Comp/Vent	Ganancia	Ganancia%
Numero	0.3348	0.5009	0.3673	-----	0.3145	-----	-----
p =	0.0186	0.0002	0.0094	-----	0.0276	-----	-----
Abundancia	0.3849	0.3427	0.2829	0.3314	-----	-----	-----
p =	0.0063	0.0159	0.0488	0.0199	-----	-----	-----
Cambio	-0.3043	-----	-0.3006	-----	-----	-----	-----
p =	0.0334	-----	0.0357	-----	-----	-----	-----
Consumo	-----	0.4621	-----	-----	-----	0.3547	-----
p =	-----	0.0008	-----	-----	-----	0.0123	-----
Distinción	-----	-----	0.6536	0.3837	0.3984	-----	-----
p =	-----	-----	0	0.0065	0.0045	-----	-----
Recolección	-----	-----	-----	0.4549	0.4018	-----	-----
p =	-----	-----	-----	0.001	0.0042	-----	-----
Ganancia	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.2995
p =	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.0364

Se interpretan las relaciones para el análisis de Pearson realizado a las variables cuantitativas, la variable “Edad” presento una relación significativa con la “Escolaridad” así como con el “Número de Hongos conocidos”, mientras que su relación con la “Escolaridad” fue negativa, su relación para con el “Numero de Hongos conocidos” fue positiva; es decir a mayor “Edad” presentada por los entrevistados estos presentaron un menor grado de “Escolaridad”, esto es concordante con estudios de educación en México, que reflejan el bajo porcentaje de estudios en el sector rural, donde solo el 54.6 % de los integrantes de la población rural han cursado algún grado de educación primaria y el 15.3 %, algún grado de la secundaria (SEDESOL, 2010), por su parte a mayor “Edad” los entrevistados

mostraban un mayor conocimiento sobre los hongos comestibles reflejado en la variable “Número de Hongos conocidos”.

La variable “Numero de hongos conocidos” tuvo una relación positiva con cuatro variables, el “Consumo de HSC”, la “Distinción de tipo consumo”, la “Recolección” y la “Compra-Venta de HSC”; es decir que aquellos entrevistados que respondían con un mayor conocimiento del número de variedades de hongos de la región tenían una tendencia por consumir de manera frecuente hongos a lo largo de la temporada de lluvias, de igual forma estos entrevistados presentaban un mayor conocimiento sobre la distinción en el consumo o riesgo en el aprovechamiento de ciertos hongos, también presentaban una tendencia a recolectar de manera recurrente hongos para su autoconsumo, y era frecuente que estas mismas personas se encontraran involucrados en la cadena de comercialización de los hongos, ya sea en la compra o venta, o bien presentaban ambas respuestas.

Por su parte las variables del “Consumo de Hongos durante la temporada” y “Recolección” presentaron una relación negativa respecto de la variable “Cambio de la Diversidad en el Tiempo”, esto es interpretado en que son los entrevistados que están en mayor contacto con los hongos y su abundancia (la primera reflejada en la variable “Consumo de Hongos durante la temporada” y la segunda reflejada en la variable “Recolección”), los que tuvieron una tendencia a responder que en épocas presentes existe un empobrecimiento del recurso derivado de la alteración del monte y su sobreexplotación.

Las variables “Consumo de Hongos durante la temporada”, “Recolección” y “Ganancia Total mensual por Venta de HSC” tuvieron en la mayoría de los casos relaciones positivas sobre la variable “Distinción de tipo consumo”, esto nos demuestra que existe una relación muy fuerte entre el conocimiento y acercamiento

que tienen los pobladores con los hongos y el manejo que obtienen de ellos, en este caso como en los anteriores un mayor conocimiento significa un mayor consumo y por ende la utilización de ese conocimiento para su aprovechamiento de forma comercial. Tal como menciona Cristina Mapes (2001), los trabajos etnográficos siempre han respondido a la premisa de que el conocimiento cultural se encuentra ligado y distribuido en una población, a través de un gran número de factores, como pueden ser el sexo, la edad, el papel y la posición social, de tal forma que la manifestación de dicho conocimiento está ligada al contexto social. En este caso es evidente el hecho de que el aprovechamiento que se da del recurso es tradicional y este se ha venido heredando a lo largo de las generaciones, de tal forma que si ubicamos al conocimiento tradicional de estos pueblos como el eje que sostiene el aprovechamiento que se da del recurso micológico, nos encontramos en el dilema de que ese conocimiento se encuentra en resguardo de la población más vieja, misma que se encuentra inexorablemente en vías de su desaparición.

Es prioritario reconocer que el aprovechamiento que se da del recurso micológico en la región es fundamentalmente tradicional, no se encontró indicio de la existencia de un canal de comercialización distinto al de la venta en el mercado o venta directa a conocidos, sin embargo esto no implica que el manejo del recurso en la actualidad no tenga un impacto sobre la ecología o las poblaciones de los hongos en el cerro “El Pinal”, basándonos en la respuesta generada de las encuestas, la abundancia de las especies de hongos se encuentra en detrimento, probablemente debido a que el recurso es regularmente bien pagado y cada vez se incrementan los pobladores que encuentran en la venta de hongos una fuente de ingreso económico.

El aprovechamiento del recurso micológico del Cerro el Pinal puede mejorar si se toman en cuenta algunos principios de la Agroecología, la gestión del recurso micológico puede fomentar el aprovechamiento adecuado en base a la tecnología

generada de la investigación y proyectos territoriales, fomentando el aprovechamiento pero evitando su sobreexplotación, la comercialización debe favorecer el mercado regional por encima de cualquier otro canal de comercialización asequible, primando la idea del aprovechamiento micológico no como una alternativa de ingresos viable económicamente sino como un derecho fundamental de la población sobre sus propios recursos, los canales de comercialización podrán seguir una ruta mucho más acorde con los intereses de las comunidades campesinas, pero todo esto requiere del apoyo de grupos de trabajo interdisciplinarios para el asesoramiento técnico y capacitación sobre planeación ecológica y comercialización.

Lejos de proponer un modelo de comercialización de los hongos silvestres, el trabajo propone en última instancia sensibilizar a la gente sobre sus propios recursos, mismos que manejados de forma adecuada proveen beneficio económico, social y ecológico, esto a su vez podrá generar iniciativas que generen presión sobre las políticas públicas y la modificación de las mismas para el beneficio rural.

VIII. CONCLUSIÓN

En este estudio se actualizó el conocimiento sobre los hongos silvestres comestibles del cerro “El Pinal” en el municipio de Acajete del estado de Puebla, mediante la caracterización y determinación taxonómica de los ejemplares colectados se logró presentar un inventario del recurso micológico, el cual arrojó un total de 25 especies, pertenecientes a 2 Clases, 8 Órdenes, 17 Familias y 19 Géneros. El bosque de encino presentó una gran diversidad de hongos comestibles, principalmente en los meses de agosto y septiembre; el análisis de la riqueza de especies fue concluyente, presentando una completitud del inventario mayor al 90 %.

El conocimiento tradicional de los pobladores sobre los hongos silvestres comestibles tanto de Sta. María Tepetzala como de El Rincón es bastante amplio, reflejado en la cantidad de nombres comunes reportados en las entrevistas, así como del registro de nombres no mencionados con anterioridad en la literatura. El aprovechamiento del recurso en la recolección y en su relación con la compra y venta del mismo, así como el consumo del recurso se encuentran íntimamente relacionados con el conocimiento tradicional heredado, en la actualidad dicho conocimiento aun es presentado por los pobladores de mayor edad, pobladores que comprenden la importancia de un aprovechamiento adecuado del recurso.

La recolección de hongos silvestres comestibles en México tiene potencialidades intrínsecas no abordadas a profundidad en la actualidad, bosques como el del cerro “El Pinal” manejados bajo preceptos agroecológicos, representan una alternativa viable en el beneficio social, ambiental y económico de las comunidades rurales, pero este beneficio solo puede ser logrado bajo la premisa de un trabajo en conjunto entre los sectores Político-Institucional, la comunidad rural y los centros de investigación.

IX. RECOMENDACIONES

En el presente trabajo fue evaluada la diversidad de HSC del Cerro el Pinal, pero esta debido a la complejidad del acceso a la zona más alta solo hizo alusión a la parte de bosque de encino, siendo el tipo de vegetación predominante en el área de estudio, por lo que se recomienda realizar muestreos adicionales sobre las zonas de mayor altitud con presencia de bosque de coníferas así como las zonas más bajas y cercanas a las áreas de asentamiento de la población, de igual manera realizar muestreos dirigidos sobre áreas de cultivos, de manejo forestal y pecuario.

Se recomienda incrementar el periodo de muestreo en base a las propuestas de la literatura citada en el trabajo, se recomienda un muestreo de 2 o más años consecutivos en los cuales se podrían registrar especies no contempladas en el presente trabajo, aunado a que se recomienda trabajar con variables de la abundancia de estas especies, lo que podría comenzar a relacionar la capacidad de producción y tasas de extracción del recurso, que en un futuro podría dar lucidez hacia el manejo forestal adecuado a esta zona.

Los análisis de producción y carga del cerro el “Pinal” se vincularían sobre las variables económicas, por lo que un estudio más a fondo sobre estas cuestiones nos proveerá de información importante en relación a la viabilidad y alcance de futuros proyectos encaminados al aprovechamiento sostenible del recurso micológico, así como a las relaciones de mercado y su posible mejoramiento en beneficio de las comunidades rurales.

X. LITERATURA CITADA

- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J., Valenzuela, R. 2014. Diversidad de Hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 76-81.
- Benítez-Badillo, G., Alvarado-Castillo, G., Nava-Tablada, M. E., Pérez-Vázquez, A. 2013. Análisis del marco regulatorio en el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en México. *Chapingo Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(3): 363-374.
- Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 Million Species? *American Journal of Botany*, 98: 426–438.
- Burrola-Aguilar, C., Montiel, O. Garibay-Orijel, R., Zizumbo-Villarreal, 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.
- CABI. 2012. Index Fungorum. Recuperado el 26 de octubre de 2013, de Bioscience, CBS & Landcare Research. Sitio web: <https://www.indexfungorum.org>.
- CDHCU. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Recuperado el 15 de enero de 2015, de Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Sitio web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>.
- CDHCU. 2000. Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Recuperado el 14 de enero de 2015, de Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Sitio web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146.pdf>.

- CDHCU. 2001. Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS). Recuperado el 14 de enero de 2015, de Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Sitio web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235.pdf>.
- CDHCU. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Recuperado el 14 de enero de 2015, de Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Sitio web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>.
- Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S. & Guariguata, M. R. 1998. *Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of Northeastern Costa Rica*. En Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies. (pp. 285–309). Paris: The Parthenon Publishing Group.
- Chiarucci, A., Enright, N. J., Perry, G. L. W., Miller, B. P., Lamont, B. B. 2003. Performance of nonparametric species richness estimators in a high diversity plant community. *Diversity and Distributions*, 9: 283-295.
- Cifuentes, J., Villegas, M. & Pérez-Ramírez, L. 1986. *Hongos*. En Manual de Herbario. (p. 142). México: Consejo Nacional de la Flora de México, A.C.
- Cifuentes, J. 2001. La formación de etnomicólogos. *Etnobiología*, 1: 102-103.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Versión 8. User's Guide and application. Recuperado el 15 de noviembre de 2013, de EstimateS. Sitio web: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R. K. & Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345: 101–118.

- CONABIO. 2008. Catálogo de autoridades taxonómicas de los hongos (Fungi) de México. Recuperado el 10 de noviembre de 2013, de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Base de datos SNIB-CONABIO. Sitio web:http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/hongos/docs/Hongos.pdf.
- Dale, V. H. & Beyeler, S. C. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological Indicators*, 1: 3–10.
- Delgado, A., Villegas, M. & Cifuentes, J. 2005. *Glosario ilustrado de los caracteres macroscópicos en Basidiomycetes con himenio laminar*. México: Facultad de Ciencias. UNAM. 84 p.
- Estrada-Torres, A. 2001. Aspectos metodológicos de la Etnomicología. *Etnobiología*, 1: 85-91.
- FAO. 2005. Los hongos silvestres comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población. Recuperado el 8 de noviembre de 2014, de Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-y5489s.pdf>.
- Fogel, R. 1980. Mycorrhiza and nutrient cycling in natural forest ecosystems. *New Phytology*, 86: 199-212.
- Garibay-Orijel, R., Martínez-Ramos, M., Cifuentes, J. 2009. Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 521- 534.
- González-Oreja, J. A., De la Fuente, A. A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D. & Bonache-Regidor, C. 2010a. Evaluación de estimadores no paramétricos de la

riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33(1): 31–45.

González-Oreja, J. A., Garbisu, C., Mendarte, S., Ibarra, A. & Albizu, I. 2010b. Assessing the performance of nonparametric estimators of species richness in meadows. *Biodiversity and Conservation*, 19: 1417–1436.

Guevara, R., Dirzo, R. 1998. A rapid method for the assessment of the macromycota. The fungal community of an evergreen cloud forest as an example. *Canadian Journal of Botany*, 76: 596: 601.

Guzmán, G. 1980. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera*. México: Limusa. 451 p.

Guzmán, G. 1989. *Hongos*. México: Editorial Limusa. 2da Edición. 124 p.

Guzmán, G. 1994. *Los hongos y Líquenes en la medicina tradicional Mexicana*. En Atlas de las Plantas de la medicina Tradicional Mexicana Vol. III. (pp. 1427-1487). México: Instituto Nacional Indigenista.

Guzmán, G. 1997. *Los Nombres de Los Hongos y lo Relacionado con Ellos en América Latina: Introducción a la Etnomicobiota y Micología Aplicada de la Región: Sinonimia Vulgar y Científica*. México: Instituto de Ecología. 356 p.

Guzmán, G. 1998a. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and conservation*, 7: 369-384.

Guzmán, G. 1998b. *Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México (Ensayo sobre el inventario fúngico del país)*. En La diversidad biológica de Iberoamérica II. Acta Zoológica Mexicana. (pp. 111-175). México: CYTED e Instituto de Ecología de Xalapa.

- Guzmán, G., Bandala, V. M. & Montoya, L. 1997. *An overview on the tropical fungi from Mexico*. En *Tropical Mycology*. (pp. 115-147). E.U.A: Science Publ. Enfield New Hampshire.
- Härkönen, M. 2002. *Recolección de Hongos en Tanzania y Hunan (Sur de China): Sabiduría heredada y folklore de dos culturas diferentes*. En *Macromycetes Tropical Mycology I*. (pp. 149-165). Reino Unido: Wallingford, CAB Internacional.
- Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: Magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95: 641-655.
- Hawksworth, D. L. 1993. *The tropical fungal biota: census, pertinence, prophylaxis, and prognosis*. En *Aspects of Tropical Mycology*. (pp. 265-293). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revised. *Mycological Research*, 105: 1422-1432.
- Hawksworth, D. L. & Mueller, G. M. 2005. *Fungal communities: their diversity and distribution*. En *The fungal community: its organization and role in the ecosystem*. (pp. 27-37). E.U.A: Boca Ratón CRC Press.
- Herrera, T., Guzmán, G. 1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*, 32: 33–135.
- INAFED. 2015. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Puebla, Acajete. Recuperado el 10 de marzo de 2015, de Instituto para el Federalismo y Desarrollo Municipal. Sitio web:

<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21001a.html>

INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Acajete, Puebla. Recuperado el 24 de febrero de 2014, de Instituto de Geografía e Informática. Sitio web: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21001.pdf>.

Jones, M. D., Forn, I., Gadelha, C., Egan, M. J., Bass, D., Massana, R., Richards, T. A. 2011. Discovery of novel intermediate forms redefines the fungal tree of life. *Nature*, 474: 200-203.

Kornerup, A. & Wanscher, J. H. 1978. *Methuen handbook of colour*. London: Eyre. 252 p.

Kuo, M. 2007. Key to major groups of mushrooms. Recuperado el 21 de octubre de 2013, de Mushroom Expert. Sitio web: http://www.mushroomexpert.com/major_groups.html.

Labarère, J. & Menini, G. 1998. Global policy profile related to the collection, characterization, conservation and utilization of mushroom genetic resources for food and agriculture. *Newsletter of the Global Network on Mushrooms*, 2: 7-9.

Largent, D. 1973. *How to identify mushrooms to genus, I. Macroscopic Features*. Eureka: Mad River Press. 166 p.

Largent, D. & Baroni, T. 1988. *How to identify mushrooms to genus, VI. Modern Genera*. Eureka: Mad River Press. 276 p.

Largent, D., Johnson, D. & Watling, R. 1986. *How to identify mushrooms to genus, III. Microscopic Features*. Eureka: Mad River Press. 148 p.

- Largent, D. & Thiers, H. D. 1986. *How to identify mushrooms to genus, II. Field identification of Genera*. Eureka: Mad River Press. 32 p.
- Largent, D. & Watling, R. 1986. *How to identify mushrooms to genus, IV. Keys to Families and Genera*. Eureka: Mad River Press. 93 p.
- Lindeberg, G. 1981. *Roles of litter-decomposing and ectomycorrhizal fungi in nitrogen cycling in the scandinavian coniferous forest ecosystem*. En *The fungal community: its organization and role in ecosystem*. (p. 708). New York: Marea Decker.
- Liu, Y., He, J., Shi, G., An, L., Öpik, M., Feng, H., 2011. Diverse Communities of arbuscular mycorrhizal fungi inhabit sites with very high altitude in Tibet Plateau. *FEMS Microbiology Ecology*, 78: 355-365.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity. Species abundance distributions over time. *Ecology Letters*, 10: 347–354.
- Mallen, R. C., Vidal, G. C. & Tamarit, U. J. C. 2005. *El manejo de los bosques templados en Puebla. Criterios e indicadores para evaluar la sustentabilidad*. México: CENID COMEF. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. 262 p.
- Mariaca, R., Silva, L. C. & Castaños, C. A. 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el Valle de Toluca, México. *Ciencia ergo sum*, 8(1): 30-40.
- Martínez-Alfaro, M. A. 2001. Algunos métodos sugeridos a las investigaciones etnomicológicas. *Etnobiología*, 1: 100-101.

- Martínez-Peña, F., Oria de Rueda, J. A. & Ágreda, T. 2011. *Manual para la recolección forestal en Castilla y León*. España: SOMACYL - Junta de Castilla y León. 460 p.
- Mapes, C. 2001. Variación cognitiva y métodos de estudio en Etnomicología. *Etnobiología*, 1: 98-99.
- Mendoza-Díaz, M. M., Zavala-Chávez, F., Estrada-Martínez, E. 2006. Hongos asociados con encinos en la porción noroeste de la sierra de Pachuca, Hidalgo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(1): 13-18.
- Montoya, A., Estrada-Torres, A., Kong, A., Juárez-Sánchez, L. 2001. Commercialization of wild mu shrooms during market days of Tlaxcala, Mexico. *Micología Aplicada Internacional*, 13:31-40.
- Montoya, A., Estrada-Torres, A., Caballero, J. 2002. Comparative Ethnomycological survey of three localities from la Malinche volcano, Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 22(1): 103-131
- Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., Cifuentes, J., Caballero, J. 2004. Useful wild fungi of La Malinche National Park, México. *Fungal Diversity*, 17: 115-143.
- Moreno-Fuentes, A., Garibay-Orijel, R., Tovar-Velasco, J., Cifuentes, J. 2001. Situación actual de la etnomicología en México y el mundo. *Etnobiología*, 1: 75-84.
- Munsell, C. 1975. *Munsell soil color chart*. Kollmorgen, Maryland: United States Department of Agriculture. 34 p.

- Murakami, Y. 1989. Spatial changes of species composition and seasonal fruiting of the Agaricales in *Castanopsis cuspidate* forest. *Transactions of the Mycological Society of Japan*, 30: 89-103.
- Nicholls, C. & Altieri, M. 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología*, 6: 28-37.
- O'Brien, B. L., Parrent, J. L., Jackson, J. A., Moncalvo, J. M. & Vilgalys, R. 2005. Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 71: 5544-5550.
- O'Dell, T. E., Luoma, D. L., Molina, R. J. 1992. Ectomycorrhizal fungal communities in young, managed and old growth Douglas-fir strands. *Northwest Environmental Journal*, 8: 166-168.
- O'Dell, T. E., Lodge, J. E., Mueller, G. M. 2004. *Approaches to sampling macrofungi*. En Biodiversity of Fungi: inventory and monitoring methods. (pp. 163-168) San Diego CA: Elsevier Academic Press.
- Pardavé-Díaz, L. M., Flores-Pardavé, L., Ruíz-Esparza, V. F., Robledo-Cortés, M. 2007. Contribución al Conocimiento de los Hongos (Macromicetos) de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 37: 4-12.
- Pellicer-Gonzales, E., Martínez-Carrera, D., Sánchez, M., Aliphath, M. & Estrada-Torres, A. 2002. *Rural management and marketing of wild edible mushrooms in Mexico*. En Mushroom biology and mushroom products. (pp. 433-443). Cuernavaca, México: UAEM.
- Pérez-Moreno, J., Martínez-Reyes, M., Yescas-Pérez, A., Delgado-Alvarado, A., Xoconostle-Cázares, B. 2008. Wild mushroom markets in central Mexico and a case study at Ozumba. *Economic Botany*, 62: 1-12.

- Perini, C., Barluzzi, C., De Dominicis, V. 1989. Mycocoenological research on evergreen oak Wood in the hills adjacent to the Maremma coastline (NW of Grosseto, Italy). *Phytocoenologia*, 17: 298-306.
- Perry, D., Amaranthus, M., Borchers, J., Brainerd, R. 1989. Bootstrapping in ecosystems. *BioSciences*, 39: 230-237.
- Pilz, D., Molina, R. 1996. *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests*. Portland, OR: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 104 p.
- Reichle, D., Goldstein, R., van Hook, R., Dodson, G. 1973. Analysis of insect consumption in a forest canopy. *Ecology*, 54: 1076-1084.
- Romero-Arenas, O., Huerta-Lara, M., Becerril-Herrera, M., Bautista-Calles, J., Damian-Huato, M. A., Tapia-Rojas, A., Valencia De Ita, M. A. & Bonilla-Vázquez, L. 2009. Diversity of Wild Mushrooms in the Commonwealth of Benito Juárez, Tetela De Ocampo; Puebla, Mexico. *Research Journal of Biological Sciences*, 4: 179-186.
- Romero, C. S. 2014. *Usos de la biodiversidad en el estado de Puebla, el patrimonio forestal de Puebla y su problemática*. En La biodiversidad en Puebla “Estudio de Estado”. (pp. 243-280). México: CONABIO.
- Rossmann, A. Y. 1994. *A strategy for an all taxa of fungal biodiversity*. En Biodiversity and terrestrial ecosystems. (pp. 169-194) Institute of Botany. Taiwan: Academia Sinica Monograph Series No. 14.
- Ruan-Soto, F., Mariaca, R., Cifuentes, J., Limón, F., Pérez-Ramírez, L. & Sierra-Galván, S. 2007. Nomenclatura, clasificación y percepciones locales acerca de

los hongos en dos comunidades de la Selva Lacandona. Chiapas, México. *Etnobiología*, 5: 1-20.

Sarkar, S. 2002. Defining "biodiversity": assessing biodiversity. *The Monist*, 85: 131–155.

Schmit, J. P., Murphy, J. F., Mueller, G. M. 1999. Macrofungal diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany*, 77: 1014-1027.

Schmit, J. P., & Lodge, D. J. 2004. *Classical methods and modern analysis for studying fungal diversity*. En *Fungal community: its organization and role in the ecosystem* (pp. 193-214). Boca Raton, FL: Taylor & Francis.

SEDESOL, 2010. Diagnóstico: Alternativas de la Población Rural en pobreza para generar ingresos sostenibles. Recuperado el 16 de febrero de 2015, de Secretaria de Desarrollo Social. Sitio web: www.sedesol.gob.mx/sppe/dgap/diagnostico/Diagnostico_POP.pdf.

SEMARNAT, 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-010-SEMARNAT-1996. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos. Consultado el 16 de febrero de 2015, de Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sitio web: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/documents/html/florafaua.html>

SEMARNAT, 2010a. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. Consultado el 16 de febrero de 2015, de Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sitio web:

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf>.

SEMARNAT, 2010b. Plan de manejo para hongo blanco *Tricholoma magnivelare*. Consultado el 26 de febrero de 2014, de Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección de Vida Silvestre. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sitio web: <http://semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/PMTNov2010/PMTHONGOBLANCO.pdf>.

Straatsma, G., Ayer, F., Egli, S. 2001. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research*, 10: 13-29.

Torres-Rojo, J. M. & Moreno-Sánchez, R. 1992. *Aspectos económicos del manejo integral forestal*. En Memoria Primer Foro Nacional sobre Manejo Integral Forestal. Chapingo, Edo. de México.

Toti, D. S., Coyle, F. A. & Miller, J. A. 2000. A structured inventory of appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. *Journal of Arachnology*, 28: 329-345.

Vázquez-Mendoza, S. & Valenzuela-Garza, R. 2010. Macromicetos de la Sierra Norte del estado de Puebla, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 8: 46-61.

Villarreal, L. 1993. Diversidad de hongos comestibles, aprovechamiento y conservación de poblaciones silvestres en México. (Memorias) 1 Reunión Internacional y IV Nacional sobre recursos fitogenéticos: Cultivos Potenciales. Montecillo, Edo. de México.

- Villarreal, L. 1995. *Los hongos silvestres, una alternativa para el manejo integral de los bosques*. En *Alternativas al manejo de laderas en Veracruz*. (pp. 197-201). México: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Fundación Friedrich Ebert.
- Villarreal, L. & Pérez, J. 1989a. Aprovechamiento y conservación del "matsutake americano" (*Tricholoma magnivelare*) en los bosques de México. *Micología Neotropical Aplicada*, 2: 131-144.
- Villarreal, L. & Pérez, J. 1989b. Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada*, 2: 77-114.
- Wasson, V. P. & Wasson, R. G. 1957. *Mushrooms, Russia and History. Vol. 2*. Nueva York: Pantheon Books. 579 p.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de algunos hongos silvestres del Cerro “El Pinal”.



Hyphomyces lactifluorum (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860.



Morchella esculenta (L.) Pers., 1794



Boletus edulis Bull., 1782.



Geastrum triplex Jungh., 1840.



Craterellus cornucopioides (L.) Pers., 1825.



Ramaria flava (Schaeff.) Quél., 1888.



Lycoperdon perlatum Pers., 1796.



Auricularia auricula-judae (Fr.) Quél., 1886.

Anexo 2. Ficha para Hongos Laminares

Determinación	Col.	Loc.	Fecha
HABITO	ESPORADA	CRECIMIENTO	SUSTRATO
PILEO			
Tamaño	Forma	Margen	Color
Humedad	Ornamentación	Otras	
LAMINAS			
Color	Frecuencia	Unión	Forma
Borde	Otras		
ESTÍPITE			
Tamaño	Color	Forma	Bulbo
Consistencia	Humedad	Ornamentación	Velo
Otras			
CARNE			
Contexto	Color	Olor	Sabor
Otras			

Anexo 3. Ficha para Hongos con Poros

Determinación	Col.	Loc.	Fecha
HABITO	ESPORADA	CRECIMIENTO	SUSTRATO
PILEO			
Tamaño	Forma	Margen	Color
Humedad	Ornamentación	Otras	
TUBOS		POROS	
Largo	Color	Tamaño	Forma
Unión	Otras	Color	Otras
ESTÍPITE			
Tamaño	Color	Forma	Bulbo
Consistencia	Humedad	Ornamentación	Velo
Otras			
CARNE			
Contexto	Color	Olor	Sabor
Otras			

Anexo 4. Ficha para Hongos con otra disposición de Himenio

Determinación	Col.	Loc.	Fecha
HABITO	ESPORADA	CRECIMIENTO	SUSTRATO
CUERPO			
Largo*Ancho*Grosor	Forma	Color de las Partes	
Consistencia	Otras		
HIMENIO			
CARNE			
Contexto	Color	Olor	Sabor
Otras			

Anexo 5. Instrumento para la aplicación de entrevistas

Pregunta 1. Nombre

Pregunta 2. Edad

[]

Pregunta 3. Ocupación

- 1. Productor
- 2. Ama de casa
- 3. Vendedor
- 4. Desempleado
- 5. Otro

Pregunta 4. Localidad

- 1. El Rincón
- 2. Sta. María Tepetzala

Pregunta 5. Sexo

- 1. M
- 2. F

Pregunta 6. Grado de Escolaridad

- 1. Primaria
- 2. Secundaria
- 3. Bachillerato
- 4. Universitario
- 5. Ninguno

Pregunta 7. ¿Cuántos hongos conoce?

[]

Pregunta 8. ¿Cómo se llaman los hongos que usted conoce?

Pregunta 9. ¿Quién le enseñó a reconocerlos?

- 1. Padres
- 2. Abuelos
- 3. Amigos
- 4. Otro

Pregunta 10. ¿Sobre qué crecen los hongos?

- 1. Suelo (Hojas o tierra)
- 2. Madera (Troncos vivos o muertos)
- 3. Estiércol
- 4. Otros

Pregunta 11. ¿Algunos Hongos son más abundantes que otros?

- 1. Si
- 2. No

Pregunta 12. ¿Considera que hay más o menos hongos que antes?

- 1. Más Hongos que antes
- 2. Menos Hongos que antes
- 3. No ha cambiado

Pregunta 13. ¿Por qué hay más o menos hongos?

- 1. Porque unos años llueve más que otros
- 2. Porque hay menos bosque que antes
- 3. Otro

Pregunta 14. ¿Cuántas veces consume Hongos durante la temporada?

- 1. 1 o 2 veces durante la temporada
- 2. 3 o 4 veces durante la temporada
- 3. Más de 4 veces durante la temporada

Pregunta 15. ¿Cómo prepara los hongos?

- 1. Guisados
- 2. Asados al comal
- 3. Capeados
- 4. Fritos
- 5. Otro

Pregunta 16. ¿Sabe distinguir los que se comen de los que no se comen?

- 1. Si
- 2. No

Pregunta 17. ¿Usted conoce de alguien que se haya comido un hongo venenoso?

- 1. Si
- 2. No

Pregunta 18. ¿Usa los hongos para alguna otra cosa aparte de para comer?

- 1. Medicinal
- 2. Ritual
- 3. Lúdico
- 4. No

Pregunta 19. ¿Usted recolecta hongos?

- 1. Si
- 2. No

Pregunta 20. ¿Quiénes se encargan de hacerlo?

- 1. Mujeres jóvenes
- 2. Hombres jóvenes
- 3. Mujeres adultas
- 4. Hombres adultos
- 5. Niños

Pregunta 21. ¿Cuántos llegan a recolectar por día?

[_____]

Pregunta 22. ¿En qué fechas recolectan los hongos?

- 1. Enero-Mayo
- 2. Junio-Agosto

3. Septiembre-Diciembre

Pregunta 23. ¿Usted Compra o Vende Hongos?

- 1. Compra
- 2. Vende

Pregunta 24. ¿Cuáles son los hongos que se venden más caros y por qué?

Pregunta 25. ¿Cuánto ganan en total por la venta de hongos?

[_____]

Pregunta 26. ¿Qué tanto dinero representa la venta de hongos de su ganancia total mensual?

- 1. Menos de una tercera parte
- 2. Una tercera parte
- 3. La mitad
- 4. Más de la mitad

Pregunta 27. ¿Quiénes de su familia están involucrados en la venta o recolecta de hongos?

- 1. Hijos
- 2. Hermanos
- 3. Padres
- 4. Abuelos
- 5. Otros

Pregunta 28. ¿Cómo los venden?

- 1. Mercado
- 2. Venta a conocidos
- 3. Comprador específico
- 4. Otro

Pregunta 29. ¿Conoce usted el destino de los hongos que vende?

- 1. Si
- 2. No