



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS**

**ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA
DISPONIBILIDAD DEL RECURSO FÚNGICO Y LA
IMPORTANCIA CULTURAL DE LOS HONGOS EN
LOS BOSQUES DE PINO-ENCINO DE IXTLÁN,
OAXACA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
**DOCTOR EN CIENCIAS
(BIOLOGIA)**

PRESENTA:

ROBERTO GARIBAY ORIJEL

**DIRECTOR DE TESIS: DR. JOAQUÍN CIFUENTES
BLANCO**

MÉXICO, D.F.

MARZO, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

La presente investigación se realizó en las tierras comunales de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, con la anuencia del Comisariado de bienes comunales y el Comité de Vigilancia.

El autor contó con las becas otorgadas por el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (Beca número 149895) y la Universidad Nacional Autónoma de México (DGEP).

El trabajo de campo fue financiado mayoritariamente por la Fundación Yolanda Orijel Arenas y en parte por los proyectos DGAPA IN-206901 y DGAPA IN-223704 durante 2001 y 2002 y por PAEP (2003-201307) en 2003.

La dirección del trabajo estuvo a cargo del Dr. Joaquín Cifuentes Blanco; los Doctores Arturo Estrada Torres, Javier Caballero Nieto y Miguel Martínez Ramos brindaron su colaboración, asesoría, apoyo, enseñanzas y amistad como parte del Comité Tutorial.

**Este trabajo está dedicado a las tres mujeres de mi vida,
en orden de aparición, mi madre, mi esposa y mi hija.**

A mi padre y a mi hermano.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las autoridades de Ixtlán que en su momento se mostraron siempre dispuestas e interesadas para la realización de este trabajo. Gracias por permitirme el acceso a sus bosques.

A todos los trabajadores de la empresa forestal de Ixtlán, particularmente al Ing. Leopoldo Santiago Vargas, gracias por su amistad, apoyo logístico y conocimientos.

A todos los pobladores de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, gracias por permitirme siempre entrar a sus hogares e importunarlos con cantidades de preguntas; gracias por su amistad y conocimientos sobre los hongos del monte. Particularmente agradezco a Víctor Ramírez y familia, a Jorge García y familia y a Doña Augusta y familia, gracias por su apoyo incondicional y enseñanzas.

A los Doctores Joaquín Cifuentes Blanco, Arturo Estrada Torres, Javier Caballero Nieto y Miguel Martínez Ramos, gracias por su amistad, tiempo, paciencia e innumerables lecciones; particularmente por mostrarme el camino del pensamiento claro, sintético, analítico y comprometido; por demostrarme que siempre se pueden hacer mejor las cosas.

A los Doctores Teófilo Herrera Suárez, Alejandro Casas Fernández, Ángel Moreno Fuentes y Adriana Montoya Esquivel por su revisión crítica de la tesis y por sus atinados comentarios y correcciones, gracias por comprender la premura y la presión.

A los Doctores Alejandro Casas Fernández, Gastón Guzmán Huerta, Rafael Lira Sade y Miguel Martínez Ramos que como miembros del jurado del examen de candidatura, hicieron observaciones fundamentales para el diseño y estructura de la investigación.

A todos los miembros de la Sección de Micología del Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM, gracias por haberme mostrado el camino, por su amistad y paciencia; lamento los contratiempos.

Al M. en C. Alejandro Kong por su ayuda con la identificación de las Russulas.

A todos los miembros del GIDEM, por que con sus enseñanzas directas o indirectas contribuyeron a la madurez de este trabajo.

A Claudio Garibay Orijel, a Peter Kennedy y a Jesús Badillo por sus comentarios sobre algunos de los capítulos y por ayudarme con el inglés. A Gerardo Arrollo O'Grady por su revisión profesional de los documentos en inglés.

A Scarlett Galván por tu amor, apoyo, comprensión, ayuda en el campo y secretariado; sin tu apoyo nada de esto habría sido posible.

A Yolanda Orijel Arenas por tu amor, consejos, animo, infraestructura, financiamiento, aliento; sin tu apoyo esto tampoco habría sido posible.

A todos los trabajadores del Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM, gracias por siempre comprender, tener una opción y demostrar que se puede sobrevivir a la burocracia con criterio y disposición, especialmente a Lilia Espinosa Sánchez, a Jorge Haro Castro, a María de la Paz Cruickshank y a Dolores Rodríguez Guzmán.

A mi hermano y a mi padre por siempre un cimiento y una inspiración.

Especialmente a todos los que por mi pésima memoria no mencioné.

RESUMEN

El presente trabajo surge de la inquietud de comprender cómo y por qué los grupos humanos usan los recursos fúngicos de su ambiente. Nuestra pregunta de investigación fue ¿Se relaciona la disponibilidad ecológica de los hongos con su significancia cultural? Para responderla se planteó el siguiente objetivo general: investigar si la disponibilidad del recurso fúngico medido en función de la abundancia, producción de biomasa, de las frecuencias espacial y temporales, tienen influencia sobre la significancia cultural de los hongos comestibles. El estudio se dividió en cuatro capítulos en los que se describe la siguiente información: el inventario de las especies de macromicetos comestibles, la estructura de la comunidad de hongos y su disponibilidad ecológica, el conocimiento micológico tradicional de los pobladores de la zona y una estimación de la significancia cultural de las especies de macromicetos consumidas localmente. Para esto usamos la siguiente metodología: recolección, descripción e identificación taxonómica de las especies; monitoreo de las variables ecológicas de las especies durante 2001 y 2002; observación participante, entrevista y aplicación de cuestionarios a los pobladores de Ixtlán; y estimación de la significancia cultural de los hongos por medio de cuatro técnicas. Finalmente usamos la correlación de rangos entre las variables ecológicas y las estimaciones de significancia cultural para buscar las relaciones entre ambas. En total identificamos 92 taxa; las especies pertenecieron a 10 órdenes, 30 familias y 45 géneros. Los géneros con más taxa fueron *Lactarius* y *Laccaria* con 7, *Amanita* con 6 y *Cantharellus* e *Hydnum* con 5 respectivamente. Treinta y tres taxa (35.87%) son nuevos registros para el estado de Oaxaca. La comunidad de macromicetos estuvo dominada por *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* y *Gymnopus confluens*, entre ellas produjeron el 61.65% de la abundancia total. *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* fue la especie con mayor producción de biomasa húmeda. Las especies con mayor disponibilidad total fueron *L. laccata* var. *pallidifolia*, *L. vinaceobrunnea*, *G. confluens*, *Hygrophorus purpurascens* y *Cantharellus lutescens*. Los habitantes de Ixtlán reconocen y/o dan uso a cuarenta y tres hongos, éstos correspondieron a 26 especies tradicionales; treinta y siete taxa son hongos comestibles silvestres, tres son comestibles cultivados, dos especies son reconocidas como tóxicas y una tiene un uso recreativo. Las especies usadas localmente representan el 38.54% de las especies potencialmente comestibles identificadas hasta el momento en la zona. Los hongos son el recurso forestal no maderable más usado, de hecho el 65.96% de los informantes los recolecta. En promedio, los entrevistados consumen hongos silvestres 3.04 días al mes durante la temporada de lluvias. Encontramos que la distribución del conocimiento micológico tradicional no es homogénea, pues existieron diferencias significativas en el número de especies conocidas en función de la ocupación y edad de los informantes; pero no en función de su sexo. Según el índice compuesto de significancia cultural, los taxa tradicionales más importantes fueron el complejo *Amanita caesarea*, *Ramaria* spp., *Neolentinus lepideus* y *Cantharellus cibarius* s.l. Del análisis de correlación de rangos entre las variables ecológicas y las de importancia cultural se obtuvieron correlaciones significativas entre el índice económico y la abundancia relativa ($r_s = 0.645$, $P = 0.017$), entre el índice de transmisión de conocimiento y la frecuencia temporal relativa ($r_s = 0.644$, $P = 0.018$) y entre el índice de transmisión de conocimiento y la frecuencia espacial relativa ($r_s = 0.581$, $P = 0.036$). No existió correlación entre el índice de significancia cultural y el valor de importancia ecológica ($r_s = 0.099$). De lo que se concluye que la disponibilidad ecológica de los recursos fúngicos de Ixtlán, evaluada en su conjunto, no tiene relación con la significancia cultural de los hongos comestibles, aunque si existen ciertas correlaciones significativas entre variables particulares.

ABSTRACT

The present work deals with the challenge of understanding how and why human beings use the fungal resources of the environment. The basic research question was: Is ecological availability of mushrooms related with its cultural significance? To answer it, the main objective was to inquire if the ecological availability measured by the abundance, biomass production, spatial and temporal frequency, has effect on the cultural significance of the edible mushrooms. The study was divided in four sections, each one gave the following information: the wild edible mushroom inventory; the mushroom community structure and availability; a description of the local people's traditional mycological knowledge and; an estimate of the locally edible mushroom cultural significance. The next methods were used: collection, description and taxonomic identification of species; the tracking of ecological variables during 2001 and 2002; participant observation, interview and questionnaire with Ixtlán inhabitants and; estimation of the mushroom cultural significance by four techniques. Finally we searched for relationships between ecological variables and those derived from cultural significance analysis with a rank correlation. We identified 92 wild edible mushrooms; taxa belong to 10 orders, 30 families and 45 genera. The most represented genera were *Lactarius* and *Laccaria* with 7 species, *Amanita* with 6 and *Cantharellus* and *Hydnum* with 5 each. Thirty-three taxa (35.87%) are new registers for Oaxaca. The mushroom community was dominated by *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* and *Gymnopus confluens*; they produced the 61.65% of total fruit bodies abundance. *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* was the species with the highest biomass production. *Laccaria laccata* var. *pallidifolia*, *L. vinaceobrunnea*, *G. confluens*, *Hygrophorus purpurascens* and *Cantharellus lutescens* were the most available species. Forty-three mushroom taxa had local anthropocentric interest and corresponded to 26 folk species. Thirty-seven taxa were wild edibles, three were cultivated edibles, two toxic and one had recreational use. Wild edible taxa represented 38.54% of useful species recorded in the zone. Edible mushrooms were the most used non-timber forest resource, with 65.96% of informants reported to collect them. On average, interviewees consumed mushrooms 3.04 days a month within the rainy season. We found that traditional mycological knowledge was heterogeneously distributed, because significant differences existed among the number of mushrooms known in function of age and occupation of informants, but not by gender. According the cultural significance compound index, the most important taxa were *Amanita caesarea* complex, *Ramaria* spp., *Neolentinus lepideus* and *Cantharellus cibarius* s.l. The rank correlation between ecological variables and those of cultural significance, showed significant correlations between the economic index and relative abundance ($r_s = 0.645$, $P = 0.017$), between knowledge transmission index and the temporal frequency ($r_s = 0.644$, $P = 0.018$) and between the knowledge transmission index and the spatial frequency ($r_s = 0.581$, $P = 0.036$). There was no correlation between the edible mushroom cultural significance index and the ecological importance value ($r_s = 0.099$). Thus, we concluded that the ecological availability of Ixtlán fungal resources, measured as a whole, had not any relation with the cultural significance of edible mushrooms, however there were some significant correlations between particular variables.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Marco teórico

Objeto de estudio: los hongos y el conocimiento micológico tradicional

Pregunta de investigación

Hipótesis

Objetivos

Metodología

Literatura citada

CAPÍTULO 1.

Los hongos comestibles en la propiedad comunal de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México

CAPÍTULO 2.

Disponibilidad de los hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca

CAPÍTULO 3.

People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico

CAPÍTULO 4.

La significancia cultural de los hongos comestibles de Ixtlán de Juárez, Oaxaca

DISCUSIÓN GENERAL

Palabras clave: Hongos comestibles, etnomicología, ecología comunidades de macromicetos.

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se exponen los resultados de 5 años de investigación sobre los hongos comestibles de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. El reporte incluye el inventario de las especies de hongos comestibles presentes en los bosques de la comunidad, que a la fecha suman 92 taxa y describe la abundancia, biomasa, distribución temporal y espacial de 81 de estas especies. Se discuten también los usos tradicionales que los zapotecos de la zona dan a 43 especies de hongos y se evalúa la significancia cultural de 37 de éstas. Finalmente discute el efecto de las variables ecológicas sobre la significancia cultural de estos recursos.

El trabajo está organizado como una colección de artículos científicos en donde se reportan los resultados parciales de cada una de las secciones de la investigación. En cada uno de éstos se detallan los marcos teóricos de cada área del conocimiento abordada; se describen los métodos y técnicas empleados y se discuten sus resultados particulares. Al principio de este trabajo se expone el marco teórico en el que se desenvuelve la investigación en general, se describen brevemente los métodos y técnicas de todos los artículos y el análisis final, se plantea la pregunta de investigación y se exponen los objetivos de la presente investigación. Después le siguen los capítulos en que está dividido el documento, cada uno de ellos corresponde con un artículo científico. Todos los capítulos están en español y tienen el mismo formato, salvo el tercero que está escrito en inglés que conserva el formato y paginación de la revista donde fue publicado (*Fungal Diversity*). De tal manera, en el primer capítulo se describe la diversidad de los hongos comestibles presentes en los bosques de pino-encino de Ixtlán y se discute su potencialidad de aprovechamiento. En el segundo capítulo se analiza la disponibilidad ecológica de las especies de hongos comestibles silvestres en términos de su abundancia, producción de biomasa, distribución temporal y distribución espacial. En el tercer capítulo se describe y discute el conocimiento micológico tradicional de los habitantes de Ixtlán. En el cuarto capítulo se hace un análisis de la significancia cultural de los hongos consumidos tradicionalmente en el pueblo. Finalmente en la discusión general de la investigación, se analiza si las variables ecológicas son factores que determinan la significancia cultural de los hongos comestibles; y se evalúa la pertinencia de la hipótesis del estudio.

MARCO TEÓRICO

Los seres humanos se relacionan y usan su ambiente de múltiples maneras. En el sistema “humano + entorno = uso de recursos” influyen numerosos factores, éstos pueden ser bióticos, físicos, climáticos, culturales, sociales, históricos, etc. La medida en que cada factor influencia el uso y el aprovechamiento de los recursos es distinta y constituye un tema crucial en los paradigmas actuales del desarrollo sustentable, la diversificación del uso de los recursos y la conservación de la biodiversidad.

El conocimiento ambiental tradicional es clave en las estrategias de subsistencia de las poblaciones rurales, éste es intrínsecamente dinámico y está distribuido de acuerdo con factores sociales y personales específicos. De hecho, cambia en función de la innovación y experimentación local, así como en función de las variables ambientales. Su distribución puede ser influenciada por factores como la edad, sexo, clase social, etc. Por lo tanto, el uso y manejo de los recursos depende de una combinación de factores que en conjunto determinan el ambiente de toma de decisiones de una persona. Este ambiente a su vez está basado en la manera en que el mundo es percibido por un individuo o comunidad (Cotton, 1996).

Factores sociales y culturales que afectan el uso de los recursos

Las actitudes locales respecto de un recurso están afectadas por factores sociales como: edad, edad de casamiento, clase social, lugar de nacimiento, etnicidad, habilidad de lenguaje, educación, ocupación, tenencia de la tierra, migración, número de hijos, generaciones por casa, acceso a conocimientos especiales, modo de producción, nivel de contacto con el exterior, aculturación, etc. (Trotter, 1981; Berlin, 1992; Cotton, 1996).

Por ejemplo, los Aleut de Alaska son una sociedad de cazadores y ellos otorgan un valor muy alto a las focas, de las cuales obtienen una gran cantidad de satisfactores, a diferencia de los mestizos o sajones que comparten con ellos sus territorios; el valor otorgado a los búfalos por los indígenas de Aridoamérica también era muy distinto al que les otorgaban los colonizadores agricultores (Mercurieff, 1994). El conocimiento sobre ciertas plantas puede estar inclinado hacia un sexo, por ejemplo, entre los Amuesha del Perú, el conocimiento sobre los cultivos de yuca (*Manihot esculenta*) es compartido por mujeres bien comunicadas entre sí, mientras que el conocimiento sobre nuevas variedades bajo experimentación sólo lo comparten los shamanes (Boster, 1985; Salick et al., 1997).

Existen también variables culturales que también influyen en la valoración de un recurso. Entre éstas se encuentran: los símbolos, tabúes, religión, costumbres, ritos, etc. Por ejemplo, las palmas tienen un gran significado cultural dentro de los rituales del Domingo de ramos, y éste no se puede explicar en función de un uso alimenticio o medicinal, o por alguna característica ecológica, sino por que representan la victoria de Cristo (Godoy, 1993). Entre los Tamil Nadu de la India las embarazadas no pueden comer papaya por su relación “simpatética” con los pechos (Fieldhouse, 1986). Los Seris de México no cortan las ramas de *Fourqueria columnaris* por su fuerza espiritual y su relación con el viento, este tabú no sólo impacta positivamente la percepción de esta planta, sino que la hace uno de los símbolos de su identidad cultural.

Factores biológicos que afectan el uso de los recursos

Existen numerosos factores biológicos que influyen en la percepción que sobre un recurso tiene un individuo o comunidad, algunos de ellos son: la abundancia, densidad, frecuencia, biomasa, tamaño relativo, contenido de fibra, durabilidad, actividad biológica de compuestos secundarios, características de crecimiento, el hábito del tallo, diámetro a la altura del pecho, características de las semillas, vainas y raíces, etc. (Phillips y Gentry, 1993; Cotton, 1996). Por ejemplo, la talla, sabor y digestibilidad de las vainas, son factores relevantes en el aprecio que tienen los Mixtecos de Guerrero por diferentes individuos de huaje (*Leucaena esculenta*), lo que genera una actitud diferencial hacia cierto tipo de organismos resultando en diversas prácticas de domesticación de la especie (Casas y Caballero, 1996). Mapes et al. (1996) encontraron que las variedades del amaranto (*Amaranthus* spp.) que se encuentran bajo proceso de domesticación tienen usos diferentes de acuerdo con el lugar donde acumulen más biomasa, ya sea en las hojas (consumidas como quelite) o en las inflorescencias (como cereal). El contenido de fibra de las hojas es una de las características fundamentales junto con la no torsión y la pérdida de la capacidad reproductiva para la selección de plantas de henequén en la península de Yucatán (Colunga-García et al., 1996).

Los recursos no sólo se valoran por sus características físicas, de crecimiento o ecológicas, los servicios ambientales que proporcionan también son de gran valor cultural. La fijación de nitrógeno, o al menos el mantenimiento de la fertilidad del suelo es la causa principal por la que los huastecos dejan en pie árboles leguminosos en el interior de las milpas (Alcorn, 1989).

El trabajo de Montoya-Esquivel et al. (2004) es tal vez el único estudio en el campo de la micología que ha buscado comprender las causas de la significancia cultural de los hongos. La autora encontró que aparentemente existe una relación inversamente proporcional entre la frecuencia de mención y la abundancia de algunas especies de hongos comestibles silvestres. También encontró que los precios de venta de la mayoría de las especies sí están correlacionados con su frecuencia de mención. Finalmente concluye que es necesario evaluar un mayor número de factores que puedan influenciar la significancia cultural de los hongos comestibles silvestres (HCS) como sabor, formas de preparación, consistencia, etc.; así como un mayor número de variables ecológicas que puedan tener efecto sobre la significancia cultural como frecuencia, fenología y productividad.

En este sentido, se considera que el marco teórico del presente trabajo es el sistema “grupos humanos - uso de los recursos”, y la pregunta básica de investigación es ¿Por qué un grupo humano decide usar ciertos recursos de su entorno y no otros? Para abordar esta cuestión usamos como modelo de estudio la relación “los hongos comestibles silvestres – habitantes de Ixtlán”. En este modelo, las variables son la disponibilidad ecológica del recurso (abundancia, biomasa, frecuencia temporal y frecuencia espacial) y la significancia cultural de los hongos comestibles (frecuencia de mención, abundancia percibida, frecuencia de consumo, uso como comida multifuncional, apreciación de sabor, transmisión de conocimiento, salud y economía).

OBJETO DE ESTUDIO: LOS HONGOS Y EL CONOCIMIENTO MICOLÓGICO TRADICIONAL

En nuestro país, uno de los grupos biológicos menos estudiados son los hongos, basta mencionar que se ha calculado que la micobiota nacional debe ser superior a 120000 especies, de las que sólo se han descrito aproximadamente 6000 es decir, el 6.81% (Guzmán, 1995); este hecho resulta paradójico pues los hongos tienen un gran potencial desde los puntos de vista nutrimental, médico, industrial, biotecnológico, ecológico, económico, etc. Este rezago en el conocimiento se hace patente en distintas áreas de su aplicación: mientras que en el mundo se cultivan más de 80 especies de hongos comestibles (Stamets, 1993) en México sólo se cultivan intensivamente 2 y en proceso 3 ó 4 más (Pellicer, 1998).

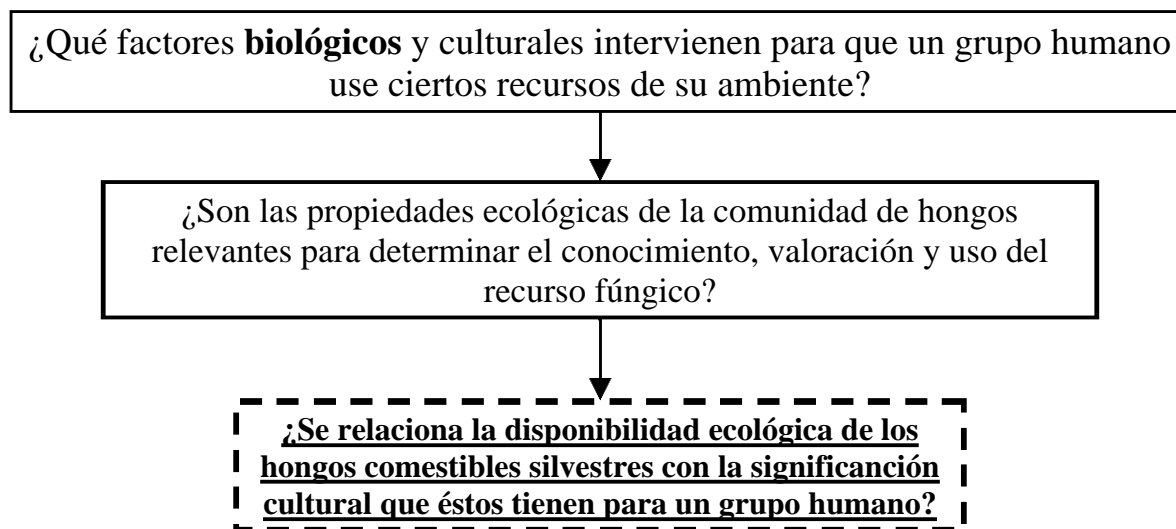
Si el conocimiento taxonómico sobre los hongos en nuestro país es limitado, los demás niveles de la diversidad fúngica (genético, poblacional y de comunidades) son poco conocidos

también. Al respecto del estudio de las comunidades de hongos silvestres se pueden mencionar los trabajos de Villarreal y Guzmán (1985; 1986a; 1986b), Zamora-Martínez y Nieto de Pascual (1995), Villarreal (1996), Córdova (2004) y Montoya-Esquivel (2005).

En el campo del conocimiento micológico tradicional (CMT), la tendencia es contraria. Moreno-Fuentes et al. (2001) realizaron una revisión bibliográfica mundial respecto de los trabajos con temas etnomicológicos, y encontraron que los dos sitios con mayor cultura respecto del consumo de hongos y la diversidad de formas en que son utilizados son: la zona Asia-Pacífico (Japón, Corea y China) y Mesoamérica. De hecho, México y Japón son los países en donde más trabajos etnomicológicos se han realizado (Garibay-Orijel, 2000). La riqueza cultural sobre los hongos en nuestro país ha sido señalada en diversas ocasiones, Guzmán (1997) menciona que “El saber indígena sobre los hongos en América Latina y en particular en Mesoamérica, es digno de admirarse, por su multiplicidad y profundidad, este conocimiento debe rescatarse antes de que se pierda definitivamente”.

Por todo esto, consideramos que los estudios que analicen la diversidad y las propiedades emergentes de las comunidades de hongos macroscópicos, conjuntamente con un análisis del conocimiento micológico tradicional, permitirán desarrollar ideas más claras respecto del uso de los hongos, su manejo y conservación.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN



HIPÓTESIS

La disponibilidad ecológica, medida en función de su abundancia, producción de biomasa húmeda, frecuencia espacial y temporal, es un factor que determina la significancia cultural de los hongos comestibles silvestres.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Investigar si la disponibilidad del recurso fúngico tiene influencia sobre la significancia cultural de los hongos comestibles.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar un inventario de las especies de hongos comestibles que crecen en los bosques de la zona.
- Hacer un análisis de la abundancia, producción de biomasa, distribución temporal y espacial de la comunidad de hongos comestibles.
- Recopilar, describir y analizar el conocimiento micológico tradicional de los pobladores de Ixtlán.
- Determinar la significancia cultural de los hongos comestibles silvestres.
- Buscar las relaciones entre las variables ecológicas y las de significancia cultural.

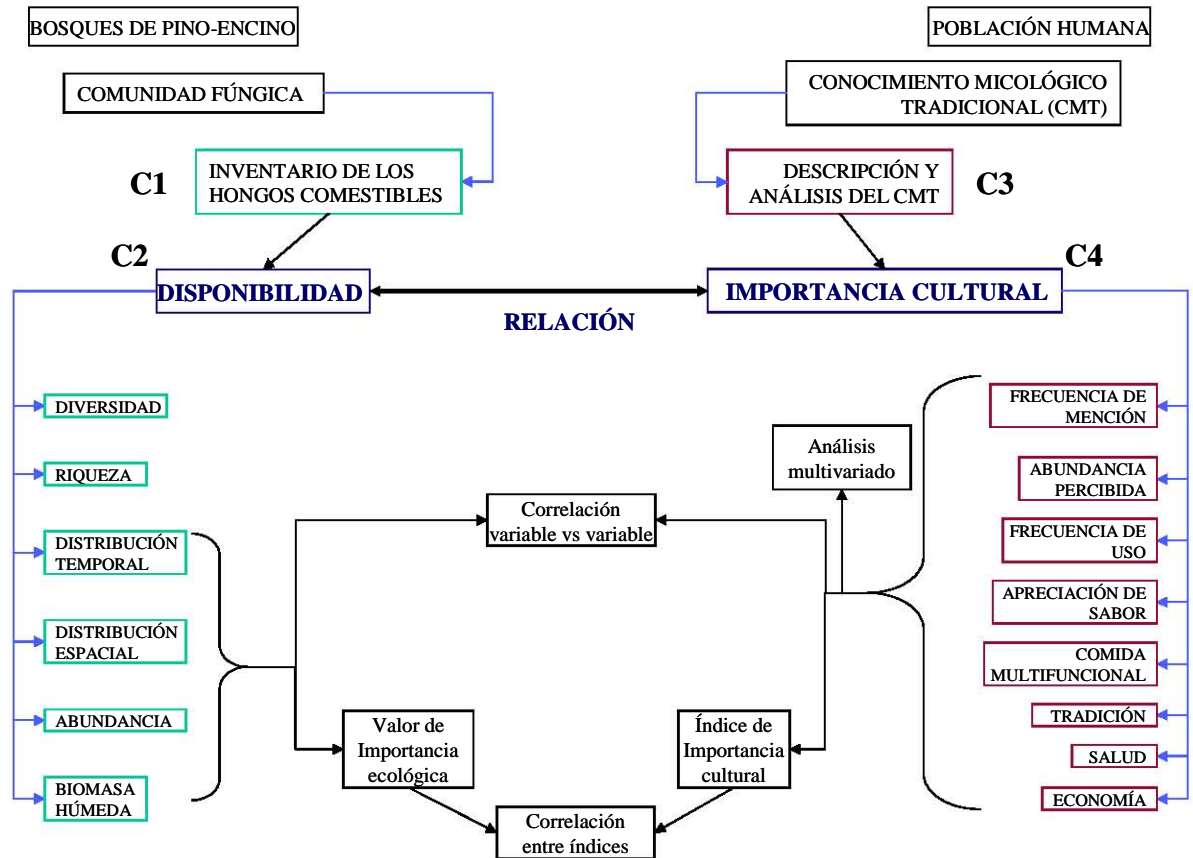
METODOLOGÍA

Planteamiento General

Para resolver el problema de estudio fue necesario generar información en tres áreas del conocimiento distintas, la micología, la ecología y la etnobiología. Los capítulos correspondientes con cada uno de estos núcleos de información a su vez representan cada uno de los objetivos particulares del trabajo y por lo tanto van construyendo la base de conocimiento necesaria para abordar la pregunta de investigación. De tal manera que el primer capítulo (C1) brinda el inventario de los HCS; el segundo capítulo (C2) describe sus variables ecológicas; el tercer capítulo (C3) recopila el CMT de los habitantes de Ixtlán; y el cuarto capítulo (C4) estima la significancia cultural de los hongos consumidos tradicionalmente en el pueblo. Con esta información, en la discusión general, fue posible buscar las relaciones entre

las variables ecológicas de los hongos comestibles y sus variables de significancia cultural. En la figura 1 se plasma la estructura general del planteamiento teórico y metodológico y se muestran los flujos de la información.

Figura 1. Esquema general del diseño teórico y metodológico del estudio



A continuación se describen brevemente los métodos y técnicas empleados en cada uno de los capítulos y en la discusión general.

C1. Inventario de los hongos comestibles silvestres

El inventario de los hongos comestibles silvestres (HCS) se llevó a cabo del año 2000 al 2002 en los bosques de *Pinus-Quercus* adyacentes a Ixtlán. La recolección se efectuó cada 15 días de junio a octubre de 2000 a 2002. Los ejemplares fueron recolectados, descritos, fotografiados y secados como lo recomiendan Cifuentes et al. (1986) y Halling (1996). Los ejemplares se depositaron en el Herbario FCME de la UNAM. Para su identificación usamos diversas claves, monografías y trabajos taxonómicos. Los nombres de los autores de las

especies están escritos de acuerdo con los criterios de Kirk y Ansell (1992). La clasificación sistemática de las especies es la propuesta por Kirk et al. (2001).

Para determinar la comestibilidad a nivel local usamos los trabajos de León (1995) y Garibay-Orijel et al. (2006). Las especies de hongos comestibles en México se consultaron en Villarreal y Pérez-Moreno (1989). La comestibilidad de las especies y su calidad culinaria en el mundo se determinó con la monografía de HCS de Boa (2004).

C2. Disponibilidad ecológica de las especies

Monitoreamos la abundancia, producción de biomasa, frecuencia espacial y temporal de las fructificaciones de 81 especies de hongos comestibles durante 2001 y 2002 cada quince días de junio a octubre. Cada año se estudiaron cuatro sitios de monitoreo (SM) diferentes. Los SM fueron elegidos aleatoriamente en un gradiente de distancia respecto del pueblo. En cada fecha se eligieron 10 transectos aleatorios dentro de cada SM. La ubicación y dirección de los transectos se eligió aleatoriamente. Usamos transectos rectangulares de 4 metros de ancho y 33 metros de largo. La Figura 2 muestra un esquema general del diseño del monitoreo. En cada metro cuadrado de cada transecto se anotó el número de fructificaciones de cada especie presente. Si bien en la medición de la productividad se prefiere el uso de peso seco (Pilz et al., 1998); para la estimación de la biomasa usamos el peso fresco (Villarreal, 1994) ya que en términos de disponibilidad del recurso, éste tiene mayor significancia. Para esto, con una báscula digital pesamos en el campo todas las fructificaciones de los hongos escasos o raros y una muestra de los abundantes.

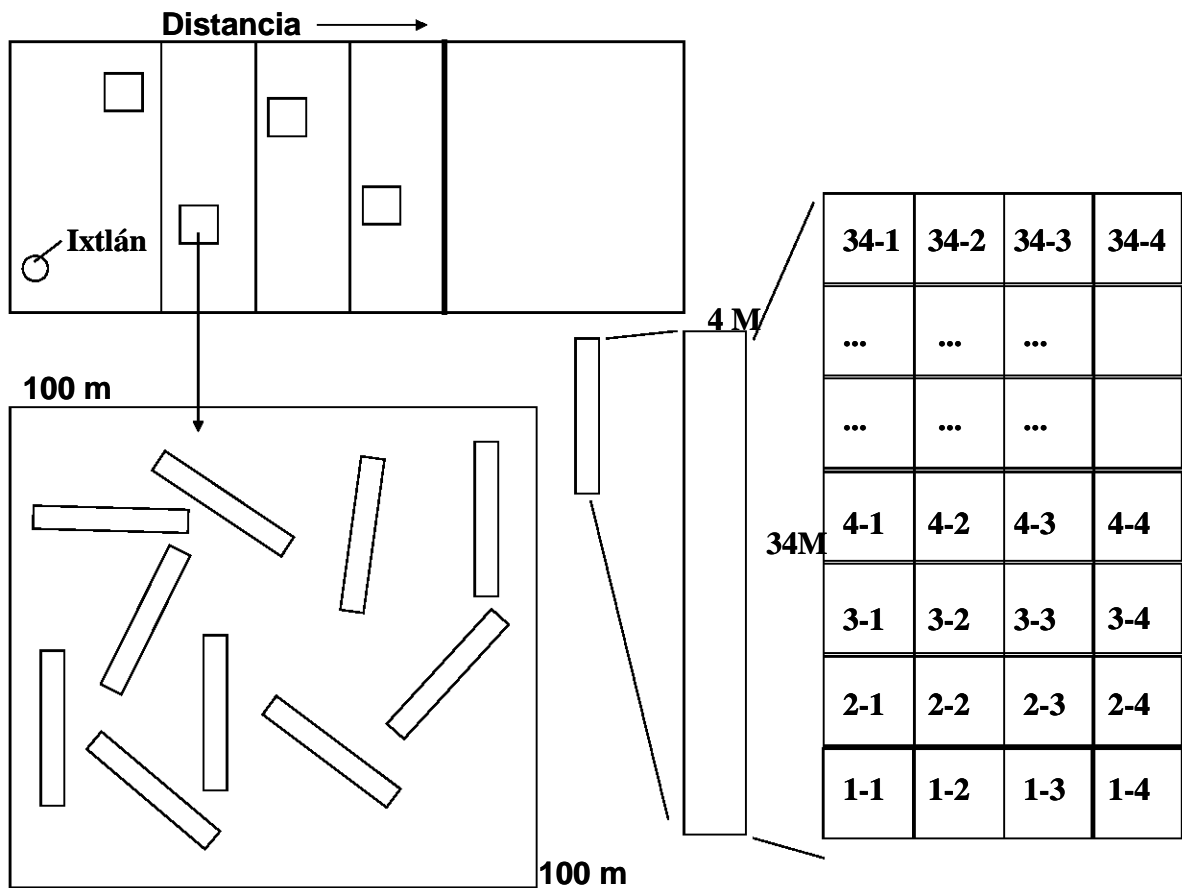
La abundancia absoluta (AA) de una especie en un sitio se obtuvo al sumar el número de sus fructificaciones en cada transecto en las diez fechas del año. La AA anual de una especie se obtuvo al sumar las AA de los cuatro SM. La AA total de una especie se obtuvo al sumar las dos AA anuales. La producción de biomasa total de una especie se estimó con el producto del promedio del peso húmedo de sus esporomas por su AA total. La frecuencia temporal de una especie se calculó con el índice del número fechas en que fue observada entre el número total de fechas monitoreadas. La frecuencia espacial de una especie se calculó con el índice del número sitios en que fue observada entre el número total de sitios monitoreados.

Para el cálculo de la disponibilidad de las especies de HCS, usamos el Valor de Importancia ecológica (VI) de Curtis y McIntosh (1951) donde $VI = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia}$

relativa + Frecuencia relativa. Ya que los hongos presentan características biológicas distintas a las plantas el VI se determinó por la suma de los valores relativos de la abundancia, biomasa, frecuencia temporal y frecuencia espacial.

La diversidad de especies de HCS en cada sitio fue evaluada por medio de la densidad y por el índice de diversidad de Shannon (H') (Shannon y Weaver, 1949). Se calculó la similaridad en la composición de especies entre los SM con el índice de similaridad de Jaccard (Pielou, 1984).

Figura 2. Diseño del monitoreo para toma de datos ecológicos



C3. Conocimiento micológico tradicional en Ixtlán

La investigación se llevó a cabo dentro de un marco de observación participante (Bernard, 1995). Para recopilar el conocimiento micológico tradicional (CMT) de 2000 a 2002 aplicamos 18 entrevistas abiertas, 32 semi estructuradas y 47 cuestionarios. La figura 3

muestra el esquema de la entrevista semiestructurada. Los cuestionarios se aplicaron a personas con 20 años o más. El cuestionario se dividió en cinco secciones: i) datos de los informantes, ii) un listado libre sobre todos los HCS que conocieran, iii) información específica sobre cada una de las especies mencionadas en el listado, iv) las relaciones de los informantes con el monte y con los hongos y, v) percepción de los parámetros ecológicos de las especies por los informantes. Para evitar confusiones, corroboramos la identidad de cada uno de los nombres vernáculos con fotografías de alta resolución impresas en un formato de 20.5 x 25.5 cm.

C4. Significancia cultural de los hongos comestibles

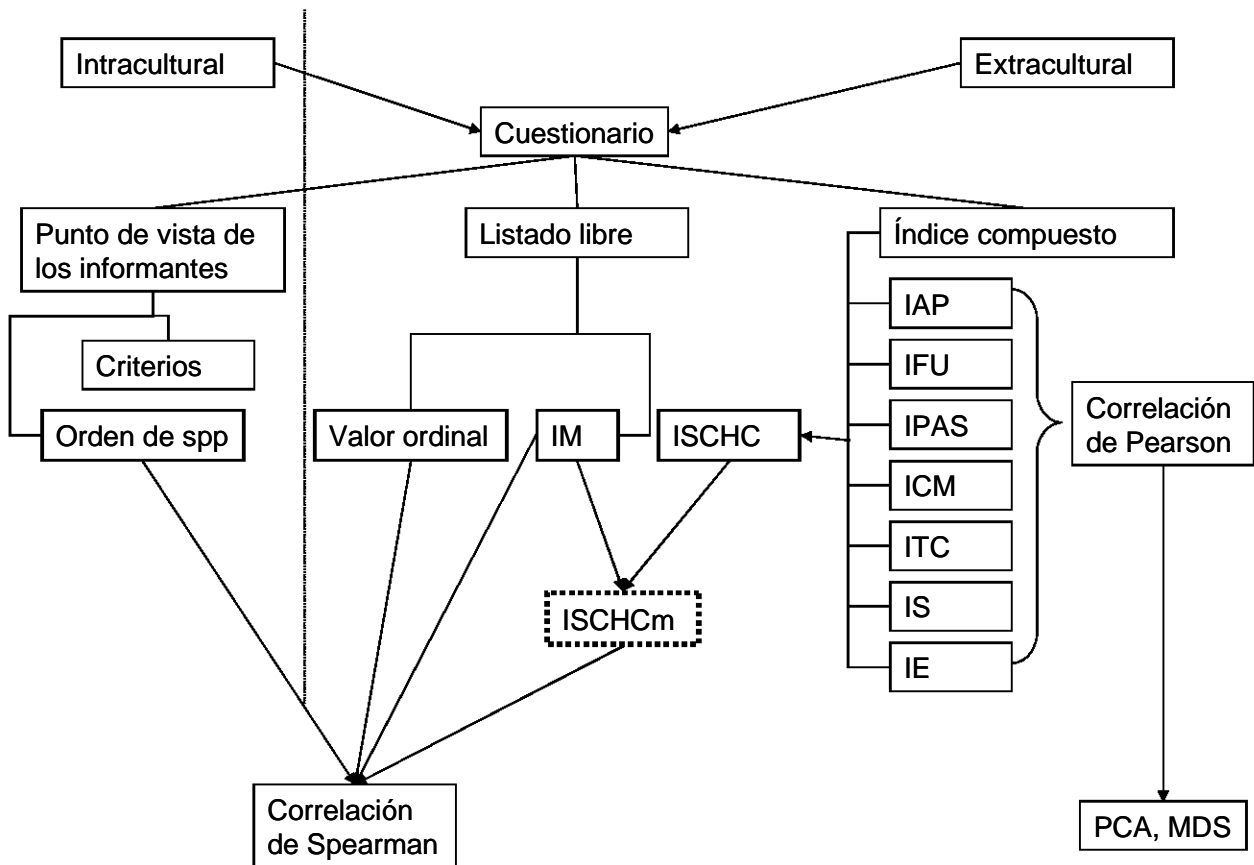
Durante mayo de 2003 aplicamos 95 cuestionarios a una muestra aleatoria de la población. El cuestionario incluyó un listado libre, una pregunta por cada subíndice de significancia cultural y dos preguntas para la evaluación desde el punto de vista de los informantes. El índice usado se basó en el modelo de Pieroni (2001) aunque fue adaptado a la naturaleza específica de los hongos. Calculamos el índice de significancia cultural para hongos comestibles (ISCHC) con la fórmula: $ISCHC = XIAP + XIFU + XIPAS + XICM + XITC + XIH + XIE$. Luego calculamos el índice ponderado $ISCHC_m = (ISCHC) IM$. Donde: X, significa promedio; IAP, índice de abundancia percibida; IFU, índice de frecuencia de uso; IPAS, índice de la prueba de apreciación de sabor; ICM, índice de comida multifuncional; ITC, índice de transmisión de conocimiento; IS índice de salud; IE, índice económico; e IM, índice de mención.

Para evaluar la significancia cultural de manera intracultural (Hunn, 1982) preguntamos ¿Qué hongo considera más importante? y posteriormente pedimos que nos dijeran qué criterio (razón de importancia) habían usado para definir la importancia de las especies.

Con las menciones por especie obtuvimos la lista ordinal de especies por frecuencia de mención. Con el orden de las especies creamos la lista ordinal de especies por orden de mención (Romney y D' Andrade, 1964). Buscamos si existían diferencias significativas en el número de especies conocidas entre hombres y mujeres con una prueba de Mann-Whitney y si existían diferencias significativas en el número de especies conocidas entre tres grupos de edad y entre cuatro grupos con ocupación diferente por medio de una prueba de Kruskal-Wallis (Zar, 1984).

Para explicar la disposición de las especies en función de los subíndices de significancia cultural realizamos un análisis de componentes principales por columnas. Con los valores del índice compuesto obtuvimos la lista ordinal de especies según ISCHCm. También se obtuvo la lista ordinal de especies según la evaluación intracultural. Finalmente, aplicamos una correlación de rango de Spearman (Zar, 1984) entre las cuatro listas ordinales (Romney y D' Andrade, 1964). La Figura 4 resume todos los pasos de la obtención de la información y el análisis. Las técnicas estadísticas univariadas y multivariadas se llevaron a cabo en alguno de los programas siguientes: Statistica 5.1 (StatSoft, 1997) y Biodiversity Pro 2 (Mc Aleece, 1997).

Figura 4. Esquema del análisis de significancia cultural



Análisis Final

Buscamos si existían relaciones entre las variables ecológicas y las de significancia cultural una contra una por medio de correlaciones de rangos de Spearman (Zar, 1984), contrastando así: abundancia relativa, estimación de biomasa relativa, frecuencia temporal relativa y frecuencia espacial relativa contra el índice de abundancia percibida, índice de frecuencia de uso, índice de la prueba de apreciación de sabor, índice de comida multifuncional, índice de transmisión de conocimiento, índice de salud, índice económico; e índice de frecuencia de mención. Posteriormente se buscamos la relación entre los dos índices de variables agregadas, el valor de importancia ecológica (VI) y el índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles (ISCHCm) con una correlación de rangos de Spearman. Finalmente hicimos un análisis gráfico de las relaciones entre ambos tipos de variables análogo al realizado por Balvanera et al. (2005).

LITERATURA CITADA

- Alcorn, J.B. 1989. Process as resource: the traditional agricultural ideology of Bora and Huastec resource management and its implications for research. En: Posey D.A. y Balé, W. (eds.) *Resource management in Amazonia: Indigenous and folk strategies*. Advances in Economic Botany 7: 63-77.
- Balvanera, P., Kremen, C. y Martínez-Ramos, M. 2005. Applying community structure analysis to ecosystem function: examples from pollination and carbon storage. *Ecological Applications* 15(1): 360-375.
- Berlin, B. 1992. *Ethnobiological classification: Principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. Princenton University Press, Princenton.
- Bernard, H.R. 1995. *Research methods in Anthropology*. Altamira Press, Walnut Creek.
- Boa, E. 2004. *Los hongos silvestres comestibles; Perspectiva global de su uso e importancia para la población*. FAO, Roma.
- Boster, J.S. 1985. Requiem for the omniscient informant: ther's life in the old girl yet. En: Dougherty J. (ed.) *Directions in Cognitive Anthrology*. University of Illinois Press, Illinois. Pp: 177-197.
- Casas, A. y Caballero, J. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: Mimosoidae) in the Mixtec region of Guerrero, México. *Economic Botany*: Vol 50(2): 167-181.
- Cifuentes, J., Villegas, M. y Pérez-Ramirez, L. 1986. Hongos. En: Lot, A. y Chiang, F. (comps.) *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México A.C., México, D.F. Pp: 55-64.

- Colunga-García, M. C., Estrada-Loera, P.E. y May-Pat, F. 1996. Patterns of morphological variation, diversity, and domestication of wild and cultivated populations of *Agave* in Yucatan México. *American Journal of Botany*: Vol 83(8): 1069-1082
- Córdova, H.J. 2004. *Producción natural de hongos silvestres comestibles del bosque de Pino-Encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca*. Tesis de Maestría en Ciencias, ENCB, IPN, México, D.F.
- Cotton, C.M. 1996. *Ethnobotany; Principles and Applications*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Curtis, J.T. y McIntosh, R.P. 1951. *An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin*. *Ecology* 32: 476-496.
- Fieldhouse, P. 1986. *Food and Nutrition: Customs and culture*. Chapman and Hall, Londres.
- Garibay-Orijel, R. 2000. *La Etnomicología en el mundo, pasado, presente y futuro*. Tesis de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., y Caballero, J. 2006. People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity* 21: 41-67.
- Godoy, R., Lubowski, R. y Markandya, A. 1993. A method for the economic evaluation of non-timber tropical forest products. *Economic Botany* 47(3): 220-233.
- Guzmán, G. 1995. La diversidad de hongos en México. *Ciencias* 39: 52-57.
- Guzmán, G. 1997. *Los Nombres de los Hongos y lo relacionado con ellos en América Latina*. CONABIO, México, D.F.
- Halling, R.E. 1996. Recommendations for collecting mushrooms. En: Alexiades, M.N. (ed.) *Selected guidelines for ethnobotanical research: A Field Manual*. New York Botanical Garden, Nueva York. Pp: 135-141.
- Hunn, E. 1982. The utilitarian factor in folk Biological Classification. *American Anthropologist* 84: 830-847.
- Kirk, P.M. y Ansell, A.E. 1992. *Authors of fungal names; A list of authors of scientific names of fungi, with recommended standard forms of their names, including abbreviations*. Index of Fungi Supplement. CABI, Wallingford.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. y Stalpers, J.A. 2001. 9ª ed. *Dictionary of the Fungi*. CABI Publishing, Wallingford.
- León, A.H. 1995. Aprovechamiento y perspectivas del cultivo de hongos comestibles silvestres de la Sierra Juárez de Oaxaca. En: Vázquez-Dávila, M.A. (ed.) *La tecnología agrícola tradicional*. Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 1, México: 119-138.
- Mapes, C., Caballero, J., Espitia, E. y Bye, R. 1996. Morphophysiological variation in some Mexican species of vegetable *Amaranthus*: evolutionary tendencies under domesticación. *Genetic Resources and Crop Evolution* 43: 283-290.
- Mc Alece, N. 1997. *Biodiversity Pro 2*. The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Science.
- Mercurieff, I. 1994. Western societies linear systems and aboriginal cultures: the need for two way exchanges for the sake of survival. En: Burch, E.S. y Ellanna, L.J. (eds.) *Key issues in hunter-gatherer research*. Berg. Publishers Inc, Oxford. Pp: 405-418.

- Montoya-Esquivel, A. 2005. *Aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en el volcán La Malinche, Tlaxcala*. Tesis de Doctorado en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Montoya-Esquivel, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., Cifuentes, J. y Caballero, J. 2004. Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity* 17: 115-143.
- Moreno-Fuentes, A., Garibay-Orijel R., Tovar-Velasco, J. y Cifuentes, J. 2001. Situación Actual de la Etnomicología en México y en el Mundo. *Etnobiología* 1: 75-84.
- Phillips, O.L.B. y Gentry, A. 1993. The useful woody plants of Tambopata, Peru. I: Statical hypotheses tests with a new quantitative technique. *Economic Botany* 47: 15-32.
- Pielou, E.C. 1984. *The interpretation of Ecological Data*. Wiley, Nueva York.
- Pironi, A. 2001. Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in Northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology* 21(1): 89-104.
- Pilz, D., Molina, R y Liegel, L. 1998. Biological productivity of Cantherelle mushrooms in and near the Olympic Peninsula Biosphere Reserve. *AMBIO Special Report* 9: 8-13.
- Romney, A.K. y D'Andrade, R.G. 1964. Cognitive aspects of English kin terms. *American Anthropologist* 66(3): 146-170.
- Salick, J., Cellinese, N. y Knapp, S. 1997. Indigenous diversity of Cassava: generation, main tainance, use and loss among the Amuesha, Peruvian upper Amazon. *Economic Botany* Vol 51(1): 6-19.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Stamets, P. 1993. *Growing Gourmet & Medicinal Mushrooms*. Teen Speed Press y Mycomedia, Hong Kong.
- StatSoft, Inc. 1997. *Statistica 5.1 para Windows*. StatSoft, Inc., Tulsa.
- Trotter, R.T. 1981. Remedios caseros: Mexican-American home remedies and community health problems. *Social Science and Medicine* 15B: 107-114.
- Villarreal, L. 1994. *Análisis ecológico-silvícola de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz*. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Centro de genética, Montecillo, Estado de México.
- Villarreal, L. 1996. *Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados de México*. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México.
- Villarreal, L y Guzmán, G. 1985. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México I. *Revista Mexicana de Micología* 1: 51-90.
- Villarreal, L y Guzmán, G. 1986a. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México II. *Biotica* 11: 271-280.
- Villarreal, L y Guzmán, G. 1986b. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México III. *Revista Mexicana de Micología* 2: 259-277.
- Villarreal, L. y Pérez-Moreno, J. 1989. Los hongos comestibles de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada* 2: 77-114.

Zamora-Martínez, M. y Nieto de Pascual, P. 1995. Natural production of wild edible mushrooms in the southwestern rural territory of Mexico City, Mexico. *Forest Ecology and Management* 72: 13-20.

Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey.

LOS HONGOS COMESTIBLES EN LA PROPIEDAD COMUNAL DE IXTLÁN DE JUÁREZ, OAXACA, MÉXICO

Garibay-Orijel, R¹., J. Cifuentes² y A. Estrada-Torres³

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 113-100, Rumania N° 700, Col. Portales, C.P. 03301, México, D.F.

²Sección de Micología, Herbario FCME, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-181, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, México D.F.

³Laboratorio de Sistemática, Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apdo. Postal 183, C.P. 90000, Tlaxcala, México.

RESUMEN

Se presentan los resultados de tres años de muestro sistemático de las especies de hongos comestibles en la propiedad comunal de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Se identificaron 92 taxa correspondientes a 88 especies. Para éstas, se presentan su forma de vida, substrato, abundancia, calidad culinaria, mercado y uso potencial. Ochenta y siete taxa son Basidiomycetes y 5 Ascomycetes. Los taxa pertenecen a 10 órdenes, 30 familias y 45 géneros. Los órdenes mejor representados fueron Agaricales con 34 taxa, Boletales con 15 y Cantharellales con 14. Las familias mejor representadas fueron Boletaceae con 10 taxa, Tricholomataceae con 9 y Cantharellaceae, Hydnangiaceae y Russulaceae con 7. Los géneros con más taxa fueron *Lactarius* y *Laccaria* con 7, *Amanita* con 6 y *Cantharellus* e *Hydnum* con 5 respectivamente. Treinta y tres taxa, el 35.87%, son nuevos registros para el estado de Oaxaca. Se destaca que la riqueza de hongos comestibles en Ixtlán es alta respecto de otras partes de México. Se analiza la potencialidad del recurso fúngico para incrementar el desarrollo de la comunidad.

Palabras clave: Diversidad, hongos útiles, Sierra de Juárez, Sierra Norte de Oaxaca

ABSTRACT

We present the results of three years of edible mushrooms systematic sampling in the communal land of Ixtlan de Juarez, Oaxaca. We identified 92 taxa belonging to 88 species. For these, we present their alimentation strategy, substrate, abundance, culinary quality, market and potential use. Eighty seven taxa are Basidiomycetes and 5 Ascomycetes. Taxa belong to 10 orders, 30 families and 45 genera. The most represented orders were Agaricales with 34 taxa, Boletales with 15 and Cantharellales with 14. Most represented families were

Boletaceae with 10 taxa, Tricholomataceae with 9 and Cantharellaceae, Hydnangiaceae and Russulaceae with 7. The genera with more taxa were *Lactarius* and *Laccaria* with 7, *Amanita* with 6 and *Cantharellus* and *Hydnum* with 5, respectively. The 35.87% of taxa are new registers to Oaxaca State. It is highlighted that edible mushroom richness of Ixtlan is high when compared with other places in Mexico. Finally, we discuss the potential of the fungal resources to increase the community development.

Key words: Diversity, useful mushrooms, Juarez' Mountain Range, North Oaxaca Mountain Range

INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles silvestres (HCS) son uno de los recursos forestales no maderables más valiosos y tienen un enorme potencial de expansión comercial. El valor estimado de la recolección a nivel mundial es de \$2 billones de USD. Se recolectan en más de 80 países de todo el mundo donde se consumen aproximadamente 1,100 especies (Boa, 2004). Su valor culinario ha sido apreciado por numerosas culturas micófagas en todo el mundo a través de los tiempos (Chang y Miles, 1989). Además de sus propiedades organolépticas, los hongos comestibles tienen mayores proporciones de proteínas que los vegetales y legumbres (excepto la soya) (Stamets y Chilton, 1983). Tienen niveles significativos de vitaminas como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina, biotina y ácido ascórbico (C), aunque son escasos en vitaminas A y D (Smith et al., 2002). Contienen todos los tipos de lípidos como ácidos grasos libres, mono, di y triglicéridos, esteroides, etc., en niveles bajos, constituyendo del 2 al 8% en peso seco (Breene, 1990).

Numerosos hongos comestibles se usan como parte de la medicina tradicional (Vaidya y Rabba, 1993; Hobbs, 1995) y se han demostrado las propiedades medicinales de especies de *Lentinus*, *Auricularia*, *Hericium*, *Grifola*, *Pleurotus*, *Tremella*, etc. (Smith et al., 2002), por lo que actualmente se investiga la acción inmunomoduladora de los HCS (Tzinabos, 2000).

La comercialización de HCS es una actividad económica importante que se da principalmente en Norteamérica, Europa y Asia (India, Japón, Corea y China), y puede abarcar desde mercados locales (Ruán-Soto et al., 2004) hasta internacionales (Redhead, 1997). Sólo en los estados de Washington, Oregon y Idaho en los EUA la venta de HCS alcanzó los 41.1 millones de dólares en 1992 (Schlosser y Blatner, 1995). De hecho, en el Pacífico Noroeste de

los EUA la explotación ordenada de especies como *Cantharellus formosus*, *C. subalbidus*, *T. magnivelare* y *Morchella* spp. constituye una alternativa de desarrollo que complementa el ingreso en áreas donde la explotación forestal es restringida (Liegel et al, 1998; Pilz et al., 1999; Pilz et al., 2004).

La economía mexicana es la décima a nivel mundial (producto interno bruto 703,080 millones de dólares), pero respecto del poder adquisitivo del ingreso per capita ocupa el octagésimo lugar mundial (World Bank, 2004). Esta inequidad en la distribución de la riqueza es más grave con los indígenas quienes han sido relegados del desarrollo nacional. Ante esta situación los indígenas mexicanos han desarrollado alternativas de producción que les permiten insertarse económicamente en los mercados nacionales y mundiales. Ejemplos de esto son: las cooperativas productoras de café orgánico, del cual México es primer productor mundial (Moguel y Toledo 2004); y las cooperativas productoras de cacao orgánico de la Chontalpa (Muñoz-Ledo, 2004). En el ámbito forestal, la alternativa que han creado es la explotación del bosque (principalmente madera) en tierras comunales por parte de empresas forestales propias (Bocco et al., 2000; Bray y Merino, 2004).

La comunidad indígena de Ixtlán de Juárez es un ejemplo de desarrollo local en Oaxaca. La eficiente explotación de sus bosques y el buen manejo de sus recursos naturales les han valido el “Premio Mundial al Desarrollo Forestal Sustentable” en 2000 (Barraza et al., 2004); el “Premio Nacional al Mérito Forestal” y el premio de la WWF “Un Regalo a la Tierra” en 2002. Sin embargo su actividad económica depende casi exclusivamente de la explotación maderera. Por tanto sería deseable que diversificaran el aprovechamiento de sus bosques, para transitar adecuadamente a un desarrollo sustentable.

En el presente trabajo nos planteamos evaluar la diversidad del recurso fúngico (hongos comestibles) en los bosques de propiedad comunal de Ixtlán, así como determinar la potencialidad de éste para incrementar el desarrollo local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Sierra de Juárez

La Sierra de Juárez, también conocida como Sierra Norte de Oaxaca, es una de las ocho áreas prioritarias para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de Oaxaca (Arriaga et al.,

2000). Ésta comienza en el Pico de Orizaba y corre en dirección Noroeste-Sureste hasta el istmo de Tehuantepec. Tiene una longitud de 300 Km y un ancho promedio de 75 Km. Es una de las provincias florísticas más interesantes de México, ya que en ella se pueden encontrar zonas de bosques de *Pinus*, *Quercus* y *Abies*, grandes extensiones de mesófilos de montaña, así como zonas con matorrales xerófitos (García-Mendoza y Colín, 1999), incluso bosque tropical perennifolio y praderas subalpinas.

Ixtlán de Juárez

Dentro de la Sierra de Juárez, el municipio de Ixtlán de Juárez ocupa un lugar especial desde los puntos de vista: económico-político, pues fue la cabecera del ex-distrito y en él se encuentran representaciones de secretarías federales y estatales; biológico, ya que por la forma de su territorio en él se encuentran representados prácticamente todos los tipos de vegetación de la Sierra de Juárez.

De acuerdo con Gómez et al. (1994) la comunidad de Ixtlán de Juárez se localiza a 62 Km al Noroeste de la Ciudad de Oaxaca (Figura 1). Se ubica entre 17° 18' 16" y 17° 34' 00" latitud Norte, y entre 96° 31' 38" y 96° 20' 00" longitud Oeste. La topografía corresponde con laderas muy pronunciadas con pendientes en su mayor parte arriba del 35%. Los suelos predominantes son Acrisoles, Cambisoles y Luvisoles asociados entre sí o con Vertisoles, Regosoles y Litosoles. El municipio comparte cuatro grupos climáticos de acuerdo con el sistema de Köpen. En altitudes por abajo de 1000 msnm, el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación promedio de 1000 msnm. Entre los 1000 y 1600 msnm, el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación promedio de 1400 msnm. En la parte central por encima de los 1600 y 2000 msnm, el clima es templado húmedo con lluvias en verano, con una precipitación promedio de 1800 msnm. En la parte tropical que va de los 400 a 2000 msnm, el clima es cálido húmedo con lluvias distribuidas a través del año, con una precipitación anual que puede llegar a los 2500 mm.

Trabajo taxonómico

Durante 2000 a 2002 realizamos en los bosques de *Pinus-Quercus* adyacentes a Ixtlán el inventario de los hongos macroscópicos, particularmente los comestibles. La recolección se efectuó cada 15 días durante las temporadas de lluvias (junio a octubre) de 2000 a 2002. Los

ejemplares fueron recolectados, descritos, fotografiados y secados como lo recomiendan Cifuentes et al. (1986) y Halling (1996). Los especímenes fueron analizados en el laboratorio, donde observamos y medimos sus características microscópicas según Largent et al. (1984). Los ejemplares se depositaron en el Herbario FCME de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para su identificación usamos los trabajos de Thiers (1975), Grund y Harrison (1976), Bigelow (1978), Hesler y Smith (1979), Petersen (1979), Halling (1983), Jenkins (1986), Riva (1988), Methven (1990), Singer et al. (1990), Valenzuela (1992), Burdsall y Volk (1993), Abbott y Currah (1997), Bessette et al. (2000) y Marijke (2001); así como los trabajos indicados en Garibay-Orijel et al. (2006) usados en la identificación de las especies consumidas localmente. Los nombres de los autores de las especies siguen los criterios de Kirk y Ansell (1992). La clasificación sistemática de las especies es la propuesta por Kirk et al. (2001).

Las medidas de abundancia se tomaron del Capítulo 2 de éste trabajo.

Determinación de la comestibilidad de las especies

Para determinar la comestibilidad a nivel local usamos los trabajos de León (1995), Córdova (2001) y Garibay-Orijel et al. (2006). Las especies de hongos comestibles en México se consultaron en Villarreal y Pérez-Moreno (1989). La comestibilidad de las especies a nivel mundial se determinó con la monografía de HCS de Boa (2004) y los trabajos de Pacioni (1981), Bon (1988), Jordan (1995), Bessette et al. (1997), Laessoe (1998), García-Rollán (2001) y National Audubon Society (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza

En la Tabla 1 se muestra la lista de los hongos comestibles identificados, su forma de vida, substrato, abundancia, calidad culinaria, mercado y uso potencial y registro. En total identificamos 92 taxa correspondientes con 88 especies. Treinta y tres taxa, el 35.87%, no habían sido registrados previamente para el estado de Oaxaca (Tabla 1). Particularmente, las nueve especies de Boletales presentadas aquí como nuevos registros, incrementan en 100% el conocimiento previo del orden en el estado (c.f. León, 1995).

El número de especies reportado es alto respecto de otros estudios donde se han listado hongos comestibles en México. Como se aprecia en la Tabla 2, destaca la riqueza de hongos comestibles en Ixtlán, pues aquí sólo se recolectó en bosques de *Pinus-Quercus*, mientras que en el resto de los trabajos se recolectó en varios tipos de vegetación.

La Tabla 3 muestra la posición sistemática de las especies. De éstas, 87 pertenecen a la clase Basidiomycetes y 5 a Ascomycetes. En la lista se encuentran representados 10 órdenes, 30 familias y 45 géneros. Los órdenes mejor representados fueron Agaricales con 34 taxa, Boletales con 15 y Cantharellales con 14. Las familias mejor representadas fueron Boletaceae con 10 taxa, Tricholomataceae con 9 y Cantharellaceae, Hydnangiaceae y Russulaceae con 7 (Tabla 3). Los géneros con más taxa fueron *Lactarius* y *Laccaria* con 7, *Amanita* con 6 y *Cantharellus* e *Hydnum* con 5 respectivamente (Tabla 1).

Hongos micorrizógenos

De las especies estudiadas 60 son micorrizógenas, entre ellas se encuentran algunos de los hongos comestibles más valorados en los mercados internacionales como: especies del complejo *Amanita caesarea* (*A. basii*, *A. jacksonii*, *A. laurae* y *A. tecomate*), *A. rubescens*, *Boletus edulis*, *Cantharellus* “*cibarius*” spp., *C. lutescens*, *Craterellus cornucopioides*, *Hydnum repandum* s.l. *Lactarius corrugis*, *L. volemus*, *Tricholoma caligatum* y *T. magnivelare*. Si bien la investigación entorno al cultivo de especies micorrizógenas ha avanzado considerablemente en los últimos años (Wang y Hall, 2004), actualmente ninguna de las especies mencionadas es susceptible de cultivo. Las estrategias de manejo disponibles para estas especies serían: la plantación de especies forestales micorrizadas con algunos de estos hongos, como sucede en el caso de las trufas (Olivier, 2000); y el cuidado, monitoreo y promoción de poblaciones existentes, como se hace en Japón con *Tricholoma matsutake* (Ogawa, 1982).

Hongos Saprobios

Veintinueve taxa son saprobios, de los cuales 22 son húmícolas y 9 son lignícolas (Tabla 1). Entre ellos, *Auricularia auricula-judae*, *Hericium coralloides* y *Pleurotus ostreatus* se cultivan actualmente a escala comercial. Adicionalmente, según Chang y Mao (1995) y Stamets (2000) también se pueden cultivar: *Albatrellus ovinus*, *Armillaria mellea*, *Coprinus*

comatus, *Hypholoma capnoides*, *Neolentinus lepideus* y *Sparassis crispa*. La introducción del cultivo de especies locales en Ixtlán sería una alternativa adecuada para aprovechar el germoplasma local (Martínez-Carrera et al., 2001.) y los desechos agrícolas (Bermúdez, et al., 2001) e industriales (Molloy et al., 2003).

Si bien el cultivo de hongos a nivel rural ha servido para diversificar y fortalecer la economía de los lugareños y complementar su dieta (Bahl, 1998), es necesario que la especie a cultivar se seleccione adecuadamente. La gente debe estar familiarizada con ella, debe existir un mercado potencial y su cultivo no debe requerir grandes inversiones de material ni de infraestructura. En la región *Agaricus pampeanus*, *Hericium coralloides*, *Hygrophoropsis aurantiaca*, *H. aurantiaca* var. *palida*, *N. lepideus*, *P. ostreatus* y *S. crispa* cumplen con alguna de estas características. Si bien *Hericium coralloides*, *Hygrophoropsis aurantiaca* s.l. y *S. crispa* se consumen localmente, éstas son conocidas sólo por una fracción muy pequeña de la población (Garibay-Orijel et al., 2006). Aunque *A. pampeanus* es similar a *A. bisporus*, su cultivo plantearía numerosos retos técnicos por los requerimientos de composta, temperatura y humedad controlada necesarias para el cultivo de especies de este género. La demanda de *P. ostreatus* es basta, ya que esta especie y otras muy relacionadas ocupan el tercer lugar mundial en el mercado de los hongos comestibles cultivados, después de *A. bisporus* y *Lentinula edodes* (Boa, 2004). Si bien el mercado potencial de *N. lepideus* estaría restringido localmente, éste representa una excelente oportunidad de cultivo pues en la zona es una especie considerada “especial”, apreciada por su sabor, consistencia y rareza (Garibay-Orijel et al., 2006). Adicionalmente, está adaptado a crecer sobre la madera de varias especies de pino locales, por lo que sería ideal para realizar la bioconversión del aserrín, producto de la explotación forestal, en un alimento valorado (Pire y Albertó, 2001).

Hongos medicinales

De las especies comestibles identificadas, once tienen un importante valor agregado, ya que tienen propiedades medicinales (Tabla 1). Por estas características, estos hongos pueden ser catalogados como suplementos dietéticos (Smith et al., 2002) o alimentos funcionales (Sadler y Saltmarsh, 1998). Se han encontrado compuestos químicos con efectos antibacterianos en *Armillaria mellea* (Obuchi et al., 1990); antitumorales en *A. mellea*, *B. edulis*, *C. cibarius* (Ying et al., 1987) y *P. ostreatus* (Mori et al., 1987); inmunopotenciadores en *Auricularia*

auricula-judae (Misaki y Kakuta, 1995); y anticancerígenos en *Pulveroboletus ravenelii* (Duncan et al., 2003). Aunque en los países en desarrollo los suplementos dietéticos y alimentos funcionales tienen una importancia marginal (Boa, 2004); en los países desarrollados el interés por estos productos es enorme (Wasser et al., 2000). Por lo tanto, productos derivados de estos hongos podrían ser comercializados desde Ixtlán a Asia y Estados Unidos.

Abundancia del recurso

De los 92 taxa estudiados, 49 son poco frecuentes, 25 son ocasionales, 11 son comunes y 7 son abundantes (Tabla 1). Las especies abundantes son *Cantharellus lutescens*, *C. tubaeformis*, *Gymnopus confluens*, *Hygrophorus purpurascens*, *Laccaria laccata* var. *pallidifolia*, *L. vinaceobrunnea* y *Otidea onotica*. Cualquiera de estas especies podría ser explotada a nivel comercial con niveles de producción altos, aunque *C. lutescens* es el que representa el mayor potencial pues es un hongo considerado como excelente que podría comercializarse a un buen precio.

Entre las especies catalogadas como comunes, destacan por su sabor las dos especies de *Craterellus* y *Laccaria amethystina*. Ambas podrían explotarse con éxito si se ubicaran las poblaciones de mayor productividad en el bosque. *Auricularia auricula-judae*, *Hydnum repandum* var. *repandum*, *Suillus collinitus* y *S. tomentosus* son especies comunes consideradas como buenos comestibles (Tabla 1) que también podrían ser explotadas comercialmente aunque a precios menores y en mercados particulares.

La gran mayoría de las especies consideradas como excelentes comestibles son ocasionales en los bosques de Ixtlán, éstas son: *Amanita caesarea* s.l., *A. rubescens*, *B. edulis*, *C. "cibarius"* spp., *Lactarius corrugis* y *L. volemus*. Todas éstas tienen precios altos en el mercado, aunque su explotación comercial depende de "cosechas" suficientes. Si bien la población local tiene el conocimiento de sitios particulares donde estos hongos fructifican abundantemente, este conocimiento está disgregado y sería necesario sistematizarlo para poder generar un plan de manejo adecuado para estas especies.

Dentro de las especies raras hay algunas muy apreciadas como *Agaricus silvaticus*, *C. comatus*, *Hericium coralloides*, *Hydnum repandum* var. *album*, *Hypomyces lactifluorum*, *P. ostreatus*, *Tricholoma caligatum* y *T. magnivelare*. Si bien, estas especies son escasas, *H.*

coralloides, *H. repandum* var. *album*, *H. lactiflorum* y *P. ostreatus* son consumidas y apreciadas localmente por un sector importante de la población. Adicionalmente, aunque ninguna de éstas tiene producciones suficientes como para explotarla comercialmente, las poblaciones de *A. silvaticus*, *C. comatus*, *H. coralloides* y *P. ostreatus* constituyen un germoplasma valioso sobre todo si se decide cultivarlas.

Mercados potenciales

En el mercado de Ixtlán se comercializan regularmente, de julio a octubre, *C. cibarius* sp.1 y ocasionalmente *Ramaria* spp. y *A. caesarea* s.l.. Los precios de estos hongos van de \$15.00 la bolsa de aproximadamente 300 g hasta \$60.00 el Kg. Adicionalmente, gente de pueblos aledaños ofrece de puerta en puerta en Ixtlán éstos y otros hongos como *S. crispa*. Quienes compran estos hongos son principalmente aquéllos que no pueden ir al monte (mujeres y gente mayor). En el pueblo mucha gente recolecta hongos para autoconsumo y para compartirlos con familiares. Por esto, es de esperarse que el mercado local de los HCS no aumente considerablemente, salvo en especies muy gustadas y difíciles de conseguir como *N. lepideus*.

A nivel regional, se expenden HCS sobre la carretera federal Oaxaca-Valle Nacional cerca del Km 25. Las especies que se ofrecen son *A. caesarea* s.l., *C. cinnabarinus*, *C. cibarius* s.l., *Cortinarius* sp., *Hygrophorus russula*, *L. corrugis*, *L. volemus* y *Ramaria* spp. La venta la realizan los habitantes de poblados aledaños como La Cumbre y El Punto, por lo que los HCS de Ixtlán no tendrían oportunidad de comercializarse ahí.

En la ciudad de Oaxaca se comercializan regularmente HCS en los mercados Víctor Bravo Ahuja, Mercado de Abastos, Democracia y ocasionalmente en el 20 de Noviembre, Reforma y El Carmen. Los vendedores de hongos provienen casi en su totalidad del municipio de Ixttepeji, principalmente de la agencia de Yuvila y El Punto (León, 1995). Aunque estos vendedores realizan su actividad de manera particular y a nivel doméstico, muchos de ellos llevan haciéndolo más de 30 años (individual o familiarmente) por lo que se tendrían que crear nuevos nichos de mercado en la ciudad para comercializar HCS provenientes de Ixtlán.

La incursión de los HCS de Ixtlán en mercados nacionales e internacionales requeriría por una parte de organización a nivel empresarial y por otra la elaboración de un producto no perecedero y con valor agregado. La primera condición es posible en el pueblo por su experiencia en la empresa forestal comunitaria y gracias a la infraestructura humana ya

existente. Boa (2004) propone que el procesamiento de los HCS ya sea vía deshidratación o conserva es una alternativa adecuada para dar mayor tiempo de vida al producto e insertar los HCS en mercados más exigentes que al mismo tiempo pagan mejor por dichos productos. Estrategias de procesamiento de HCS, como el enlatado en conserva, ya han sido probadas exitosamente en la Sierra Norte de Oaxaca (Martínez-Carrera et al., 1998). Incluso otros procesos como la deshidratación por calor, la deshidratación por frío y el congelamiento han mostrado cierta eficiencia (Martínez-Carrera et al., 2002). Algunas de las especies que podrían ser sujetas a deshidratación o conserva serían: *Amanita caesarea* s.l., *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius* s.l., *Hydnum repandum* s.l., etc.

El caso del mercado internacional del *T. magnivelare* es excepcional. Este sería el hongo con el que la comunidad podría percibir mayores ingresos. No obstante, debido al monopolio de su comercio por parte de compañías japonesas y a su reciente inclusión en la norma oficial mexicana sobre especies amenazadas, su explotación debería partir de la elaboración de un plan de manejo detallado y cuidadoso. Sin esto, el recurso podría abatirse, como ya ha sucedido en algunas otras partes de México (Bandala et al., 1997).

CONCLUSIONES

La riqueza de HCS en los bosques de pino-encino adyacentes a Ixtlán es alta con relación a otras partes de México. La contribución de este trabajo al conocimiento de los HCS de Oaxaca es sustancial, pues presenta un 35.87% de nuevos registros para el estado. Se incrementa en 100% el conocimiento previo de los HCS del orden Boletales.

Auricularia auricula-judae, *Hericium coralloides* y *P. ostreatus* son especies que podrían cultivarse en Ixtlán pues la tecnología de su cultivo está desarrollada y existen cepas silvestres locales. También podrían cultivarse otras seis especies a nivel experimental, entre las que destaca *N. lepideus*.

Once especies tienen propiedades medicinales. Entre éstas, *A. mellea*, *B. edulis*, *C. cibarius* s.l. y *P. ostreatus* pueden ser comercializados en el mercado de los alimentos funcionales en Asia y Estados Unidos.

De las 7 especies abundantes, *Cantharellus lutescens* tiene el mayor potencial de comercialización. Entre las especies comunes, *Craterellus* spp. podrían explotarse con éxito a un buen precio. Si bien en los bosques de Ixtlán se producen fructificaciones regulares de

Amanita caesarea s.l., *A. rubescens*, *B. edulis*, *C. cibarius* s.l., *Lactarius corrugis*, *L. volemus*, *Tricholoma caligatum* y *T. magnivelare*, su explotación dependería de un plan de manejo y de la ubicación de poblaciones productivas.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por la beca de doctorado asignada al primer autor por el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (beca número 149895) y la Universidad Nacional Autónoma de México (DGEP). DGAPA IN 206901 e IN-223704 dieron recursos adicionales. Agradecemos a las autoridades del Comisariado de Bienes Comunales, al Comité de vigilancia y al personal de la empresa forestal de Ixtlán por su apoyo; especialmente a Víctor Ramírez por facilitarnos siempre las instalaciones del hotel para realizar nuestro trabajo.

LITERATURA CITADA

- Abbott, S.P. y Currah, R.S. 1997. The Helvellaceae: Systematic revision and occurrence in North and Northwestern North America. *Mycotaxon* 62: 1-125.
- Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez L. y Loa E. (coords.) 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. CONABIO, México D.F.
- Bahl, N. 1998. 3ª ed. Hand book of mushrooms. Oxford e IBH Publishing, Nueva Deli, India.
- Bandala, V.M., Montoya, L. y Chapela, I.H. 1997. Wild edible Mushrooms in Mexico: A challenge and opportunity for sustainable development. En: Palm, M.E. y Chapela, I.H. (eds.) *Mycology in sustainable development: Expanding concepts, vanishing borders*. Parkway Publishers, Boone, Carolina del Norte. Pp: 77-90.
- Barraza, L., Ruiz, M.I., Bodenhorn, B. y Ceja-Adame, M.P. 2004. Raíces de éxito: una exploración interdisciplinaria y comparativa de proyectos ambientales en comunidades forestales de México. En: IASCP (ed.) *The Tenth Conference of the International Association for the Study of Common Property*. IASCP, Oaxaca.
- Bermúdez, R.C., García, N., Gross, P. y Serrano, M. 2001. Cultivation of *Pleurotus* on agricultural substrates in Cuba. *Micología Aplicada Interncional* 13(1): 25-29.
- Bessette, A.E., Roody, W.C y Bessette, A.R. 2000. *North American Boletes*. Syracuse University Press, Syracuse, Nueva Yok.
- Bessette, A.E., Bessette, A.R. y Fisher, D.W. 1997. *Mushrooms of Northeastern North America*. Syracuse University Press, Syracuse, Nueva Yok.
- Bigelow, H.E. 1978. The cantharelloid fungi of New England and adjacent areas. *Mycologia* 70(4): 707-756.

- Boa, E. 2004. *Los hongos silvestres comestibles; Perspectiva global de su uso e importancia para la población*. FAO, Roma.
- Bocco, G., Velázquez, A. y Torres, A. 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales; Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25(2): 64-69.
- Bon, M. 1988. *Guía de campo de los hongos de Europa*. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- Bray, D.B. y Merino, L. 2004. *Los bosques comunitarios de México; Logros y desafíos*. Ford Foundation. The William and Flora Hewlett Foundation, SEMARNAT, CONAFOR, FIU, CCMSS, Forest Trends, IIS, CIDE, México D.F.
- Breene, W. 1990. Nutritional and medicinal value of speciality mushrooms. *Journal of Food Production* 53: 883-894.
- Burdsall, H., y Volk, T.J. 1993. The state of taxonomy of the genus *Armillaria*. *McIlvainea* 11: 4-11.
- Chang, S.T. y Miles, P.G. 1989. *Edible mushrooms and their cultivation*. CRC Press, Boca Raton.
- Chang, S.T. y Mao, X. 1995. *Hongos de Hong Kong*. Universidad China de Hong Kong, Hong Kong.
- Cifuentes, J. 1996. *Estudio taxonómico de los géneros hidnoides estipitados (fungi: Aphyllophorales) en México*. Tesis de Doctorado Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Cifuentes, J., Villegas, M. y Pérez-Ramírez, L. 1993. Hongos macroscópicos. En: Luna, I. y Llorente, J. (eds.) *Historia natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. CONABIO, UNAM, México D.F. Pp: 59-126.
- Cifuentes, J., Villegas, M. y Pérez-Ramírez, L. 1986. Hongos. En: Lot, A. y Chiang, F. (comps.) *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México A.C., México, D.F. Pp: 55-64.
- Colón-Téllez, L. 1987. Estudio florístico ecológico de los hongos (Macromicetos) en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Córdova, H. J. 2001. Influencia de dos tratamientos silvícolas en la micobiota de importancia económica de Ixtlán, Oaxaca, México. Tesis profesional. ITA 23. Oaxaca, México.
- Duncan, C.J., Cuendet, M., Fronczek, F.R., Pezzuto, J.M., Mehta, R.G., Hamann, M.T. y Ross, S.A. 2003. Chemical and biological investigation of the fungus *Pulveroboletus ravenelii*. *Journal of Natural Products* 66(1):103-7.
- García-Mendoza, A. y Colín, R. 1999. Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca. En: Vásquez-Dávila, M.A. (ed.) *Vegetación y Flora*. Serie Sociedad y Naturaleza en Oaxaca N° 3, ITAO y Carteles Editores, Oaxaca. Pp: 49-86.
- García-Rollán, M. 2001. *Manual para buscar setas*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., y Caballero, J. 2006. People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity* 21: 41-67.
- Gómez, C.M., Castellanos, J.F., Ruiz, M. y Santiago, L. 1994. *Potencial productivo de especies forestales en Ixtlán de Juárez, Oaxaca*. INIFAP/CIRPS. Campo experimental Valles Centrales. Folleto Técnico No. 5. Oaxaca.
- Grund, D.W y Harrison, K.A. 1976. *Nova Scotian Boletes*. Bibliotheca Mycologica Band 47. J. Cramer, Vaduz.

- Guzmán, G. y Villarreal, L. 1984. Estudio sobre los hongos, líquenes y mixomicetos del Cofre de Perote, Veracruz, I. Introducción a la micoflora de la región. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 19: 107-124.
- Halling, R.E. 1996. Recommendations for collecting mushrooms. En: Alexiades, M.N. (ed.) *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. New York Botanical Garden, Nueva York. Pp: 135-141.
- Halling, R.E. 1983. The genus *Collybia* (Agaricales) in the Northeastern United States and adjacent Canada. *Mycologia Memoirs* 8: 1-148.
- Hesler, L.R. y Smith, A.H. 1979. *North American species of Lactarius*. Ann Arbor, the University of Michigan Press, Michigan.
- Hobbs, C. 1995. *Medicinal Mushrooms: An exploration of tradition, healing and culture*. Botanica Press, Summertown, Tennessee.
- Jenkins D.T. 1986. *Amanita of North America*. Mad River Press, Eureka, California.
- Jordan, M. 1995. *The encyclopedia of Fungi of Britain and Europe*. David and Charles, Devon.
- Kirk, P.M. y Ansell, A.E. 1992. *Authors of fungal names; A list of authors of scientific names of fungi, with recommended standard forms of their names, including abbreviations*. Index of Fungi Supplement. CABI, Wallingford.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. y Stalpers, J.A. 2001. 9ª ed. *Dictionary of the Fungi*. CABI Publishing, Wallingford.
- Laessoe, T. 1998. *Manuales de identificación; Hongos*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Largent, D., Johnson, D. y Watling, R. 1984. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features*. Mad River Press, Eureka, California.
- León, A.H. 1995. Aprovechamiento y perspectivas del cultivo de hongos comestibles silvestres de la Sierra Juárez de Oaxaca. En: Vázquez-Dávila, M.A. (ed.) *La tecnología agrícola tradicional*. Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 1, Oaxaca. Pp: 119-138.
- Liegel, L., Pilz, D., Love, T. y Jones, E. 1998. Integrating biological, socioeconomic and managerial methods and results in the MAB mushroom study. *AMBIO Special Report* 9: 26-33.
- Marijke, M. 2001. 1. *Agaricus*. En: Noordeloos, M.N., Kuyper, T.H.W. y Vellinga, E.C. (eds.) *Flora agaricina Neerlandica Vol. 5*. Balkema Publishers, Rotterdam. Pp: 23-61.
- Martínez-Carrera, M., Bonilla, M., Martínez, W., Sobal, M., Aguilar, A. y Pellicer-González, E. 2001. Characterisation and cultivation of wild *Agaricus* species from Mexico. *Micología Aplicada Internacional* 13(1): 9-24.
- Martínez-Carrera, D., Sobal, M., Aguilar, A., Navarro, M., Bonilla, M. y Larqué-Saavedra, A. 1998. Canning technology as an alternative for management and conservation of wild edible mushrooms in Mexico. *Micología Neotropical Aplicada* 11: 35-51.
- Martínez-Carrera, D., Morales, P., Pellicer-González, E., León, H., Aguilar, A., Ramírez, P., Ortega, P., Largo, A., Bonilla, M. Gómez, M. 2002. Matsutake mushrooms in Mexico; studies on the traditional management, and processing of matsutake mushrooms in Oaxaca, Mexico. *Micología Aplicada Internacional* 14(2): 25-42.

- Methven, A.S. 1990. *The genus Clavariadelphus in North America*. Bibliotheca Mycologica 138. J. Cramer, Berlín.
- Misaki, A., Kakuta, M. 1995. *Auricularia auricula* and *Tremella fuciformis*. *Food Reviews International* 11: 211-218.
- Moguel, P. y Toledo, V.M. 2004. Conservar produciendo: Biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. *Biodiversitas* 55: 1-7.
- Molloy, F.J., Critchley, A.T., Kandjengo, L. y Mshigeni, K.E. 2003. The use of the valuable Oyster mushroom, *Pleurotus sajor-caju*, for conversion of waste materials produced from seaweed and brewing industries: Preliminary investigations. *Ambio* 32(1): 76-78.
- Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., Cifuentes, J. y Caballero, J. 2004. Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity* 17: 115-143.
- Mori, K., Toyomasu, T., Nanba, H., Kuroda, H. 1987. Antitumor activities of edible mushrooms by oral administration. En: Wuest, P.J., Royse, D.J., y Beelman, R.B. (eds.) *Cultivating Edible Fungi*. Elsevier, Amsterdam. Pp: 1-6.
- Muñoz-Ledo, P. 2004. Productores orgánicos mexicanos: El trecho del dicho al hecho. *Biodiversitas* 55: 8-12.
- National Audobon Society. 2003. *Field Guide to Mushrooms*. Alfred A. Knof, Nueva York.
- Obuchi, T., Kondoh, H., Watanabe, N., Tamai, M., Omura, S., Yang, J.S. y Liang, X.T. 1990. Armillaric acid, a new antibiotic produced by *Armillaria mellea*. *Planta Med.* 56:198-201.
- Ogawa, M. 1982. How to produce matsutake mushroom. *Transactions of Mycological Society of Japan* 23: 25-148.
- Olivier, J.M. 2000. Progress in the cultivation of truffles. En: Van Griensven, L.J. (ed.) *Mushroom science XV: Science and cultivation of edible fungi*. Vol 2. Balkema Publishers, Rotterdam. Pp: 937-942.
- Pacioni, 1981. *Simon and Schuster's guide to Mushrooms*. Fireside, Simon y Schuster, Nueva York.
- Petersen, R.H. 1979. Notes on Cantharelloid fungi. IX. Illustrations on new or poorly understood taxa. *Nova Hedwigia* 31(1,2): 1-23.
- Pilz, D., Smith, J., Amaranthus, M.P., Alexander, S., Molina, R. y Luoma, D. 1999. Mushrooms and Timber; Managing commercial harvesting in the Oregon Cascades. *Journal of Forestry* 97(3): 4-11.
- Pilz, D., Weber, N.S., Carter, M.C., Parks, C.G. y Molina, R. 2004. Productivity and diversity of morel mushrooms in healthy, burned and insect-damaged forests of northeastern Oregon. *Forest Ecology and Management* 198: 367-386.
- Pire, D.G. y Albertó, E. 2001. Cultivation of shiitake using sawdust from widely available local woods in Argentina. *Micología Aplicada Internacional* 13(2): 87-91.
- Redhead, S.A. 1997. The pine mushroom industry in Canada and the United States: why it exists and where it is going. En: Palm, M.E. y Chapela, I.H. (eds.) *Mycology in sustainable development: expanding concepts, vanishing borders*. Parkway Publishers, Boone, Carolina del Norte. Pp: 15-54.
- Riva, A. 1988. *Tricholoma. Fungi Europaei* 3. Libreria Editrice Giovanna Biella, Saronno.
- Ruán-Soto, F., Garibay-Orijel, R. y Cifuentes, J. 2004. Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología* 19: 57-70.

- Sadler, M. y Saltmarsh, M. 1998. *Functional foods: The consumer, the products and the evidence*. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Schlosser, W.E. y Blatner, K.A. 1995. The wild edible mushroom industry of Washington, Oregon and Idaho. *Journal of Forestry* 93: 31-36.
- Singer, R., García, J. y Gómez, L.D. 1990. *The Boletinae of Mexico and Central America 1 & 2*. Nova Hedwigia 98: 1-72.
- Smith, J.E., Rowan, N.J. y Sullivan, R. 2002. *Medicinal mushrooms: Their therapeutic properties and current medicinal usage with special emphasis on cancer treatments*. University of Strathclyde, Strathclyde.
- Stamets, P. y Chilton, J.S. 1983. *The mushroom cultivator*. Agarikon Press, Olympia, Washington.
- Stamets, P. 2000. *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. Ten Speed Press, Berkeley, California.
- Thiers, H.D. 1975. *California Mushrooms: A field guide to the Boletes*. Hafner Press, Nueva York.
- Tzinabos, A. 2000. Polysaccharide immunomodulators as therapeutic agents: structural aspects and biologic function. *Clinical Microbiology Reviews* 13: 523-533.
- Vaidya, J.G. y Rabba, A.S. 1993. Fungi in folk medicine. *The Mycologist* 7: 131-133.
- Valenzuela, G.R. 1992. Conocimiento del género *Albatrellus* en México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Villarreal, L. y Pérez-Moreno, J. 1989. Los hongos comestibles de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada* 2: 77-114.
- Villarreal, L. 1996. *Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados de México*. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México, México.
- Wang, Y. y Hall, I.R. 2004. Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany* 82(8): 1063-1073.
- Wasser, S.P., Nevo, E., Sokolov, D., Reshetnikov, S. y Timor-Tismenetsky, M. 2000. Dietary supplements from medicinal mushrooms: diversity of types and variety of regulations. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 2: 1-19.
- World Bank, 2004. The World Bank Atlas. 36^{ava} ed. World Bank Group, Washington D.C.
- Ying, J.Z., Mao, X.L., Ma, Q.M., Zong, Y.C. y Wen, H.A. 1987. *Icones of medicinal fungi from China*. Translated by X. Yuehan. Science Press, Beijing.

Tabla 1. Lista de hongos comestibles silvestres

Nº	ESPECIE	F.	Sub.	Ab.	Cal.	M.	Up.	Reg.
1	<i>Agaricus pampeanus</i> Speg.*	S	H	2	2	L	P	-
2	<i>Agaricus silvaticus</i> Schaeff.	S	H	1	3	W	P	-
3	<i>Albatrellus ovinus</i> (Schaeff.) Kolt.	M	T	1	2	W	W	O
4	<i>Amanita basii</i> Guzmán & Ramírez-Guillén*	M	T	2	3	W	W	-
5	<i>Amanita jacksonii</i> Pomerl.*	M	T	2	3	W	W	-
6	<i>Amanita laurae</i> Guzmán & Ramírez-Guillén*	M	T	2	3	W	W	-
7	<i>Amanita rubescens</i> Pers.	M	T	2	3	W	W	-
8	<i>Amanita tecomate</i> Guzmán & Ramírez-Guillén*	M	T	2	3	W	W	-

N°	ESPECIE	F.	Sub.	Ab.	Cal.	M.	Up.	Reg.
9	<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	M	T	2	2	M	W	-
10	<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm. ^m	Pf	L	1	2	M	C	-
11	<i>Armillaria tabescens</i> (Scop.) Emel	Pf	H	1	2	M	P	-
12	<i>Auricularia auricula-judae</i> (Fr.) Quél. ^m	S	L	3	2	A	C	-
13	<i>Austroboletus betula</i> (Schwein.) E. Horak*	M	T	1	2	W	W	-
14	<i>Boletellus russellii</i> (Frost) E.J. Gilbert	M	T	1	2	W	W	O
15	<i>Boletus aereus</i> Bull.	M	T	1	2	E	W	O
16	<i>Boletus chrysenteron</i> Bull.	M	T	1	2	M	W	O
17	<i>Boletus edulis</i> Bull. ^m	M	T	2	3	E	W	-
18	<i>Boletus luridus</i> Schaeff.	M	T	1	2	M	W	O
19	<i>Cantharellus "cibarius" sp.1</i> *. ^m	M	T	2	3	E	W	-
20	<i>Cantharellus "cibarius" sp.2</i> *. ^m	M	T	2	3	E	W	-
21	<i>Cantharellus cinnabarinus</i> (Schwein.) Schwein.*	M	T	2	2	M	W	-
22	<i>Cantharellus lutescens</i> (Pers.) Fr.	M	T	4	3	W	W	O
23	<i>Cantharellus tubaeformis</i> (Bull.) Fr.	M	T	4	2	W	W	O
24	<i>Chroogomphus jamaicensis</i> (Murrill) O.K. Mill.	M	T	1	1	M	W	O
25	<i>Clavariadelphus truncatus</i> (Quél.) Donk	M	T	1	2	W	W	O
26	<i>Clavicornia pyxidata</i> (Pers.) Doty	S	L	1	2	W	P	O
27	<i>Clavulina cinerea</i> (Bull.) J. Schröt.	S	H	1	2	W	P	O
28	<i>Clavulina rugosa</i> (Bull.) J. Schröt.	S	H	1	1	W	P	O
29	<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.) P. Kumm.	S	H	1	2	M	P	O
30	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Gray	S	H	1	3	U	C	-
31	<i>Cortinarius secc. Malacii</i> sp.*	M	T	1	2	L	W	-
32	<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers. ^m	M	T	3	3	W	W	-
33	<i>Craterellus fallax</i> A.H. Sm.	M	T	3	3	W	W	O
34	<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv.	S	L	1	1	M	P	-
35	<i>Gomphus clavatus</i> (Pers.) Gray*	M	T	1	3	M	W	-
36	<i>Gymnopus confluens</i> (Pers.) Antonín, Halling & Noordel.	S	H	4	2	M	P	-
37	<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	S	H	3	2	M	P	-
38	<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	S	H	1	2	M	P	-
39	<i>Helvella lacunosa</i> Afzel.	S	H	1	2	M	P	O
40	<i>Helvella pityophila</i> Boud.	S	H	1	2	M	P	O
41	<i>Hericium coralloides</i> (Scop.) Pers.*	S	L	1	3	W	C	-
42	<i>Hydnum repandum</i> var. <i>album</i> (Quél.) Rea.*	M	T	1	3	E	W	-
43	<i>Hydnum repandum</i> var. <i>repandum</i> (L.) Fr.*	M	T	3	2	E	W	-
44	<i>Hydnum repandum</i> var. <i>rufescens</i> (Fr.) Barla*	M	T	2	2	E	W	-
45	<i>Hydnum</i> sp. <i>sensu</i> Cifuentes (1996)*	M	T	1	2	E	W	-
46	<i>Hydnum umbilicatum</i> Peck*	M	T	1	2	E	W	-
47	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> var. <i>pallida</i> (Cooke) Kühner & Romagn.	S	H	1	2	M	P	-
48	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire*	S	H	3	2	M	P	-
49	<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	M	T	1	2	E	W	O
50	<i>Hygrophorus purpurascens</i> (Alb. & Schwein.) Fr.*	M	T	4	2	M	W	-
51	<i>Hygrophorus russula</i> (Fr.) Kauffman*	M	T	1	2	M	W	-
52	<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.) P. Kumm.	S	L	3	2	U	P	O
53	<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.) Tul.*	P	F	1	3	U	W	-
54	<i>Laccaria amethysteo-occidentalis</i> G.M. Muell.	M	T	1	1	M	W	O

N°	ESPECIE	F.	Sub.	Ab.	Cal.	M.	Up.	Reg.
55	<i>Laccaria amethystina</i> Cooke*	M	T	3	3	M	W	-
56	<i>Laccaria bicolor</i> (Maire) Orton*	M	T	2	2	M	W	-
57	<i>Laccaria</i> aff. <i>bicolor</i> (Maire) Orton*	M	T	1	2	M	W	-
58	<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i> (Peck) Peck*	M	T	4	2	M	W	-
59	<i>Laccaria proxima</i> (Boud.) Pat.	M	T	1	2	M	W	O
60	<i>Laccaria vinaceobrunnea</i> G.M. Muell.*	M	T	4	2	M	W	-
61	<i>Lactarius chrysorrheus</i> Fr.	M	T	2	1	M	W	O
62	<i>Lactarius corrugis</i> Peck*	M	T	2	3	U	W	-
63	<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray*	M	T	1	2	E	W	-
64	<i>Lactarius deliciosus</i> var. <i>detrinimus</i> Hesler & A.H. Sm.*	M	T	2	2	U	W	-
65	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	M	T	1	2	M	W	O
66	<i>Lactarius vellereus</i> var. <i>vellereus</i> (Fr.) Fr.	M	T	2	1	M	W	O
67	<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fr.* ^m	M	T	2	3	U	W	-
68	<i>Leccinum chromapes</i> (Frost) Singer	M	T	1	2	E	W	O
69	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers. ^m	S	H	1	3	W	P	-
70	<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff. ^m	S	H	1	3	W	P	-
71	<i>Neolentinus lepideus</i> (Fr.) Redhead & Ginns*	S	L	1	2	L	C	-
72	<i>Otidea onotica</i> (Pers.) Fuckel	S	H	4	1	M	P	O
73	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.* ^m	S	L	1	3	W	C	-
74	<i>Pseudohydnum gelatinosum</i> (Scop.) P. Karst.	S	H	1	2	M	P	O
75	<i>Pulveroboletus ravenelii</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill ^m	M	T	1	2	W	W	O
76	<i>Ramaria flava</i> var. <i>aurea</i> (Coker) R.H. Petersen*	M	T	2	2	M	W	-
77	<i>Ramaria purpurissima</i> var. <i>purpurissima</i> R.H. Petersen & Scates*	M	T	2	2	M	W	-
78	<i>Ramaria rubricarnata</i> var. <i>verna</i> R.H. Petersen & Scates*	M	T	1	2	M	W	-
79	<i>Ramaria</i> cf. <i>versatilis</i> Quél.*	M	T	1	2	M	W	-
80	<i>Rhodocollybia butyracea</i> (Bull.) Lennox	S	H	3	1	M	P	-
81	<i>Rozites caperatus</i> (Pers.) P. Karst.	M	T	2	2	W	W	O
82	<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr.*	S	L	1	3	U	C	-
83	<i>Strobilomyces confusus</i> Singer	M	T	2	2	M	W	-
84	<i>Strobilomyces strobilaceus</i> (Scop.) Berk.	M	T	1	2	M	W	-
85	<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	M	T	3	2	E	W	O
86	<i>Suillus tomentosus</i> (Kauffman) Singer	M	T	3	2	E	W	O
87	<i>Tremella concrescens</i> (Schwein.) Burt	S	H	1	1	A	C	O
88	<i>Tremella foliacea</i> Pers.	S	H	1	2	A	C	O
89	<i>Tremellodendron schweinitzii</i> (Peck) G.F. Atk.	S	H	2	2	E	P	O
90	<i>Tricholoma caligatum</i> (Viv.) Ricken	M	T	1	3	A	W	-
91	<i>Tricholoma flavovirens</i> (Pers.) S. Lundellz	M	T	2	2	M	W	-
92	<i>Tricholoma magnivelare</i> (Peck) Redhead*	M	T	2	3	A	W	-

N°: Número del taxón. En Especie, *: Consumido localmente (Garibay et al., 2006); ^m: con propiedades medicinales según Boa (2004). En F.: Forma de vida; M: micorrizógena; P: parásita; Pf parásita facultativa; S: saprobia. En Sub.: Substrato; H: húmico; L: lignícola; T: terrícola. En Ab.: Abundancia; 1: raro; 2: ocasional; 3: común; 4: abundante. En Cal.: Calidad culinaria; 1: regular; 2: bueno; 3: excelente. En M.: Mercado; A: Asia; E: Europa; L: local; M: México; U: Estados Unidos de América. En Up.: Uso potencial; C: cultivo comercial; P: cultivo potencial; W: comercialización. En Reg.: Nuevo registro; O: Oaxaca.

Tabla 2. Algunos listados de hongos comestibles en México

Trabajo	Ubicación	Taxa	Vegetación
Guzmán y Villarreal, 1984	Cofre de Perote, Veracruz	52	P y A
Cifuentes et al., 1993	Omiltemi, Guerrero	57	M, P, P-Q y Q
Villarreal, 1996	San Juan Nuevo, Michoacán y Santa Catarina del Monte, Edo. Mex.	57	P, P-Q y A
Montoya et al., 2004	La Malinche, Tlaxcala	91	A, P-Al, P-Q y M
Este trabajo	Ixtlán de Juárez, Oaxaca	92	P-Q
Colón-Tellez, 1987	Nevado de Toluca, Edo. Mex.	94	P, A y z

En Taxa, número de hongos comestibles citados. En Vegetación, A: *Abies*; Al: *Alnus*; M: bosque mixto; P: *Pinus*; Q: *Quercus*; z: zacatonal alpino.

Tabla 3. Posición sistemática de las especies estudiadas

Clase/Subclase	Orden	Familia	Especies
Ascomycetes	Pezizales	Helvellaceae	38-40
		Pyronemataceae	72
	Hypocreales	Hypocreaceae	53
Basidiomycetes	Agaricales	Agaricaceae	1,2
		Coprinaceae	30
		Cortinariaceae	31,81
		Hydnangiaceae	54-60
		Lycoperdaceae	69,70
		Marasmiaceae	10,11,80
		Pleurotaceae	73
		Pluteaceae	4-9
		Strophariaceae	52
		Tricholomataceae	29,36,37,49-51,90-92
	Auriculariales	Auriculariaceae	12
	Boletales	Boletaceae	13-18,68,75,83,84
		Gomphidiaceae	24
		Hygrophoropsidaceae	47,48
		Suillaceae	85,86
	Cantharellales	Cantharellaceae	19-23,32,33
		Clavulinaceae	27,28
		Hydnaceae	42-46
	Phallales	Gomphaceae	25,35
		Ramariaceae	76-79
	Polyporales	Albatrellaceae	3
		Polyporaceae	34,71
		Sparassidaceae	82
	Russulales	Auriscalpiaceae	26
		Russulaceae	61-67
Tremellomycetideae	Tremellales	Exidiaceae	74,89
		Tremellaceae	87,88

La clasificación sistemática es la propuesta por Kirk et al. (2001). En Especies, los números corresponden con el número del taxón en la Tabla 1.

Figura 1. Mapa de Oaxaca, Sierra de Juárez e Ixtlán



DISPONIBILIDAD DE LOS HONGOS COMESTIBLES EN LOS BOSQUES DE PINO-ENCINO DE IXTLÁN DE JUÁREZ, OAXACA

Garibay-Orijel, R.¹ y Martínez-Ramos, M.²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 113-100, Rumania N° 700 Col. Portales, C.P. 03301, México, D.F.

²Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 27-3, Xangari, CP 58089, Morelia, Michoacán.

RESUMEN

Los hongos comestibles silvestres son un recurso forestal no maderable apreciado por numerosas culturas en el mundo. La incorporación de este recurso a una estrategia de aprovechamiento diversificada y sustentable de los bosques depende del conocimiento de su distribución y productividad. En el presente trabajo evaluamos la disponibilidad ecológica de 81 especies de macromicetos comestibles por medio de su abundancia, producción de biomasa, distribución temporal y espacial. El estudio se realizó durante las temporadas de lluvias, de junio a octubre, de 2001 y 2002 en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Estudiamos las variables ecológicas de las especies quincenalmente en ocho sitios (cuatro cada año) de una hectárea cada uno. En cada sitio de monitoreo, en cada ocasión escudriñamos diez transectos aleatorios distintos de 4 m de ancho por 33 m de largo, en total se moniorean 13200 m² por sitio en cada ocasión. Las seis especies más abundantes, *Laccaria laccata* var. *pallidifolia*, *Gymnopus confluens*, *Laccaria vinaceobrunnea*, *Cantharellus lutescens*, *Otidea onotica* y *Cantharellus tubaeformis*, acumularon más del 80% de la abundancia total. *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* fue la especie con mayor producción de biomasa húmeda con una estimación de 17.65 Kg. Otras especies que produjeron más de 1 Kg fueron *Hygrophorus purpurascens*, *Russula cyanoxantha*, *G. confluens*, *L. vinaceobrunnea*, *Suillus tomentosus*, *C. lutescens*, *Hydnum repandum* var. *repandum*, *Amanita basii*, *Lactarius indigo*, *Amanita rubescens* y *Lactarius vellereus*. Sólo *G. confluens* y *G. dryophilus* fructificaron en toda la temporada de lluvias, desde principios de junio hasta finales de octubre. *Craterellus cornucopioides*, *G. confluens*, *H. repandum* var. *repandum*, *Hypholoma capnoides*, *Laccaria bicolor*, *L. laccata* var. *pallidifolia*, *L. vinaceobrunnea*, *Lactarius chrysorrhoeus*, *O. onotica* y *R. cyanoxantha* se presentaron en todos los sitios de monitoreo. Las especies con mayor disponibilidad total fueron *L. laccata* var. *pallidifolia*, *G.*

confluens, *L. vinaceobrunnea*, *H. purpurascens* y *C. lutescens*. La diversidad de hongos comestibles silvestres en la propiedad comunal de Ixtlán es alta, pero su disponibilidad es muy heterogénea, dentro del mismo bosque, en sitios relativamente cercanos la composición de especies es diferente y su abundancia y productividad es contrastante.

Palabras clave: Abundancia, productividad, ecología, hongos comestibles silvestres, índice de importancia ecológica

ABSTRACT

Wild edible mushrooms are non timber forest products appreciated by many cultures around the world. Its inclusion in sustainable and diversified management strategies of forests depends on the knowledge of its distribution and productivity. In this work, we measured the ecological availability of 81 edible mushrooms by means of their abundance, frequency, biomass production, temporal and spatial distribution. The research was done during 2001 and 2002 rainy seasons, from June to October, in the Ixtlán de Juárez' *Pinus-Quercus* woods. In eight sample sites (four per year), one hectare each, we monitored every two weeks the species ecological variables. In each sample site, in each time we screen ten different random transects of 4 m wide and 33 m long. In total, we scan 13200 m² in each sample site per time. The six more abundant species *Laccaria laccata* var. *pallidifolia*, *Gymnopus confluens*, *Laccaria vinaceobrunnea*, *Cantharellus lutescens*, *Otidea onotica* and *C. tubaeformis* scored more than 80% of total abundance. *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* was the most productive species with an estimated total humid weight of 17.65 Kg. Other species that produced more than 1 Kg were *Hygrophorus purpurascens*, *Russula cyanoxantha*, *G. confluens*, *L. vinaceobrunnea*, *Suillus tomentosus*, *C. lutescens*, *Hydnum repandum* var. *repandum*, *Amanita basii*, *Lactarius indigo*, *Amanita rubescens* and *Lactarius vellereus*. Just *G. confluens* and *G. dryophilus* were observed in every date, from June to October. *Craterellus cornucopioides*, *G. confluens*, *Hydnum repandum* var. *repandum*, *Hypholoma capnoides*, *Laccaria bicolor*, *L. laccata* var. *pallidifolia*, *L. vinaceobrunnea*, *Lactarius chrysorrhoeus*, *O. onotica* and *R. cyanoxantha* were present in every sample site. Species with higher availability rates were *L. laccata* var. *pallidifolia*, *G. confluens*, *L. vinaceobrunnea*, *H. purpurascens* and *C. lutescens*. In the communal property of Ixtlán, the wild edible mushrooms diversity is high, however, its

availability is heterogeneous. Within the forest, in relatively near sites, the species composition is different and their abundance and productivity were contrasting.

Key words: Abundance, productivity, ecology, wild edible mushrooms, ecological importance index

INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles silvestres (HCS) son un recurso forestal no maderable apreciado por numerosas culturas micófagas del mundo. Dentro de estos organismos se encuentran especies recolectadas intensivamente y sujetas a comercio internacional como *Cantharellus cibarius* s.l. *Tricholoma magnivelare*, *Boletus edulis* s.l. y *Morchella* spp. Aunque una base de conocimiento ecológico debería ser el fundamento para planear la explotación de estos recursos, pocos estudios existen acerca de la ecología de poblaciones y comunidades de los HCS. En el mundo, la ecología de los HCS se ha desarrollado principalmente a nivel poblacional sobre especies de alto valor comercial como *Cantharellus cibarius* s.l. (Pilz et al., 1998), *Tricholoma magnivelare* (Pilz et al., 1999) y *Morchella* spp. (Pilz et al., 2004). Algunos otros estudios se han realizado con especies como *Suillus pungens* (Bonello et al., 1998), *Russula brevipes* (Bergemann y Miller, 2002) y *Laccaria bicolor* (Selosse et al., 1998), pero desde perspectivas de genética de poblaciones y no con fines de aprovechamiento. Sobre ecología de poblaciones de HCS en México se han realizado los trabajos de Mendoza-Suárez y Martínez-Ojeda (1994) con el complejo *Russula brevipes-Hypomyces lactifluorum* y el de Garibay-Orijel et al. (2003) con *Laccaria laccata*. En nuestro país se han estudiado primordialmente las comunidades de HCS y su productividad, por ejemplo en el Cofre de Perote, Veracruz (Villarreal y Guzmán 1985; 1986a; 1986b); Sur del Valle de México (Zamora-Martínez y Nieto de Pascual, 1995); Santa Catarina del Monte, Estado de México y San Juan Nuevo, Michoacán (Villarreal, 1996), Ixtlán de Juárez, Oaxaca (Córdova, 2004), y el volcán La Malinche, Tlaxcala (Montoya-Esquivel, 2005).

El aprovechamiento de los HCS comestibles en México ha sido propuesto como una alternativa para el desarrollo regional, para enriquecer la dieta en zonas rurales y urbanas marginadas y para integrar las comunidades a mercados regionales, nacionales e internacionales (Villarreal y Pérez-Moreno, 1989; Bandala et al., 1997; Cinta et al., 1998; Tovar-Velasco y Garibay-Orijel, 2000). Estas metas serán alcanzables sólo si dicha

explotación parte de la base del conocimiento de las características ecológicas de las especies sujetas al aprovechamiento. Es por esto que el presente trabajo se planteo los siguientes objetivos: i) Medir la abundancia de las especies de HCS en los bosques de pino-encino de la comunidad de Ixtlán de Juárez, Oaxaca; ii) Estimar la productividad de dichas especies en términos de biomasa en peso fresco; iii) Determinar su distribución temporal y espacial; iv) Estudiar la variación de la comunidad por medio de la densidad y diversidad; v) Evaluar la disponibilidad de las especies por medio del valor de importancia ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El muestreo se llevó a cabo en los bosques de pino-encino adyacentes a Ixtlán de Juárez, Oaxaca (Figura 1). En éstos las especies arbóreas predominantes son *Pinus oaxacana*, *P. patula*, y *P. douglasiana*, mezclados con *Quercus castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. obtusata*, *Q. peduncularis*, *Q. rugosa* y *Q. scytophylla* (Flores y Manzanero, 1999; Valdés et al., 2003). Una descripción mas completa de la vegetación, clima y orografía pueden consultarse en Garibay-Orijel et al., (2006).

Monitoreo de las variables ecológicas

Monitoreamos la abundancia, producción de biomasa, frecuencia espacial y temporal de las fructificaciones de 81 especies de hongos comestibles durante 2001 y 2002 de junio a octubre. Estos 81 taxa son las especies de HCS que se presentaron en los ocho sitios de muestreo de este estudio y representan el 88.04% de las especies de HCS identificadas a la fecha en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez tratadas a detalle en el Capítulo 1. La toma de datos se llevó a cabo cada quince días ya que los muestreos quincenales son capaces de representar cambios en el comportamiento de la comunidad fúngica debidos al clima o a la fisiología de sus especies, de esta manera también se evitaron los posibles efectos negativos del pisoteo continuo del suelo sobre el desarrollo normal de los micelios (Sieger, 1987).

Cada año se monitorearon cuatro sitios de monitoreo (SM) diferentes para evitar las posibles influencias que el estudio pudiera causar en el comportamiento normal de la comunidad fúngica (Salo, 1993; Liegel et al., 1998). Los SM fueron elegidos aleatoriamente en un gradiente de distancia respecto del pueblo (Figura 2). Para esto, la ubicación de los SM en

grados, minutos y segundos se tomó de una tabla de números aleatorios y posteriormente se ubicaron en el campo con la ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). En la Figura 3 se muestra la ubicación geográfica de los SM. En cada fecha se eligieron 10 transectos aleatorios dentro de cada SM, la ubicación y dirección de los transectos se eligieron aleatoriamente (Salo, 1993) con la ayuda de tablas de números aleatorios. Los transectos se ubicaron en el campo con un flexómetro de 50 m y un compás. Usamos transectos rectangulares pues se ha demostrado que éstos tienen mayor precisión al representar el comportamiento de la producción de esporomas (Mehus, 1986; Amaranthus y Pilz, 1994) y aumentan las probabilidades de encontrar colonias de hongos (Amaranthus y Pilz, 1994; Pilz et al., 1998) pues la mayoría de los hongos macroscópicos presentan distribuciones agregadas (O'Dell et al., 1994; Schmit et al., 1999). Usamos transectos con 4 metros de ancho y 33 metros de largo (Figura 4) ya que debido a la gran influencia que las condiciones micro climáticas, como tipo de suelo, pH, humedad, insolación, etc., ejercen sobre la producción de esporomas, es recomendable que los rectángulos tengan una proporción de largo/ancho alta, es decir que sean largos y estrechos, pues esto favorece la existencia de numerosos microhábitats en cada transecto (Ohenoja y Metsänheimo, 1982; Ruhling et al., 1984).

En cada metro cuadrado de cada transecto se anotó el número de fructificaciones de cada especie presente (Luoma et al., 1994). Si bien en la medición de la productividad se prefiere el uso de peso seco (Pilz et al., 1998); para la estimación de la biomasa usamos sólo el peso fresco (Villarreal, 1994) ya que en términos de disponibilidad del recurso, éste tiene mayor significancia. Para esto, con una báscula digital pesamos en el campo todas las fructificaciones de los hongos escasos o raros y una muestra de los abundantes.

Análisis

Abundancia

La abundancia absoluta (AA) de una especie en un sitio de monitoreo ($AA_{sp_i SM_x}$) se obtuvo al sumar su número de fructificaciones en cada transecto en las diez fechas del año. La abundancia absoluta anual de una especie (AA_{200xsp_i}) se obtuvo al sumar las cuatro $AA_{sp_i SM_x}$ de ese año. La abundancia absoluta total de una especie (AA_{tsp_i}) se obtuvo de sumar las dos AA_{200xsp_i} . La abundancia relativa de una especie (AR_{sp_i}) se obtuvo: $AR_{sp_i} = AA_{tsp_i} / AA_{tsp}$, donde AA_{tsp} es el total de esporomas contabilizados entre todas las especies.

Producción de biomasa

La producción de biomasa total de una especie (EBt_{sp_i}) se estimó:

$$EBt_{sp_i} = \left[\left(\sum_{i=1}^n ph_i \right) \div (Nph_{sp_i}) \right] (AA_{tsp_i}),$$

donde ph_i es una medida de peso húmedo, Nph_{sp_i} es el número de medidas de pesos húmedos de la especie “i” y AA_{tsp_i} es la abundancia absoluta total de dicha especie. Ya que esta medida es sólo una estimación y depende de la precisión del promedio de los pesos húmedos, se indicó su desviación estándar. La estimación de biomasa relativa de una especie (EBR_{sp_i}) se obtiene: $EBR_{sp_i} = EBt_{sp_i} / EBt_{spp}$, donde EBt_{spp} es la suma de las EBt de todas las especies.

Frecuencia temporal y espacial

La frecuencia temporal de una especie (FT_{sp_i}) se calculó: $FT_{sp_i} = NT / T$, donde NT es el número de fechas en que se observó la especie y T es el número de fechas total. La frecuencia espacial de una especie (FE_{sp_i}) se calculó: $FE_{sp_i} = NobsE / E$, donde $NobsE$ es el número de SM en que se observó la especie y E es el número de SM totales.

La frecuencia temporal relativa (FTR) se calculó: $FTR_{sp_i} = FT_{sp_i} / \sum FT_{spp}$. Donde $\sum FT_{spp}$ es la sumatoria de las frecuencias temporales de todas las especies. La frecuencia espacial relativa (FER) se calculó: $FER_{sp_i} = FE_{sp_i} / \sum FE_{spp}$. Donde $\sum FE_{spp}$ es la sumatoria de las frecuencias espaciales de todas las especies.

Diversidad

La diversidad de especies de HCS en cada sitio se evaluó con la densidad y con el índice de diversidad de Shanon (H') (Shannon y Weaver, 1949). Se calculó la similitud en la composición de especies entre los SM con el índice de similitud de Jaccard (Pielou, 1984). Para la densidad usamos el número de especies de HCS por SM. En el índice de diversidad en lugar del número de individuos, usamos la abundancia absoluta de esporomas, los cálculos se hicieron con el logaritmo base 10 (Iwabuchi et al., 1994; Senn-Irlet y Bieri, 1999). El índice de diversidad se usó sólo para comparar la diversidad entre los SM y dado que se empleó el número de esporomas, no se hace inferencia alguna sobre el número de individuos. Todos los cálculos se realizaron en el programa Biodiversity Pro V2.0 (Mc Alece et al., 1997).

Disponibilidad ecológica

Para el cálculo de la disponibilidad ecológica de las especies de HCS, usamos como base el índice de Curtis y McIntosh (1951) donde el Valor de importancia ecológica $VI = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$. Ya que los hongos presentan características biológicas distintas a las plantas, modificamos la fórmula del VI de la siguiente manera: a) el componente densidad-dominancia lo determinamos en base a la abundancia relativa y la producción de biomasa relativa; b) el componente de frecuencia relativa lo integramos con la frecuencia espacial relativa y la frecuencia temporal relativa. De esta manera VI se determinó: $VI_{sp_i} = AR_{sp_i} + EBR_{sp_i} + FT_{sp_i} + FE_{sp_i}$

Para analizar el comportamiento de las variables ecológicas realizamos un análisis gráfico de sus relaciones de igualdad, así como un análisis de sus correlaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia

De las 81 especies tratadas, 29 fueron raras (1 a 10 esporomas), entre éstas *Amanita fulva*, *Boletellus russellii*, *Helvella infula*, *Ramaria purpurisima* var. *purpurisima*, *Russula lepida*, *Russula mexicana*, *Sparassis crispa* y *Tricholoma caligatum* sólo produjeron un esporoma. Cuarenta especies fueron de escasas a comunes (de 11 a 100 esporomas). *Auricularia auricula-judae*, *Cantharellus cinnabarinus*, *Cantharellus lutescens*, *Cantharellus tubaeformis*, *Gymnopus dryophilus*, *Hydnum repandum* var. *repandum*, *Hygrophorus purpurascens*, *Hypholoma capnoides*, *Laccaria vinaceobrunnea* y *Otidea onotica* fueron abundantes, presentando de 101 a 1000 esporomas. *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* y *Gymnopus confluens* fueron muy abundantes con más de 1000 esporomas (Tabla 1). Estas últimas representaron el 43.642% y el 18.007% del total de los esporomas contados. De hecho entre las seis especies más abundantes acumularon más del 80% de las fructificaciones computadas. Durante 2001, en total se registraron 7801 esporomas con un promedio entre los cuatro SM de 1950.25 esporomas. El SM2 destacó con 3172 esporomas, 2177 más que SM3 que apenas produjo 995 esporomas. Durante 2002 se registraron 6149 esporomas, con un promedio de 1537 esporomas por SM. El SM6 fue el de mayor producción con 1945 esporomas, con una diferencia de 1191 con SM5 que apenas produjo 754 esporomas (Tabla 1).

La producción de esporomas de hongos comestibles en 2001, durante junio y julio fue baja, con apenas 495 esporomas entre los cuatro SM en ambos meses. Posteriormente, a mediados de agosto y principios de septiembre la producción se incrementó para llegar a niveles de entre 800 y 900 esporomas. Fue a mediados de septiembre cuando se alcanzó el máximo de producción con 2610 esporomas entre los cuatro sitios. Para principios de octubre la producción disminuyó a 1642 y a finales de este mes a 939 esporomas. En 2002 la producción también fue baja durante junio y julio con valores alrededor de 200 esporomas por fecha y luego la producción de esporomas se abatió a 45 y 70 a principios y mediados de agosto. Posteriormente la producción se recuperó y llegó a un máximo de 3264 esporomas a mediados de septiembre. Luego la producción bajó a 1453 esporomas a principios de octubre para abatirse a 38 esporomas a finales de octubre (Tabla 2).

Biomasa

Según la estimación de producción de biomasa, en 2001 *L. laccata* var. *pallidifolia* fue la especie de mayor productividad con 8.83 Kg. Especies que produjeron más de 1 Kg fueron *Hygrophorus purpurascens*, *G. confluens*, *C. lutescens*, *S. tomentosus*, *L. vinaceobrunnea* y *Lactarius vellereus*. En 2002, nuevamente *L. laccata* var. *pallidifolia* fue la especie con mayor producción de biomasa con 8.82 Kg. Las demás especies con producciones mayores a 1 Kg fueron *Amanita basii*, *H. purpurascens*, *Russula cyanoxantha* y *Lactarius indigo*. Entre los dos años de monitoreo el hongo comestible con mayor producción de biomasa fue *L. laccata* var. *pallidifolia* con 17.65 Kg. Las especies con producciones mayores a 1 Kg fueron *H. purpurascens*, *R. cyanoxantha*, *G. confluens*, *L. vinaceobrunnea*, *S. tomentosus*, *C. lutescens*, *H. repandum* var. *repandum*, *A. basii*, *L. indigo*, *Amanita rubescens* y *L. vellereus* (Tabla 3).

Córdova (2004) en 9 sitios monitoreados durante 2001 en estos mismos bosques, encontró que las 10 especies con mayor producción de biomasa húmeda fueron: *Gomphus floccosus*, *L. laccata* var. *pallidifolia*, *C. tubaeformis*, *L. amethystina*, *Hypomyces lactifluorum*, *Ramaria* sp., *G. confluens*, *H. repandum* var. *repandum* y *Strobilomyces confusus*. La escasa coincidencia en los resultados de ambos estudios se debe a varios factores. En primer lugar, la alta heterogeneidad en la distribución espacial de las especies y la localización particular de poblaciones muy productivas de ciertas especies como *H. purpurascens*, *S. tomentosus*, *A. basii*, *A. rubescens* y *L. vellereus* en nuestro caso; y *G. floccosus*, *H. lactifluorum* y *S.*

confusus en el caso de Córdoba. En segundo lugar el diseño del monitoreo de ambos estudios es diferente por lo que el trabajo de Córdoba sólo evaluó 26 especies y el nuestro 81. Y en tercer lugar, ambos trabajos otorgaron nombres distintos a las mismas entidades biológicas como por ejemplo *L. vinaceobrunnea* en nuestro caso y *L. amethystina* en el de Córdoba; este problema en particular requiere mayor análisis taxonómico.

Durante 2001 en los 4 SM se produjo un estimado de 30.01 Kg de HCS y durante 2002 se produjeron 28.99 Kg. En ambos años se produjeron 59.01 Kg en un área muestreada total de 105600 m², esto es 5.59 Kg de HCS / Ha. En el caso de Córdoba (2004) la producción fue de 3.34 Kg de HCS / Ha. La diferencia entre ambas estimaciones nuevamente se debe a que Córdoba sólo estimó la productividad de una parte de la comunidad de HCS.

La producción de biomasa de HCS reportada por Montoya (2005) en el volcán La Malinche, fue de 29.54 Kg en un área muestreada total de 252000 m²; esto es 1.17 Kg de HCS / Ha. Esto refleja la considerable productividad de HCS en los bosques de Ixtlán.

Fenología y frecuencia temporal

Sólo *G. confluens* y *G. dryophilus* produjeron basidiomas desde principios de junio hasta finales de octubre (FT = 0.85 y 0.75 respectivamente). Especies con frecuencias temporales altas fueron *S. tomentosus* (FT = 0.75), *L. laccata* var. *pallidifolia* y *Tricholoma flavovirens* (FT = 0.70) (Tabla 2). *Amanita ceciliae*, *R. cyanoxantha*, *H. capnoides*, *L. laccata* var. *pallidifolia*, *Lactarius deterrimus* y *T. flavovirens* estuvieron presentes durante cuatro meses del monitoreo.

Gymnopus confluens, *G. dryophilus*, *A. auricula-judae* e *Hygrophoropsis aurantiaca*, todas saprobias, son las únicas especies que aparecieron desde principios de junio. Esto indica que estas especies saprobias son quienes tienen la capacidad de aprovechar la humedad de la incipiente temporada de lluvias, así como de acumular rápidamente energía suficiente para fructificar desde estas fechas. Existen algunas especies micorrizógenas como *A. ceciliae*, *L. vinaceobrunnea*, *R. cyanoxantha* y *S. tomentosus* con características similares, pero en estas el proceso es ligeramente más lento pues fructifican a partir de la mitad de junio.

Once especies aparecieron desde mediados de junio y el resto lo hizo ya entrada la temporada de lluvias. Algunas especies estuvieron restringidas a los últimos dos meses de la temporada de lluvias (septiembre y octubre), estas fueron *Boletus edulis*, *Clavariadelphus truncatus*,

Clavulina rugosa, *Craterellus cornucopioides*, *Helvella atra*, *Helvella crispa*, *Helvella lacunosa*, *Lycoperdon perlatum*, *R. purpurisima* var. *purpurisima*, *R. mexicana*, *Strobilomyces strobilaceus* y *Tremella concrescens*. Particularmente, *Amanita fulva*, *Pulveroboletus ravenelii*, *Armillaria mellea* y *H. infula* sólo fueron observadas durante octubre (Tabla 2).

Diez especies sólo fueron encontradas durante 2001, estas fueron: *Albatrellus ovinus*, *Amanita jacksonii*, *A. mellea*, *Austroboletus betula*, *B. russellii*, *H. aurantiaca* var. *pallida*, *Pseudohydnum gelatinosum*, *R. purpurisima* var. *purpurisima*, *S. crispa* y *T. caligatum*.

Dieciséis especies sólo aparecieron durante 2002, estas fueron: *Albatrellus ellisii*, *A. basii*, *A. fulva*, *Amanita tecomate*, *B. edulis*, *H. atra*, *H. crispa*, *H. infula*, *H. lacunosa*, *Hygrophorus russula*, *Leccinum chromapes*, *L. perlatum*, *P. ravenelii*, *R. lepida*, *R. mexicana* y *S. strobilaceus* (Tabla 2).

Distribución espacial

El 61.72% de las especies se observó de uno a cuatro SM. Entre éstas, 18 especies estuvieron restringidas a un SM y fueron: *A. mellea* en SM1; *B. russellii* y *R. purpurisima* var. *purpurisima* en SM2; *A. betula*, en SM3; *A. ovinus*, *H. aurantiaca* var. *pallida*, *S. crispa* y *T. caligatum* en SM4; *A. fulva*, *P. ravenelii* y *S. strobilaceus* en SM5; *A. ellisii*, *A. tecomate* y *H. infula* en SM6; *L. perlatum* y *R. lepida* en SM7 y; *H. lacunosa* y *R. mexicana* en SM8.

El 38.27% de las especies se presentó de cinco a ocho sitios. Diez de éstas, *C. cornucopioides*, *G. confluens*, *H. repandum* var. *repandum*, *H. capnoides*, *L. bicolor*, *L. laccata* var. *pallidifolia*, *L. vinaceobrunnea*, *Lactarius chrysorrheus*, *O. onotica* y *R. cyanoxantha* se presentaron en todos los SM (Tabla 1).

Diversidad

Los SM con mayor densidad fueron SM7, SM4 y SM5 con 47, 46 y 46 especies por hectárea respectivamente. Los sitios con menos especies fueron SM8 y SM2 con 36 y 35 especies respectivamente (Tabla 1).

La diversidad entre los sitios monitoreados durante 2001 fue homogénea, siendo SM1 el de mayor diversidad ($H' = 1.005$) y SM2 el de menor diversidad ($H' = 0.759$). Mientras que los sitios de 2002 fueron más heterogéneos, siendo SM5 el de mayor diversidad ($H' = 1.157$) y SM6 el de menor diversidad ($H' = 0.593$).

En general los sitios son diferentes en cuanto a su composición de especies, el promedio de todas sus similitudes fue de 49.18%. Siendo los sitios mas parecidos SM1-SM5, SM1-SM7 y SM5-SM7 con 61.11%, 60.00% y 57.63% de similaridad respectivamente. Los sitios mas distintos entre sí fueron SM6-SM8, SM4-SM8 y SM4-SM5 con similaridades de 40.35%, 38.98% y 37.31% respectivamente (Tabla 4).

Disponibilidad ecológica de los hongos comestibles silvestres

La tabla 5 muestra un resumen de las diferentes variables ecológicas evaluadas para cada una de las especies de HCS así como el cálculo final de su valor de importancia ecológica. Las especies con mayor disponibilidad fueron *L. laccata* var. *pallidifolia*, *G. confluens*, *L. vinaceobrunnea*, *H. purpurascens* y *C. lutescens*. La primera tiene los valores más altos en todas las mediciones salvo en FT; la segunda tiene valores medios en EBR y altos en AR, FT y FE; y la tercera tiene valores medios en EBR y FT y altos en AR y FE. El resto de las diez especies más disponibles fueron *O. onotica*, *S. tomentosus*, *R. cyanoxantha*, *G. dryophilus*, *H. repandum* var. *repandum*, *H. capnoides*, *C. tubaeformis* y *T. flavovirens*. El 76.55% de las especies tuvieron un VI un orden de magnitud por debajo de las más disponibles. El 17.28% tuvo un VI dos ordenes de magnitud por debajo de las más disponibles (Figura 5). Las 10 especies con menor disponibilidad fueron *S. strobilaceus*, *A. betula*, *T. caligatum*, *P. ravenelii*, *B. russellii*, *H. aurantiaca* var. *pallida*, *R. lepida*, *R. mexicana*, *A. fulva* y *H. infula*; en general se trata de especies de las que sólo se contaron uno o dos esporomas, de tamaños variables, presentes en sólo un SM en una única fecha (Tabla 5).

En la figura 5 mostramos todas las relaciones de igualdad entre las cuatro variables ecológicas involucradas en el cálculo de la disponibilidad ecológica de los HCS. Se aprecia que la mayoría de las especies tiene una producción de biomasa mayor en relación a su abundancia (Figura 5A), esto se da básicamente por que la mayoría de las especies son micorrizógenas con basidiomas de medianos a grandes pero poco abundantes. Ya que el aumento del número de esporomas de una especie, necesariamente tiene un impacto positivo sobre su producción de biomasa, ambas variables tuvieron una correlación alta ($r = 0.9097$). La gran mayoría de las especies tienen frecuencias temporales y espaciales mayores a las esperadas dada su abundancia (Figuras 5B y 5C) ya que tienen la capacidad de fructificar por periodos prolongados y distribuirse espacialmente aunque su producción de esporomas sea baja, de

hecho sus correlaciones con la abundancia relativa fueron bajas ($r = 0.4094$ y $r = 31.88$ respectivamente). Patrones similares se observan, aunque la proporción no es tan mayoritaria, entre las frecuencia temporal y espacial contra la producción de biomasa (Figuras 5D y 5E) ($r = 0.4226$ y $r = 0.3395$). La relación entre la frecuencia espacial y la frecuencia temporal de los HCS tiene cierta proporcionalidad, pues las especies que se desarrollan en varios sitios aumentan las probabilidades de fructificar en diferentes momentos ($r = 0.8603$) (Figura F).

CONCLUSIONES

En los bosques de la zona, la abundancia de esporomas está fuertemente dominada por *L. laccata* var. *pallidifolia* y *G. confluens* quienes en conjunto acumularon más del 60.0% del total de esporomas.

La estimación total de producción de biomasa fue de 5.6 Kg de HCS/Ha. Cifra alta en comparación a otras estimaciones en la República Mexicana, lo que refleja la considerable productividad de HCS en los bosques de Ixtlán. Sólo 12 especies produjeron más 1 Kg de biomasa húmeda en dos años.

Sólo especies saprobias fructificaron inmediatamente después de las primeras lluvias, entre ellas, *G. confluens* y *G. dryophilus* tuvieron la capacidad de producir basidiomas desde junio hasta octubre.

La mayor parte, 61.73%, de las especies tuvo una distribución espacial restringida y sólo el 27.16% de las especies tuvo una distribución espacial amplia (7 a 8 sitios).

La distribución espacial de las especies es dispersa, en el sitio con mayor número de especies SM7 se expresó sólo el 58.02% de la diversidad total. En general los sitios son heterogéneos en cuanto a su composición de especies, el promedio de todas sus similitudes fue de 49.18%.

Laccaria laccata var. *pallidifolia*, *G. confluens*, *L. vinaceobrunnea*, *H. purpurascens* y *C. lutescens* fueron las especies con mayor disponibilidad ecológica; mientras que las especies con menor disponibilidad, se encontraron dos órdenes de magnitud por debajo de éstas.

Si bien la diversidad de hongos comestibles silvestres en la propiedad comunal de Ixtlán es alta, la disponibilidad del recurso fúngico es muy heterogénea. Dentro del mismo bosque, en sitios relativamente cercanos la composición de especies es diferente y la abundancia y productividad de las especies pueden ser contrastantes. Por lo tanto, el aprovechamiento de las especies debe tener diferentes estrategias en función de su disponibilidad. Las especies de

mayor disponibilidad pueden ser aprovechadas en todo el bosque de manera aleatoria y con cosechas altas sin poner en riesgo su viabilidad. Sin embargo para el resto de las especies es necesario desarrollar planes de manejo que involucren la ubicación, mapeo y monitoreo de sus poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a los miembros del Comisariado y Consejo de Vigilancia de Ixtlán de Juárez, así como a los trabajadores de la empresa Forestal; especialmente a Víctor Ramírez y Leopoldo Santiago por su amistad y apoyo. Agradecemos también a Jorge García y a sus hermanos quiénes colaboraron en la toma de datos en campo. Esta investigación fue financiada por las becas de posgrado otorgadas al primer autor (CONACYT 149895 y DGEP). Recursos adicionales fueron obtenidos de DGAPA IN-206901 e IN-223704.

LITERATURA CITADA

- Amaranthus, M. y Pilz, D. 1994. Productivity and sustainable harvest of wild mushrooms. En: Pilz, D. y Molina, R. (eds.) *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-371, Portland, Oregon. Pp: 42-61.
- Bandala, V.M., Montoya, L. y Chapela, I.H. 1997. Wild edible Mushrooms in Mexico: A challenge and opportunity for sustainable development. En: Palm M.E. y Chapela I.H. (eds.) *Mycology in sustainable development: Expanding concepts, vanishing borders* Parkway Publishers, Boone, Carolina del Norte. Pp: 77-90.
- Bergemann, S.E. y Miller, S.L. 2002. Size, distribution, and persistence of genets in local populations of the late-stage ectomycorrhizal basidiomycete, *Russula brevipes*. *New Phytologist* 156: 313-320.
- Bonello, P., Bruns, T.D. y Gardes, M. 1998. Genetic structure of a natural population of the ectomycorrhizal fungus *Suillus pungens*. *New Phytologist* 138: 533-542.
- Cinta, F.I., Hernández, G.A.B., Salas, S.I. y Ramos, S.E. 1998. Los hongos comestibles: una alternativa para el desarrollo regional. *Gaceta Ecológica* 48: 27-34.
- Córdova, H.J. 2004. *Producción natural de hongos silvestres comestibles del bosque de Pino-Encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca*. Tesis de Maestría en Ciencias, ENCB, IPN, México, D.F.
- Curtis, J.T. y McIntosh, R.P. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.

- Flores, A. y Manzanero, G. 1999. Los tipos de vegetación del estado de Oaxaca. En: Vásquez-Dávila, M.A. (ed.) *Vegetación y Flora*. Serie Sociedad y Naturaleza en Oaxaca N° 3, ITAO y Carteles editores, Oaxaca. Pp: 7-45.
- Garibay-Orijel R., Cifuentes, J. y Martínez-Ramos, M. 2003. Distribución espacial de *Laccaria laccata* en bosques de pino y encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *VIII Congreso Nacional de Micología*, 15-17 de octubre de 2003. Toluca, Estado de México.
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., y Caballero, J. 2006. People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity* 21: 41-67.
- Iwabuchi, S., Sakai, S. y Yamaguchi, O. 1994. Analysis of mushroom diversity in sucesional young forests and equilibrium evergreen broad-leaved forests. *Mycoscience* 35: 1-14.
- Liegel, L., Pilz, D., Love, T. y Jones, E. 1998. Integrating biological, socioeconomic and managerial methods and results in the MAB mushroom study. *AMBIO Special Report* 9: 26-33.
- Luoma, D., Eberhart, J. y Amaranthus, M. 1994. Community structure and dynamics of ectomycorrhizal fungi in managed forest stands: demonstration of ecosystem management options (DEMO) program. En: Pilz, D. y Molina, R. (eds.) *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-371, Portland, Oregon. Pp: 27-31.
- Mc Alece, N., Lambsshead, P.J.D., Paterson, G.L.J. y Gage, J.D. 1997. *Biodiversity Professional V2.0*. The natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science.
- Mehus, H. 1986. Fruit body production of macrofungi in some north Norwegian forest types. *Norwegian Journal of Botany* 6: 679-701.
- Mendoza-Suárez, M.E. y Martínez-Ojeda, B.N. 1994. Evaluación de la producción de *Russula brevipes-Hypomyces lactifluorum*, en un bosque de pino-encino del municipio de Villa Madero, Michoacán, México. *Universidad Michoacana* 12: 30-37.
- Montoya-Esquivel, A. 2005. *Aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en el volcán La Malinche, Tlaxcala*. Tesis de Doctorado en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- O'Dell, T., Smith, J., Castellano, M. y Luoma, D. 1994. Diversity and Conservation of forest fungi. En: Pilz, D. y Molina R. (Eds.) *Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvests*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-371, Portland, Oregon. Pp: 5-18
- Ohenoja, E. y Metsänheimo, K. 1982. Phenology and fruit body production of macrofungi in subarctic Finnish Lapland. En: Laursen, G. y Ammirati, J. (eds.) *Arctic and Alpine mycology*. University of Washington Press, Seattle. Pp: 371- 389.
- Pielou, E.C. 1984. *The interpretation of Ecological Data*. Wiley, Nueva York.
- Pilz, D., Molina, R y Liegel, L. 1998. Biological productivity of Cantherelle mushrooms in and near the Olympic Peninsula Biosphere Reserve. *AMBIO Special Report* 9: 8-13.
- Pilz, D., Smith, J., Amaranthus, M.P., Alexander, S., Molina, R. y Luoma, D. 1999. Mushrooms and Timber; Managing commercial harvesting in the Oregon Cascades. *Journal of Forestry* 97(3): 4-11.

- Pilz, D., Weber, N.S., Carter, M.C., Parks, C.G. y Molina, R. 2004. Productivity and diversity of morel mushrooms in healthy, burned and insect-damaged forests of northeastern Oregon. *Forest Ecology and Management* 198: 367-386.
- Ruhling, A., Baath, E. y Sörderström, B. 1984. Fungi in metal contaminated soils. *Ambio* 13: 34-36.
- Salo, K. 1993. The composition and structure of macrofungus communities in boreal upland type forests and peatlands in North Karelia, Finland. *Karstenia* 33: 61-99.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Schmit, J., Murphy, J. y Mueller, G. 1999. Macrofungus diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany* 77: 1014-1027.
- Selosse, M.A., Jacquot, D.D., Bouchard, F.M. y Le Tacon, F. 1998. Temporal persistence and spatial distribution of an American inoculant strain of the ectomycorrhizal basidiomycete *Laccaria bicolor* in a French forest plantation. *Molecular Ecology* 7: 561-573.
- Senn-Irlet, B. y Bieri, G. 1999. Sporocarp succession of soil-inhabiting macrofungi in an autochthonous subalpine Norway spruce forest of Switzerland. *Forest Ecology and Management* 124: 169-175.
- Sieger, A. 1987. Oregon cantharelle study. *Mycena News* 3: 23-34.
- Tovar-Velasco, J. y Garibay-Orijel, R. 2000. La globalización y la etnobiología: el caso de los hongos. *Nanacatl* 1: 22-28.
- Valdés, M., Córdova, J., Gómez, M. y Fierros, A.M. 2003. Understory vegetation and ectomycorrhizal sporocarp diversity response to pine regeneration methods in Oaxaca, Mexico. *Western Journal of Applied Forestry* 18: 101-108.
- Villarreal, L. 1994. *Análisis ecológico-silvícola de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz*. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Centro de genética, Montecillo, Estado de México.
- Villarreal, L. (ed.) 1996. *Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados de México*. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México.
- Villarreal, L y Guzmán, G. 1985. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México I. *Revista Mexicana de Micología* 1: 51-90.
- Villarreal, L y Guzmán, G. 1986a. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México II. *Biotica* 11: 271-280.
- Villarreal, L y Guzmán, G. 1986b. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México III. *Revista Mexicana de Micología* 2: 259-277.
- Villarreal, L. y Pérez-Moreno, J. 1989. Los hongos comestibles de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada* 2: 77-114.
- Zamora-Martínez, M. y Nieto de Pascual, P. 1995. Natural production of wild edible mushrooms in the southwestern rural territory of Mexico City, Mexico. *Forest Ecology and Management* 72: 13-20.

Tabla 1. Abundancia y frecuencia espacial de los hongos comestibles. Se presenta la abundancia absoluta por sitio, abundancia total, abundancia relativa y la frecuencia espacial.

Especie	2001				2002				AA _t	AR	N° SM	FE
	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8				
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	340	1104	469	1132	132	1262	621	1028	6088	0.436416	8	1
<i>Gymnopus confluens</i>	352	1158	88	138	207	341	102	126	2512	0.180072	8	1
<i>Laccaria vinaceobrunnea</i>	110	127	81	267	44	71	130	35	865	0.062007	8	1
<i>Cantharellus lutescens</i>	121	296	70	97	2	79	66		731	0.052401	7	0.875
<i>Otidea onotica</i>	7	144	10	23	10	35	126	277	632	0.045305	8	1
<i>Cantharellus tubaeformis</i>	52	41	21	208	1	9	42		374	0.02681	7	0.875
<i>Hypholoma capnoides</i>	12	3	79	34	61	8	93	40	330	0.023656	8	1
<i>Auricularia auricula-judae</i>			30	1			13	240	284	0.020358	4	0.5
<i>Gymnopus dryophilus</i>	31	40	17	21	3		72	54	238	0.017061	7	0.875
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	192				3	2			197	0.014122	3	0.375
<i>Hygrophorus purpurascens</i>	2	101	1	5	28	22	10		169	0.012115	7	0.875
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>repandum</i>	1	19	12	27	16	13	20	5	113	0.0081	8	1
<i>Suillus tomentosus</i>	36	4	22	3	9		9	1	84	0.006022	7	0.875
<i>Clavulina rugosa</i>	5				70	1		1	77	0.00552	4	0.5
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	14	18	2	1	1		15	20	71	0.00509	7	0.875
<i>Rhodocollybia butyracea</i>	20			42			4		66	0.004731	3	0.375
<i>Lactarius vellereus</i>	4	7	11	27	4	7	3		63	0.004516	7	0.875
<i>Lactarius chrysorrheus</i>	3	10	3	3	1	1	33	6	60	0.004301	8	1
<i>Laccaria proxima</i>	1		3	44	3	1	2		54	0.003871	6	0.75
<i>Laccaria bicolor</i>	1	3	7	10	1	14	15	2	53	0.003799	8	1
<i>Armillaria tabescens</i>		1			22	19		2	44	0.003154	4	0.5
<i>Tremellodendron schweinitzii</i>	5	2	1	8		2	18	7	43	0.003082	7	0.875
<i>Tricholoma flavovirens</i>	1	12		8	5	1	8	7	42	0.003011	7	0.875
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2	9	5		5	16	5			40	0.002867	5	0.625
<i>Craterellus cornucopioides</i>	14	7	1	1	8	1	2	3	37	0.002652	8	1
<i>Lactarius deterrimus</i>	2	6	5		10	3	11		37	0.002652	6	0.75
<i>Laccaria amethystina</i>		2	1	10	5	1	13	4	36	0.002581	7	0.875
<i>Russula cyanoxantha</i>	1	4	2	4	8	3	3	9	34	0.002437	8	1
<i>Amanita rubescens</i>	2		2	14	3		3	9	33	0.002366	6	0.75

Especie	2001				2002				AAt	AR	N° SM	FE
	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8				
<i>Laccaria amethysteo-occidentalis</i>		15	6	9		1		1	32	0.002294	5	0.625
<i>Ramaria cf. versatilis</i>	1	14		13		3			31	0.002222	4	0.5
<i>Strobilomyces confusus</i>	1		1		3		22		27	0.001935	4	0.5
<i>Amanita vaginata</i>	2	1	4		10	4	4	1	26	0.001864	7	0.875
<i>Helvella crispa</i>					5		18	2	25	0.001792	3	0.375
<i>Lycoperdon pyriforme</i>				21		1	1	2	25	0.001792	4	0.5
<i>Craterellus fallax</i>	10			3	8	1			22	0.001577	4	0.5
<i>Hydnum repandum var. album</i>	1	9		4			8		22	0.001577	4	0.5
<i>Suillus collinitus</i>	9		6		5		1		21	0.001505	4	0.5
<i>Lactarius indigo</i>	2				7	2	7	2	20	0.001434	5	0.625
<i>Russula laurocerasi</i>	4	2	3				2	8	19	0.001362	5	0.625
<i>Amanita ceciliae</i>	8		2		1	5	1	1	18	0.00129	6	0.75
<i>Chroogomphus jamaicensis</i>	3	4	2		1	2	5	1	18	0.00129	7	0.875
<i>Clavariadelphus truncatus</i>			5		1			10	16	0.001147	3	0.375
<i>Lactarius volemus</i>	9		1		6				16	0.001147	3	0.375
<i>Tremella concrescens</i>	3		2	1			10		16	0.001147	4	0.5
<i>Hydnum repandum var. rufescens</i>		3	2	3	1	4	2		15	0.001075	6	0.75
<i>Lactarius deliciosus</i>			7	5		1		2	15	0.001075	4	0.5
<i>Clavicornia pyxidata</i>	2				10	1	1		14	0.001004	4	0.5
<i>Clitocybe gibba</i>			2		7	4			13	0.000932	3	0.375
<i>Amanita basii</i>					7	2	1	2	12	0.00086	4	0.5
<i>Clavulina cinerea</i>	5			2				5	12	0.00086	3	0.375
<i>Helvella pityophila</i>			3	7	1				11	0.000789	3	0.375
<i>Armillaria mellea</i>	9								9	0.000645	1	0.125
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>			4	4					8	0.000573	2	0.25
<i>Rozites caperatus</i>		4		1		2	1		8	0.000573	4	0.5
<i>Amanita jacksonii</i>			3	4					7	0.000502	2	0.25
<i>Hygrophoropsis aurantiaca var. pallida</i>				6					6	0.00043	1	0.125
<i>Ramaria flava var. aurea</i>			1	4		1			6	0.00043	3	0.375
<i>Agaricus silvaticus</i>		3		1				1	5	0.000358	3	0.375
<i>Amanita aff. calyptrotoides</i>		1		1		2	1		5	0.000358	4	0.5

Especie	2001				2002				AAt	AR	N° SM	FE
	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8				
<i>Leccinum chromapes</i>						1	3		4	0.000287	2	0.25
<i>Lycoperdon perlatum</i>							4		4	0.000287	1	0.125
<i>Amanita tecomate</i>						3			3	0.000215	1	0.125
<i>Austroboletus betula</i>			3						3	0.000215	1	0.125
<i>Helvella atra</i>					1		2		3	0.000215	2	0.25
<i>Hygrophorus russula</i>							2	1	3	0.000215	2	0.25
<i>Strobilomyces strobilaceus</i>					3				3	0.000215	1	0.125
<i>Albatrellus ellisii</i>						2			2	0.000143	1	0.125
<i>Albatrellus ovinus</i>				2					2	0.000143	1	0.125
<i>Boletus edulis</i>					1		1		2	0.000143	2	0.25
<i>Favolus tenuiculus</i>				1		1			2	0.000143	2	0.25
<i>Helvella lacunosa</i>								2	2	0.000143	1	0.125
<i>Pulveroboletus ravenelii</i>					2				2	0.000143	1	0.125
<i>Amanita fulva</i>					1				1	7.17E-05	1	0.125
<i>Boletellus russellii</i>		1							1	7.17E-05	1	0.125
<i>Helvella infula</i>						1			1	7.17E-05	1	0.125
<i>Ramaria purpurisima</i> var. <i>purpurisima</i>		1							1	7.17E-05	1	0.125
<i>Russula lepida</i>							1		1	7.17E-05	1	0.125
<i>Russula mexicana</i>								1	1	7.17E-05	1	0.125
<i>Sparassis crispa</i>				1					1	7.17E-05	1	0.125
<i>Tricholoma caligatum</i>				1					1	7.17E-05	1	0.125
AASM	1407	3172	995	2227	754	1945	1532	1918	13950			
Densidad (N° especies/hectárea)	41	35	41	46	46	44	47	36	81			
Diversidad H' log10	1.005	0.759	0.927	0.858	1.157	0.593	1.045	0.721				

SM: Sitio de monitoreo. AAt: Abundancia absoluta total. AR: Abundancia relativa. N° S: Número de sitios. FE: Frecuencia espacial.

Tabla 2. Producción de esporomas de hongos comestibles en las 20 fechas monitoreadas. Se presentan la fenología reproductiva de las especies y su frecuencia temporal.

Especie / Fecha	2001										2002										N°T	FT	
	Jn1	Jn2	J11	J12	A1	A2	S1	S2	O1	O2	Jn1	Jn2	J11	J12	A1	A2	S1	S2	O1	O2			
<i>Gymnopus confluens</i>	22	12	34	52	52	172	49	547	424	372		7	24	117		15	130	177	306		17	0.85	
<i>Gymnopus dryophilus</i>	23	5	3		8	3	4	26	32	5	11	89	20	1			6		2		15	0.75	
<i>Suillus tomentosus</i>		39	4		6	3	2	2	6	3			6	3	2		1	3	3	1	15	0.75	
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>			1	9	173	337	203	1234	766	322					3	16	30	226	8	723	3	14	0.7
<i>Tricholoma flavovirens</i>			1	3	3	1	5	1	6	1				1	1	2	3	10	4		14	0.7	
<i>Laccaria vinaceobrunnea</i>		2	1		17	60	142	257	103	3				1			12	127	136	4	13	0.65	
<i>Amanita vaginata</i>				1	2	2	1	1						5	2	2	4	2	3	1	12	0.6	
<i>Hygrophorus purpurascens</i>				19	17	53	3	12	2	3				6	6	27	12	9			12	0.6	
<i>Hypholoma capnoides</i>			42	11	13	13	5	9	21	14			84	9			61	48			12	0.6	
<i>Amanita ceciliae</i>		1	1	2	1	1		3	1					1	1	2	4				11	0.55	
<i>Amanita rubescens</i>				5	2	3		4	2	2				8	1	2		3	1		11	0.55	
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>repandum</i>				8		5	19	14	11	2					1	18	25	9	1		11	0.55	
<i>Russula cyanoxantha</i>		1	4	1	4					1				4	12	2	1		3	1	11	0.55	
<i>Cantharellus lutescens</i>				2	37	47	54	156	146	142							24	78	45		10	0.5	
<i>Lactarius chrysorrheus</i>			4	2	4			1	7	1			22	5				11	3		10	0.5	
<i>Lactarius deterrimus</i>					2	2	1	1	6	1			2	16	1			5			10	0.5	
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2			2				5	6	1	5							6	2	11	2	9	0.45	
<i>Chroogomphus jamaicensis</i>		1	1			4		3				1			1	5	1				9	0.45	
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>				30	1	35		53	54	19						3	2				8	0.4	
<i>Cantharellus tubaeformis</i>						8	181	130	1	2							30	6	16		8	0.4	
<i>Laccaria bicolor</i>					1	1	17	1		1							6	15	11		8	0.4	
<i>Lactarius volemus</i>				1		2	2	3	2						1	4	1				8	0.4	
<i>Otidea onotica</i>				7		51	60	63	3								45	343	60		8	0.4	
<i>Tremellodendron schweinitzii</i>					1		3	6		6				1				10	13	3	8	0.4	
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	4	24	1	6								27	8				1				7	0.35	
<i>Laccaria proxima</i>					12	12	14	9	1								5	1			7	0.35	

Especie / Fecha	2001										2002										N°T	FT
	Jn1	Jn2	Jl1	Jl2	A1	A2	S1	S2	O1	O2	Jn1	Jn2	Jl1	Jl2	A1	A2	S1	S2	O1	O2		
<i>Lactarius vellereus</i>			1		2	33	6		1	6									14		7	0.35
<i>Lycoperdon pyriforme</i>				1	7	4		9						1				2		1	7	0.35
<i>Craterellus cornucopioides</i>								10	10	3							4	2	8		6	0.3
<i>Craterellus fallax</i>					1	1	7			4								5	4		6	0.3
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>album</i>						2		4	7	1							1	7			6	0.3
<i>Laccaria amethystina</i>						11		1	1								1	21	1		6	0.3
<i>Lactarius deliciosus</i>			5	5					1	1									1	2	6	0.3
<i>Ramaria</i> cf. <i>versatilis</i>				5	3	14	4			2									3		6	0.3
<i>Russula laurocerasi</i>			5	3				1						1	8	1					6	0.3
<i>Strobilomyces confusus</i>						1			1							14		8	2	1	6	0.3
<i>Auricularia auricula-judae</i>				14	1					16	202	51									5	0.25
<i>Helvella pityophila</i>						4	2	3		1									1		5	0.25
<i>Laccaria amethysteo-occidentalis</i>						8	11	10	1									2			5	0.25
<i>Lactarius indigo</i>				2								1	7	8				2			5	0.25
<i>Ramaria flava</i> var. <i>aurea</i>				2		1			1	1								1			5	0.25
<i>Rhodocollybia butyracea</i>		27		2	4	29										4					5	0.25
<i>Suillus collinitus</i>		12			2			1				4	2								5	0.25
<i>Amanita</i> aff. <i>calypratoides</i>						1		1										2		1	4	0.2
<i>Clavicornia pyxidata</i>						2							10	1			1				4	0.2
<i>Clavulina cinerea</i>						2		5						4					1		4	0.2
<i>Amanita basii</i>														10	1	1					3	0.15
<i>Amanita jacksonii</i>				1				3	3												3	0.15
<i>Armillaria tabescens</i>							1						2						41		3	0.15
<i>Clavariadelphus truncatus</i>									5								10		1		3	0.15
<i>Clavulina rugosa</i>								5									70	2			3	0.15
<i>Helvella crispa</i>																	13	10	2		3	0.15
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>rufescens</i>					3					5									7		3	0.15
<i>Rozites caperatus</i>								5							2			1			3	0.15
<i>Tremella concrescens</i>							1	5											10		3	0.15

Especie / Fecha	2001										2002										N°T	FT
	Jn1	Jn2	Jl1	Jl2	A1	A2	S1	S2	O1	O2	Jn1	Jn2	Jl1	Jl2	A1	A2	S1	S2	O1	O2		
<i>Agaricus silvaticus</i>				4									1								2	0.1
<i>Albatrellus ellisii</i>															1				1		2	0.1
<i>Albatrellus ovinus</i>						1		1													2	0.1
<i>Boletus edulis</i>																	1	1			2	0.1
<i>Clitocybe gibba</i>				2														11			2	0.1
<i>Favolus tenuiculus</i>										1				1							2	0.1
<i>Helvella atra</i>																		1	2		2	0.1
<i>Helvella lacunosa</i>																		1	1		2	0.1
<i>Leccinum chromapes</i>													3						1		2	0.1
<i>Lycoperdon perlatum</i>																		2	2		2	0.1
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>					4			4													2	0.1
<i>Amanita fulva</i>																			1		1	0.05
<i>Amanita tecomate</i>														3							1	0.05
<i>Armillaria mellea</i>										9											1	0.05
<i>Austroboletus betula</i>		3																			1	0.05
<i>Boletellus russellii</i>		1																			1	0.05
<i>Helvella infula</i>																				1	1	0.05
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> var. <i>pallida</i>		6																			1	0.05
<i>Hygrophorus russula</i>																	3				1	0.05
<i>Pulveroboletus ravenelii</i>																			2		1	0.05
<i>Ramaria purpurisima</i> var. <i>purpurisima</i>							1														1	0.05
<i>Russula lepida</i>														1							1	0.05
<i>Russula mexicana</i>																	1				1	0.05
<i>Sparassis crispa</i>				1																	1	0.05
<i>Strobilomyces strobilaceus</i>																		3			1	0.05
<i>Tricholoma caligatum</i>				1																	1	0.05
Total	49	134	110	202	383	929	803	2610	1642	939	213	180	190	198	45	70	498	3264	1453	38		

En Fecha: Jn: junio; Jl: julio; A: agosto; S: septiembre; O: octubre; 1: primer mitad del mes; 2: segunda mitad del mes. N°T: número de fechas en las que se encontró la especie. FT: Frecuencia temporal.

Tabla 3. Estimación de la producción de biomasa

Especie	Ph X	Ph DE	EB 2001	EB 2002	EBt	EBR
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	2.90	2.32	8830.50	8824.70	17655.20	0.299201
<i>Hygrophorus purpurascens</i>	26.02	21.49	2836.12	1561.17	4397.29	0.074521
<i>Russula cyanoxantha</i>	67.38	59.71	741.22	1549.82	2291.03	0.038826
<i>Gymnopus confluens</i>	0.89	0.16	1545.04	690.64	2235.68	0.037888
<i>Laccaria vinaceobrunnea</i>	2.13	1.56	1245.21	596.00	1841.21	0.031203
<i>Suillus tomentosus</i>	21.86	12.85	1420.90	415.34	1836.24	0.031119
<i>Cantharellus lutescens</i>	2.47	1.61	1442.23	363.03	1805.25	0.030593
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>repandum</i>	15.26	11.04	900.30	824.01	1724.31	0.029222
<i>Amanita basii</i>	139.88	66.34	0.00	1678.53	1678.53	0.028446
<i>Lactarius indigo</i>	77.20	27.56	154.40	1389.60	1544.00	0.026166
<i>Amanita rubescens</i>	42.75	21.87	769.57	641.31	1410.88	0.02391
<i>Lactarius vellereus</i>	21.20	8.09	1038.80	296.80	1335.60	0.022634
<i>Gymnopus dryophilus</i>	3.93	1.59	428.21	506.79	935.00	0.015845
<i>Albatrellus ellisii</i>	462.30	159.23	0.00	924.60	924.60	0.015669
<i>Tricholoma flavovirens</i>	21.80	11.90	457.80	457.80	915.60	0.001576
<i>Lactarius volemus</i>	55.50	53.03	555.00	333.00	888.00	0.015049
<i>Armillaria tabescens</i>	20.00	15.56	20.00	860.00	880.00	0.014913
<i>Ramaria</i> cf. <i>versatilis</i>	26.49	16.61	741.67	79.46	821.14	0.013916
<i>Strobilomyces confusus</i>	30.40	40.94	60.80	760.00	820.80	0.01391
<i>Lactarius deterrimus</i>	19.80	7.08	257.40	475.20	732.60	0.012415
<i>Tremellodendron schweinitzii</i>	16.30	5.64	260.80	440.10	700.90	0.000896
<i>Cantharellus tubaeformis</i>	1.81	1.21	583.93	94.30	678.22	0.011494
<i>Auricularia auricula-judae</i>	2.10	0.95	65.10	531.30	596.40	0.010107
<i>Suillus collinitus</i>	25.43	2.46	381.38	152.55	533.93	0.009048
<i>Hypholoma capnoides</i>	1.60	1.3	204.80	323.20	528.00	0.008948
<i>Otidea onotica</i>	0.82	0.23	150.88	367.36	518.24	0.008783
<i>Sparassis crispa</i>	482.10	0	482.10	0.00	482.10	0.00817
<i>Lactarius chrysorrheus</i>	7.92	2.14	150.52	324.80	475.32	0.008055
<i>Amanita ceciliae</i>	25.73	7.55	257.33	205.87	463.20	0.00785
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2	10.43	2.87	198.17	219.03	417.20	0.00707
<i>Russula laurocerasi</i>	21.80	15.87	196.20	218.00	414.20	0.007019
<i>Amanita jacksonii</i>	58.02	18.23	406.14	0.00	406.14	0.006883
<i>Amanita vaginata</i>	14.08	8.87	98.53	267.43	365.95	0.006202
<i>Leccinum chromapes</i>	86.20	25.63	0.00	344.80	344.80	0.005843
<i>Ramaria purpurisima</i> var. <i>purpurisima</i>	342.30	0	342.30	0.00	342.30	0.005801
<i>Lactarius deliciosus</i>	22.38	5.94	268.56	67.14	335.70	0.005689
<i>Laccaria proxima</i>	6.00	2.90	288.00	36.00	324.00	0.005491
<i>Amanita tecomate</i>	95.30	36.56	0.00	285.90	285.90	0.004845
<i>Boletus edulis</i>	142.60	42.56	0.00	285.20	285.20	0.004833
<i>Rhodocollybia butyracea</i>	4.22	2.26	261.67	16.88	278.55	0.004721
<i>Armillaria mellea</i>	29.60	6.35	266.40	0.00	266.40	0.004515
<i>Ramaria flava</i> var. <i>aurea</i>	42.38	25.88	211.88	42.38	254.25	0.004309
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>album</i>	11.48	1.30	160.75	91.86	252.60	0.004281
<i>Helvella crispa</i>	8.98	5.74	0.00	224.38	224.38	0.003803
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	8.60	5.12	180.60	34.40	215.00	0.003644
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>rufescens</i>	13.10	2.55	104.80	91.70	196.50	0.00333

Especie	Ph X	Ph DE	EB 2001	EB 2002	EBt	EBR
<i>Rozites caperatus</i>	19.30	6.32	96.50	57.90	154.40	0.002617
<i>Laccaria amethysteo-occidentalis</i>	4.67	2.89	140.00	9.33	149.33	0.002531
<i>Clavicornona pyxidata</i>	9.80	3.67	19.60	117.60	137.20	0.002325
<i>Helvella pityophila</i>	12.05	10.09	120.50	12.05	132.55	0.002246
<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	38.10	10.59	0.00	114.30	114.30	0.001937
<i>Chroogomphus jamaicensis</i>	6.07	1.59	54.60	54.60	109.20	0.001851
<i>Laccaria amethystina</i>	2.83	1.84	36.79	65.09	101.88	0.001727
<i>Laccaria bicolor</i>	1.92	0.70	40.32	61.44	101.76	0.001725
<i>Austroboletus betula</i>	33.40	6.25	100.20	0.00	100.20	0.001698
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	6.22	2.99	31.10	68.42	99.52	0.001687
<i>Agaricus silvaticus</i>	18.60	4.62	74.40	18.60	93.00	0.001576
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	1.24	1.19	43.57	44.81	88.38	0.001498
<i>Hygrophorus russula</i>	29.00	31.11	0.00	87.00	87.00	0.001474
<i>Amanita aff. calyptrotoides</i>	13.60	5.69	27.20	40.80	68.00	0.001152
<i>Clitocybe gibba</i>	4.90	1.00	9.80	53.90	63.70	0.00108
<i>Tremella concrescens</i>	3.80	2.36	22.80	38.00	60.80	0.011878
<i>Tricholoma caligatum</i>	52.90	0	52.90	0.00	52.90	0.015517
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	0.26	0.08	49.92	1.30	51.22	0.000868
<i>Clavulina cinerea</i>	4.20	1.24	29.40	21.00	50.40	0.000854
<i>Craterellus cornucopioides</i>	1.23	0.56	28.29	17.22	45.51	0.000771
<i>Pulveroboletus ravenelii</i>	21.30	11.23	0.00	42.60	42.60	0.000722
<i>Lycoperdon perlatum</i>	9.30	4.23	0.00	37.20	37.20	0.00063
<i>Craterellus fallax</i>	1.57	0.32	20.43	14.14	34.57	0.000586
<i>Clavulina rugosa</i>	0.38	0.11	1.90	27.36	29.26	0.000496
<i>Boletellus russellii</i>	26.50	0	26.50	0.00	26.50	0.000449
<i>Helvella lacunosa</i>	11.20	6.5	0.00	22.40	22.40	0.00038
<i>Russula lepida</i>	18.30	3.65	0.00	18.30	18.30	0.00031
<i>Russula mexicana</i>	17.90	4.56	0.00	17.90	17.90	0.000303
<i>Amanita fulva</i>	17.30	0	0.00	17.30	17.30	0.000293
<i>Helvella infula</i>	15.30	0	0.00	15.30	15.30	0.000259
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>	1.00	0.24	8.00	0.00	8.00	0.000136
<i>Albatrellus ovinus</i>	3.21	2.3	6.42	0.00	6.42	0.000109
<i>Helvella atra</i>	2.00	1.64	0.00	6.00	6.00	0.000102
<i>Favolus tenuiculus</i>	1.80	0.46	1.80	1.80	3.60	6.1E-05
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> var. <i>pallida</i>	0.47	0.21	2.82	0.00	2.82	4.78E-05
Total			30011.75	28996.02	59007.77	

Ph X: Peso húmedo promedio; Ph DE: Desviación estándar del peso húmedo; EB: Estimación de la producción de biomasa; EBt: Estimación de la producción de biomasa total; EBR: Estimación de la producción de biomasa relativa. Todos los pesos están en gramos.

Tabla 4. Matriz de similaridad de Jaccard entre sitios de monitoreo

	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
SM1	*	52	55.556	48.333	61.111	49.123	60	42.593
SM2	*	*	50	50.909	44.643	51.923	51.852	44.898
SM3	*	*	*	54.237	53.448	45	55.172	43.636
SM4	*	*	*	*	36.232	46.032	48.437	37.704
SM5	*	*	*	*	*	52.542	57.627	43.860
SM6	*	*	*	*	*	*	49.180	40.351
SM7	*	*	*	*	*	*	*	48.214
SM8	*	*	*	*	*	*	*	*

SM: Sitio de monitoreo

Tabla 5. Disponibilidad ecológica de las especies de hongos comestibles

Taxa	AR	EBR	FTR	FER	VI
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	0.436416	0.299201	0.031042	0.02381	0.790469
<i>Gymnopus confluens</i>	0.180072	0.037888	0.037694	0.02381	0.279463
<i>Laccaria vinaceobrunnea</i>	0.062007	0.031203	0.028825	0.02381	0.145844
<i>Hygrophorus purpurascens</i>	0.012115	0.074521	0.026608	0.020833	0.134076
<i>Cantharellus lutescens</i>	0.052401	0.030593	0.022173	0.020833	0.126001
<i>Otidea onotica</i>	0.045305	0.008783	0.017738	0.02381	0.095635
<i>Suillus tomentosus</i>	0.006022	0.031119	0.033259	0.020833	0.091233
<i>Russula cyanoxantha</i>	0.002437	0.038826	0.02439	0.02381	0.089463
<i>Gymnopus dryophilus</i>	0.017061	0.015845	0.033259	0.020833	0.086999
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>repandum</i>	0.0081	0.029222	0.02439	0.02381	0.085522
<i>Hypholoma capnoides</i>	0.023656	0.008948	0.026608	0.02381	0.083021
<i>Cantharellus tubaeformis</i>	0.02681	0.011494	0.017738	0.020833	0.076875
<i>Tricholoma flavovirens</i>	0.003011	0.015517	0.031042	0.020833	0.070403
<i>Amanita rubescens</i>	0.002366	0.02391	0.02439	0.017857	0.068523
<i>Lactarius vellereus</i>	0.004516	0.022634	0.015521	0.020833	0.063505
<i>Lactarius chrysorrhoeus</i>	0.004301	0.008055	0.022173	0.02381	0.058339
<i>Amanita vaginata</i>	0.001864	0.006202	0.026608	0.020833	0.055506
<i>Lactarius deterrimus</i>	0.002652	0.012415	0.022173	0.017857	0.055098
<i>Lactarius indigo</i>	0.001434	0.026166	0.011086	0.014881	0.053567
<i>Tremellodendron schweinitzii</i>	0.003082	0.011878	0.017738	0.020833	0.053532
<i>Auricularia auricula-judae</i>	0.020358	0.010107	0.011086	0.011905	0.053457
<i>Amanita ceciliae</i>	0.00129	0.00785	0.02439	0.017857	0.051388
<i>Amanita basii</i>	0.00086	0.028446	0.006652	0.011905	0.047863
<i>Laccaria bicolor</i>	0.003799	0.001725	0.017738	0.02381	0.047072
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2	0.002867	0.00707	0.019956	0.014881	0.044774
<i>Chroogomphus jamaicensis</i>	0.00129	0.001851	0.019956	0.020833	0.04393
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	0.00509	0.001498	0.015521	0.020833	0.042942
<i>Lactarius volemus</i>	0.001147	0.015049	0.017738	0.008929	0.042863
<i>Laccaria proxima</i>	0.003871	0.005491	0.015521	0.017857	0.04274
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	0.014122	0.000868	0.017738	0.008929	0.041657
<i>Ramaria</i> cf. <i>versatilis</i>	0.002222	0.013916	0.013304	0.011905	0.041347
<i>Strobilomyces confusus</i>	0.001935	0.01391	0.013304	0.011905	0.041054
<i>Craterellus cornucopioides</i>	0.002652	0.000771	0.013304	0.02381	0.040537
<i>Laccaria amethystina</i>	0.002581	0.001727	0.013304	0.020833	0.038444

Taxa	AR	EBR	FTR	FER	VI
<i>Armillaria tabescens</i>	0.003154	0.014913	0.006652	0.011905	0.036624
<i>Russula laurocerasi</i>	0.001362	0.007019	0.013304	0.014881	0.036566
<i>Suillus collinitus</i>	0.001505	0.009048	0.011086	0.011905	0.033545
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	0.001792	0.003644	0.015521	0.011905	0.032862
<i>Lactarius deliciosus</i>	0.001075	0.005689	0.013304	0.011905	0.031973
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>album</i>	0.001577	0.004281	0.013304	0.011905	0.031066
<i>Laccaria amethysteo-occidentalis</i>	0.002294	0.002531	0.011086	0.014881	0.030792
<i>Rhodocollybia butyracea</i>	0.004731	0.004721	0.011086	0.008929	0.029467
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>rufescens</i>	0.001075	0.00333	0.006652	0.017857	0.028914
<i>Craterellus fallax</i>	0.001577	0.000586	0.013304	0.011905	0.027371
<i>Ramaria flava</i> var. <i>aurea</i>	0.00043	0.004309	0.011086	0.008929	0.024754
<i>Clavulina rugosa</i>	0.00552	0.000496	0.006652	0.011905	0.024572
<i>Clavicornia pyxidata</i>	0.001004	0.002325	0.008869	0.011905	0.024103
<i>Albatrellus ellisii</i>	0.000143	0.015669	0.004435	0.002976	0.023223
<i>Helvella pityophila</i>	0.000789	0.002246	0.011086	0.008929	0.02305
<i>Amanita</i> aff. <i>calyptratoides</i>	0.000358	0.001152	0.008869	0.011905	0.022285
<i>Rozites caperatus</i>	0.000573	0.002617	0.006652	0.011905	0.021747
<i>Helvella crispa</i>	0.001792	0.003803	0.006652	0.008929	0.021175
<i>Tremella concrescens</i>	0.001147	0.00103	0.006652	0.011905	0.020734
<i>Amanita jacksonii</i>	0.000502	0.006883	0.006652	0.005952	0.019989
<i>Clavulina cinerea</i>	0.00086	0.000854	0.008869	0.008929	0.019512
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	0.001147	0.001687	0.006652	0.008929	0.018414
<i>Leccinum chromapes</i>	0.000287	0.005843	0.004435	0.005952	0.016517
<i>Clitocybe gibba</i>	0.000932	0.00108	0.004435	0.008929	0.015375
<i>Boletus edulis</i>	0.000143	0.004833	0.004435	0.005952	0.015364
<i>Agaricus silvaticus</i>	0.000358	0.001576	0.004435	0.008929	0.015298
<i>Sparassis crispa</i>	7.17E-05	0.00817	0.002217	0.002976	0.013435
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>	0.000573	0.000136	0.004435	0.005952	0.011096
<i>Ramaria purpurisima</i> var. <i>purpurisima</i>	7.17E-05	0.005801	0.002217	0.002976	0.011066
<i>Helvella atra</i>	0.000215	0.000102	0.004435	0.005952	0.010704
<i>Favolus tenuiculus</i>	0.000143	6.1E-05	0.004435	0.005952	0.010591
<i>Armillaria mellea</i>	0.000645	0.004515	0.002217	0.002976	0.010353
<i>Amanita tecomate</i>	0.000215	0.004845	0.002217	0.002976	0.010254
<i>Hygrophorus russula</i>	0.000215	0.001474	0.002217	0.005952	0.009859
<i>Lycoperdon perlatum</i>	0.000287	0.00063	0.004435	0.002976	0.008328
<i>Helvella lacunosa</i>	0.000143	0.00038	0.004435	0.002976	0.007934
<i>Albatrellus ovinus</i>	0.000143	0.000109	0.004435	0.002976	0.007663
<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	0.000215	0.001937	0.002217	0.002976	0.007346
<i>Austroboletus betula</i>	0.000215	0.001698	0.002217	0.002976	0.007107
<i>Tricholoma caligatum</i>	7.17E-05	0.000896	0.002217	0.002976	0.006162
<i>Pulveroboletus ravenelii</i>	0.000143	0.000722	0.002217	0.002976	0.006059
<i>Boletellus russellii</i>	7.17E-05	0.000449	0.002217	0.002976	0.005714
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> var. <i>pallida</i>	0.00043	4.78E-05	0.002217	0.002976	0.005671
<i>Russula lepida</i>	7.17E-05	0.00031	0.002217	0.002976	0.005575
<i>Russula mexicana</i>	7.17E-05	0.000303	0.002217	0.002976	0.005569
<i>Amanita fulva</i>	7.17E-05	0.000293	0.002217	0.002976	0.005558
<i>Helvella infula</i>	7.17E-05	0.000259	0.002217	0.002976	0.005524

AR: Abundancia relativa. EBR: Estimación de biomasa húmeda relativa. FTR: Frecuencia temporal relativa. FER: Frecuencia espacial relativa. VI: Valor de importancia ecológica.

Figura 1. Zona de estudio



Figura 2. Método para la selección de los sitios de monitoreo

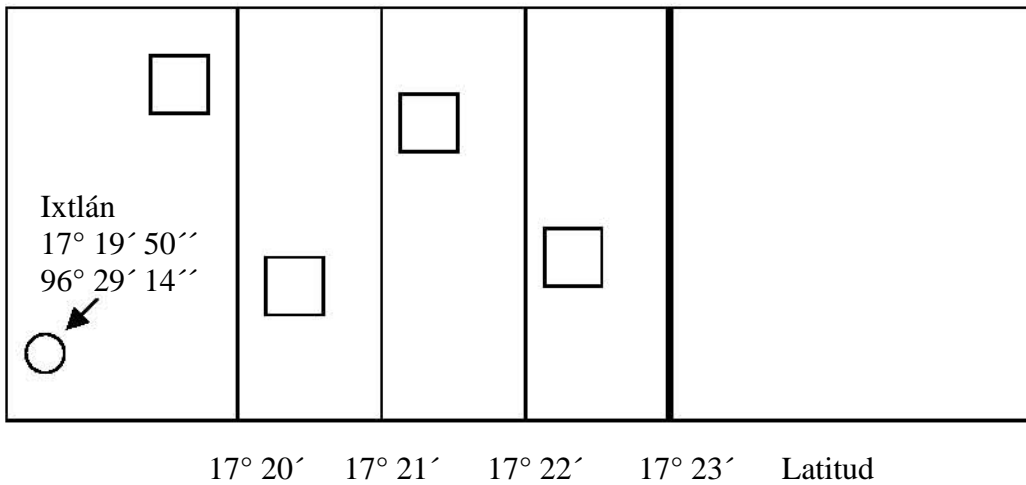


Figura 3. Ubicación geográfica de los sitios de monitoreo

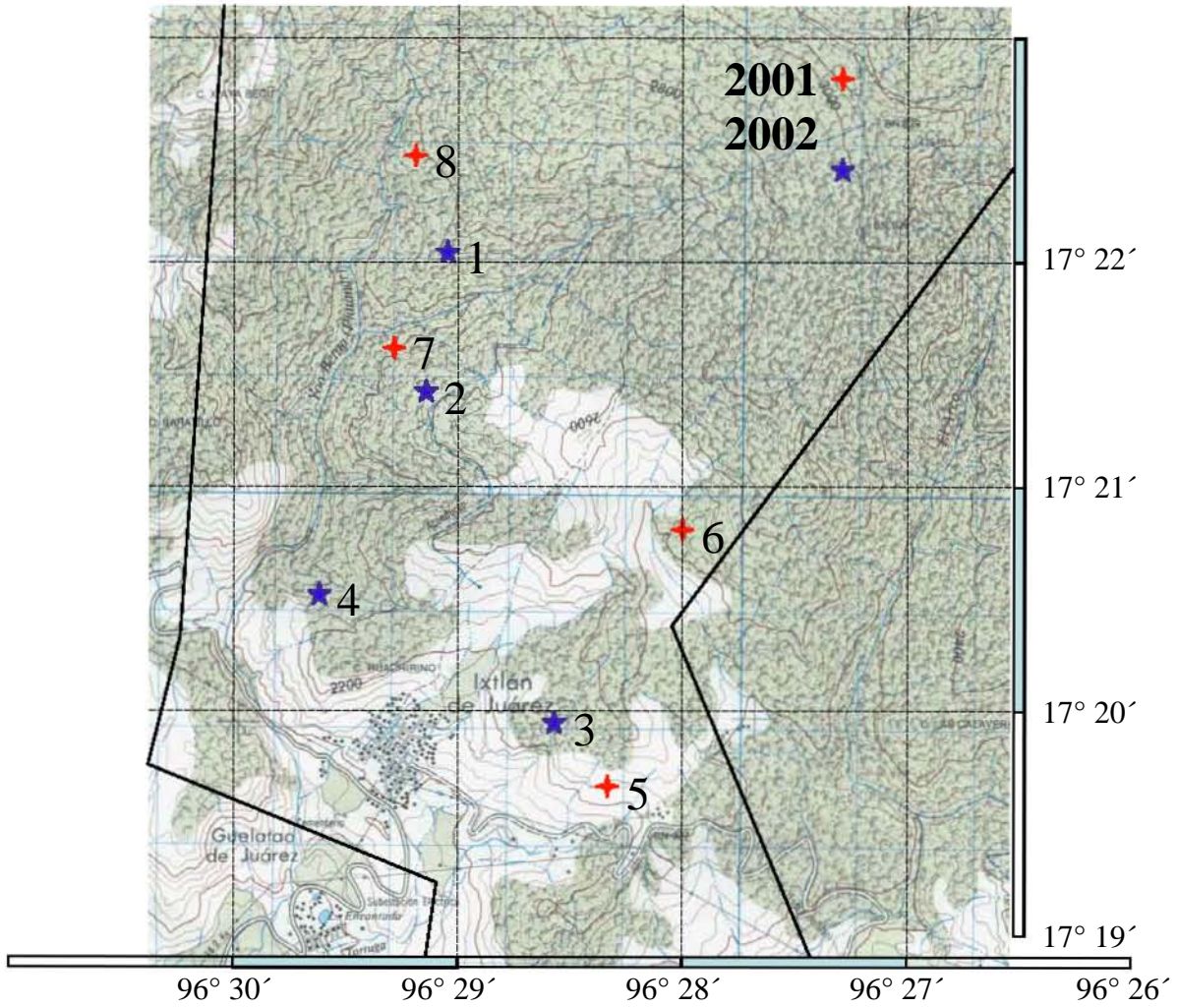


Figura 4. Diseño del monitoreo

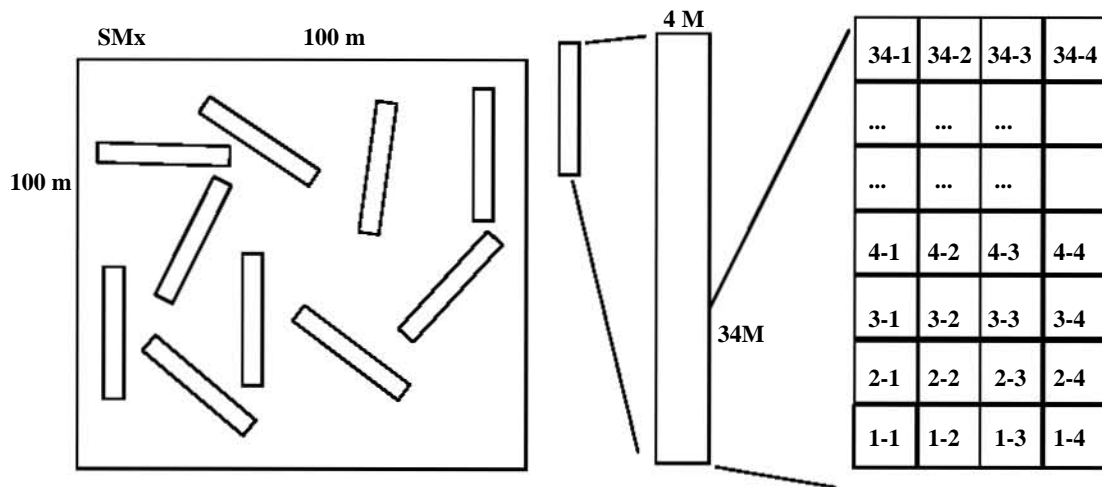


Figura 5. Distribución de la disponibilidad ecológica de las especies de hongos comestibles

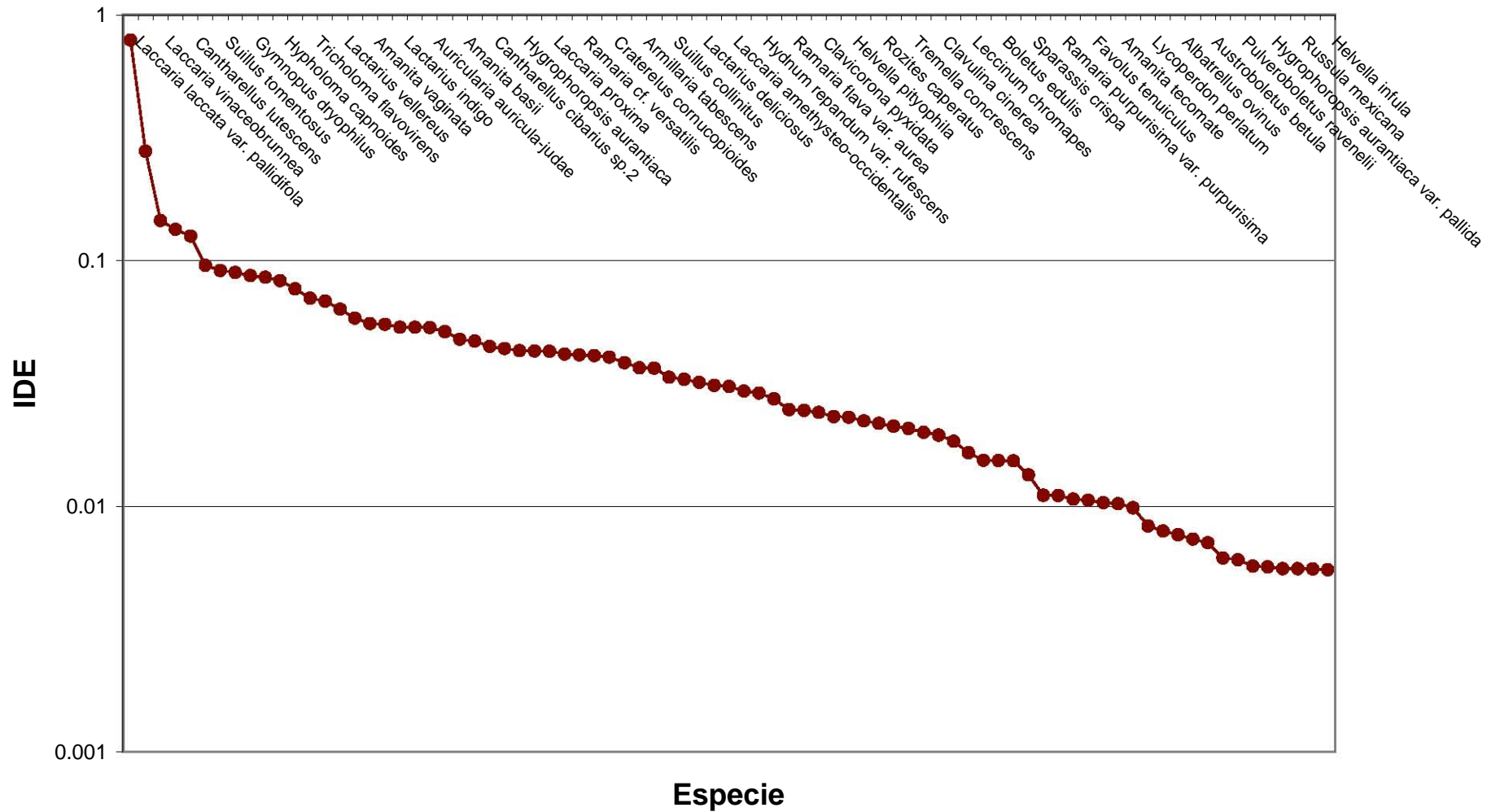
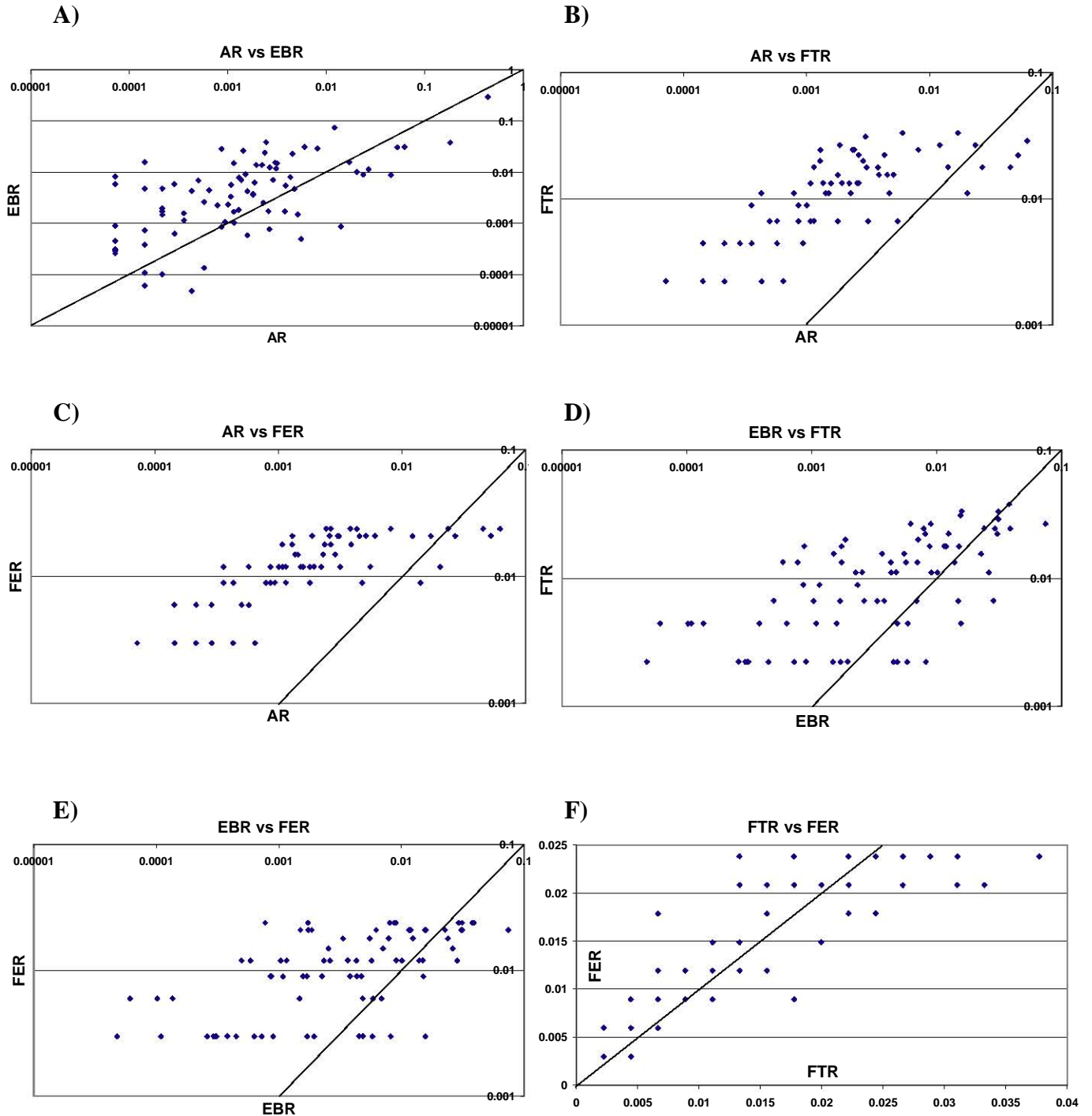


Figura 6. Relaciones de igualdad de las variables ecológicas. A) Abundancia relativa contra estimación de biomasa relativa, B) Abundancia relativa contra frecuencia temporal relativa, C) Abundancia relativa contra frecuencia espacial relativa, D) Estimación de biomasa relativa contra frecuencia temporal relativa, E) Estimación de biomasa relativa contra frecuencia espacial relativa y F) Frecuencia temporal relativa contra frecuencia espacial relativa. Las líneas diagonales representan la relación de igualdad.



People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico

Roberto Garibay-Orijel^{1*}, J. Cifuentes², A. Estrada-Torres³ and J. Caballero⁴

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 113-100, Rumania N° 700 Col. Portales, C.P. 03301, México, D.F.

²Sección de Micología, Herbario FCME, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-181, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, México D.F.

³Laboratorio de Sistemática, Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apdo. Postal 183, C.P. 90000, Tlaxcala, México.

⁴Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-614, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, México D.F.

Authors are members of the Interdisciplinary Group for Ethnomycology Development in Mexico (GIDEM).

Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., and Caballero, J. (2006). People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity* 21: 41-67.

Traditional mycological knowledge of most Mexican ethnic groups has proven to be extensive and profound, consuming nearly 300 species of wild mushrooms. In this paper, we identified the mushrooms used by Zapotecs of Ixtlan, Oaxaca, compiled their traditional knowledge and analyzed their relation to macro-fungal diversity and usage. We collected mushrooms and conducted ethnomycological research between 2000 and 2003. We used participant observation and applied 50 interviews and 47 questionnaires to a randomly selected sample pool of local informants. Forty-three mushroom taxa had local anthropocentric interest and corresponded to 26 folk species. Thirty-seven taxa were wild edibles, three were cultivated edibles, two toxic and one had recreational use. Wild edible taxa represented 38.54% of useful species recorded in the zone. Taxa belonged to 19 families, with *Pluteaceae* being the most represented with six species, followed by *Hydnaceae* and *Hydnangiaceae* with five. From the 20 genera represented, *Amanita* had six species and *Hydnum* and *Laccaria* had five. Informants knew aspects of fungal nature and life-cycle, substrates, habitats and ecological relations of mushrooms with plants. Edible fungi were the most used non-timber forest resource, with 65.96% of informants reported to collect them. On average, interviewees consumed mushrooms 3.04 days a month. Everyone had access to mushrooms independently of age, sex or occupation. The mechanisms involved in the mushroom appropriation process were gathering, purchasing and reciprocal gifts. The mushroom exploitation was composed of different gathering strategies: casual or intentional and randomly or directed. We also found inside-forest promotion of *Tricholoma magnivelare* development, and outside-forest semi-culture of *Neolentinus lepideus*. These people use macro-fungal diversity, mainly for food, in an integrated subsistence system that joins modern and traditional practices.

*Corresponding author: R. Garibay-Orijel; e-mail: rogaor@yahoo.com

Key words: edible fungi, ethnomycology, Sierra Norte de Oaxaca, traditional mycological knowledge, Zapotecs

Introduction

Mexico is ranked fourth in biodiversity worldwide, and is considered a mega-diversity country (Mittermeier, 1988). Some plant and animal groups are known to be exceptionally rich such as *Asteraceae*, *Cactaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Orchidaceae* and *Rubiaceae* (Rzedowski, 1998) and Amphibia, Lepidoptera, Mammalia and Reptilia (Challenger, 1998). However, knowledge concerning Mexican fungal diversity is scarce, like most tropical countries, where only 3.5% of the 200,000 estimated species have been identified (Guzmán, 1998; Bandala *et al.*, 2005; Desjardin *et al.*, 2005; Palfner, 2005). By these estimates, approximately 2,400 species of ascomycetes and 2,200 of basidiomycetes have been reported in Mexico, from which local people traditionally consume around 300 taxa.

The study of traditional mycological knowledge (TMK) in areas with little taxonomical information commonly results in the description of new species, new edibility records or new records for the region (e.g. Devi *et al.*, 1980; Turner *et al.*, 1987; Härkönen *et al.*, 1993a; Moreno-Fuentes *et al.*, 1996; Das *et al.*, 2004).

Wild mushrooms are a valuable non-timber forest resource used by mycophilic societies and their use has been documented in many countries around the world (Thoen, 1982; Prance, 1984; González-Elizondo, 1991; Härkönen *et al.*, 1993b; Jones and Whalley, 1994; Chang and Lee, 2004). They are sold in traditional markets (Sommerkamp, 1990; Moreno-Black *et al.*, 1996; Mariaca-Méndez *et al.*, 2001) or commercially exploited as food (Redhead, 1997; Pilz *et al.*, 1999) or medicines (Oso, 1977; Rai *et al.*, 1993; Vaidya and Rabba, 1993; Chamberlain, 1996).

In Oaxaca, information about fungi is scarce. Former ethnomycological research in this state has focused on hallucinogenic mushrooms (Heim and Wasson, 1958, 1962; Ravicz, 1960; Rubel and Gettelfinger-Krejci, 1976) and more recently on edible ones (Herrera *et al.*, 1995; León, 1995; Hunn *et al.*, unpublished). León (1995) reported that people in Oaxaca traditionally consume 76 species of mushrooms; while in the Oaxaca North Mountain Range “*Sierra Norte de Oaxaca*” his estimates are 20 species. Córdova *et al.* (2002) have presented a preliminary list of 81 species of potentially edible fungi in the adjacent forests of Ixtlan. Zapotecs have used and managed their forests efficiently, with a mixture of traditional and technical knowledge, but their ethnomycology has been explored only superficially.

Therefore, the aims of this study were to increase the taxonomic knowledge of the Oaxaca North Mountain Range useful fungi; compile TMK of Zapotec and mestizo people from Ixtlan de Juarez; analyze how they relate to their macro-fungal diversity and how they use it.

Materials and methods

Study site

Ixtlan is the principal village of the “*Ixtlán de Juárez*” municipality in the central part of the Oaxaca North Mountain Range, Oaxaca, Mexico (17° 19' 0" N and 96° 29' 14" W) (Fig. 1). The village and surrounding forests are on a hillside at 2,030 m (with many slopes principally between 36.5° and 40.8°) and encompass an area of 19,500 Ha (Gómez *et al.*, 1994). Predominant soils are Acrisol, Cambisol and Luvisol associated with Vertisol, Regosol and Litosol (INEGI, 1984). Weather is temperate humid with a mean annual temperature of 15°C, mean maximum temperature of 31°C and mean minimum temperature of 0°C. Rainfall ranges 1000 to 1300 mm concentrated between June and November (Valdés *et al.*, 2003).



Fig. 1. Study area location.

The Oaxaca North Mountain Range is oriented in a northeast-southeast direction; running 300 Km long, 75 Km wide in average, 12,700 Km² of extension and representing around 10% of the state area. There are extensive *Pinus*, *Quercus* and *Abies* temperate forests, and cloud forests, xerophytic shrub-lands, deciduous forests, sub-alpine prairies and tropical rain forests are also present (García-Mendoza and Colín, 1999).

Although Ixtlan has several types of vegetation, our work took place only in *Pinus-Quercus* forests. In these forests, *Pinus oaxacana*, *P. patula*, and *P. douglasiana*, are among the most abundant pine species, but *P. lawsoni*, *P. leiophylla* and *P. teocote* can also be found in less quantities. Other conifers include *Cupressus lindleyi*, *Juniperus deppeana* and *J. flaccida*, mixed with broadleaf trees such as *Amelanchier denticulata*, *Arbutus jalapensis*, *Arctostaphylos polifolia*, *Clethra lanata*, and several oak species as *Quercus castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. obtusata*, *Q. peduncularis*, *Q. rugosa* and *Q. scytophylla* (Flores and Manzanero, 1999; Valdés *et al.*, 2003).

The community is composed of 2201 inhabitants, with a distribution of 49.9% men, to 50.1% women. Out of the total, 29.8% speak Spanish, 65.7% are bilingual, and 4.5% speak Zapotec only. Politically and economically, it is the most important village of the zone, with the regional education and health offices located there. Thus, many people work in offices or services. Others work in the forestry community enterprise, and the rest are swidden farmers that cultivate corn, pumpkin and beans. Those that have cattle own no more than 10 cows (INEGI, 2002).

Taxonomic techniques

We collected, described, photographed and dried mushrooms as recommended by Cifuentes *et al.* (1986) and Halling (1996). We analyzed the specimens in the laboratory, and measured microscopic characteristics following Largent *et al.* (1984). We deposited voucher specimens to the mycological collection of the FCME Herbarium at the *Facultad de Ciencias* of the *Universidad Nacional Autónoma de México*. Table 1 lists specimens examined and their collection data. We identified species using the works of Petersen (1971, 1987), Hesler and Smith (1979), Jenkins (1986), Riva (1988), Brandrud *et al.* (1990), Breitenbach and Kränzlin (1991), Mueller (1992), Bessette *et al.* (1995, 2000), Cifuentes (1996), Eyssartier and Buyck (2000), Guzmán and Ramírez-Guillén (2001) and Marijke (2001). We also used the systematic arrangement proposed by Kirk *et al.* (2001).

Table 1. Specimens examined and collection details.**ASCOMYCOTA****Hypocreaceae**

Hypomyces lactifluorum (Schwein.) Tul.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, communal lands, *Pinus-Quercus* forest, 24-VII-2001, *J. Córdoba 509* (ENCB).

BASIDIOMYCOTA**Agaricaceae**

Agaricus pampeanus Speg.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, *Rancho Torres*, grassland, 20-VI-2003, *RGO 03-6*, (FCME); *ibid.* church atrium, 21-VI-2003, *RGO 03-7*, (FCME); *ibid.* 21-VI-2003, *RGO 03-8*, (FCME).

Boletaceae

Austroboletus betula (Schwein.) E. Horak: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, 25b road 3 km far Ixtlan, *Pinus oaxacana* forest, 10-VIII-2001, *RGO 01-809*, (FCME).

Cantharellaceae

Cantharellus cibarius # 1: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, municipal market, 25-IX-2002, *RGO 02-2906a*, (FCME); *ibid.* *RGO 02-2906b*, (FCME).

Cantharellus cibarius # 2: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha9, *Pinus-Quercus* forest, 22-IX-2002, *RGO 02-2901*, (FCME); *ibid.* Ha10, 7-X-2002, *RGO 02-3021*, (FCME).

Cantharellus cinnabarinus (Schwein.) Schwein.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha5, open *Pinus-Quercus* forest, 24-VII-2001, *RGO 01-802*, (FCME); *ibid.* 4-IX-2001, *RGO 01-1961*, (FCME); *ibid.* Ha9, 9-IX-2002, *RGO 02-1819*, (FCME).

Cortinariaceae

Cortinarius secc. *Malacii* sp.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, near *Rancho Torres*, *Quercus* forest, 21-IX-2002, *RGO 02-2504*, (FCME).

Ganodermataceae

Ganoderma applanatum (Pers.) Pat.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, town, 21-VI-2003, *RGO 03-006*, (FCME); *ibid.* 22-VI-2003, *RGO 03-007*, (FCME).

Gomphaceae

Gomphus clavatus (Pers.) Gray: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, near *Rancho Torres*, *Quercus* forest, 21-IX-2002, *RGO 02-2505*, (FCME).

Hericiaceae

Hericium coralloides (Scop.) Pers.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha2, *Pinus-Quercus* forest, 29-IX-2000, *RGO 00-519*, (FCME).

Hydnaceae

Hydnum repandum var. *album* (Quéf.) Rea.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha11, *Pinus-Quercus* forest, 8-IX-2002, *RGO 02-1683*, (FCME).

Hydnum repandum var. *repandum* L.: Fr.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha5, *Pinus-Quercus* forest, 21-VIII-2001, *RGO 01-1210*, (FCME);

Hydnum repandum var. *rufescens* (Fr.) Barla: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha11, *Pinus-Quercus* forest, 8-IX-2002, *RGO 02-1658*, (FCME).

Hydnum umbilicatum Peck: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha11, *Pinus-Quercus* forest, 20-IX-2002, *RGO 02-2085*, (FCME).

Hydnum sp. (*sensu* Cifuentes, 1996): MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha12, *Pinus-Quercus* forest, 20-IX-2002, *RGO 02-2902*, (FCME).

Table 1 continued. Specimens examined and collection details.

Hydnangiaceae

Laccaria amethystina Cooke: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha11, *Pinus-Quercus* forest, 20-IX-2002, *RGO 02-2030*, (FCME).

Laccaria laccata var. *pallidifolia* (Peck) Peck: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha2, *Pinus-Quercus* forest, 16-X-2000, *RGO 00-1784*, (FCME).

Laccaria bicolor (Maire) Orton: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha11, *Pinus-Quercus* forest, 20-IX-2002, *RGO 02-2137*, (FCME).

Laccaria aff. *bicolor* (Maire) Orton: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha6, *Pinus-Quercus* forest, 23-VIII-2001, *RGO 01-1754*, (FCME); *ibid.* Ha11, *Pinus-Quercus* forest, 8-IX-2002, *RGO 02-1653*, (FCME).

Laccaria vinaceobrunnea G.M. Mueller: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha1, *Pinus-Quercus* forest, 6-VII-2000, *RGO 00-891*, (FCME).

Hygrophoropsidaceae

Hygrophoropsis aurantiaca (Wulfen) Maire: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha6, *Pinus-Quercus* forest, 15-VI-2001, *RGO 01-41*, (FCME); *ibid.* *RGO 01-43*, (FCME); *ibid.* Ha8, *Pinus-Quercus* forest, 16-VI-2001, *RGO 01-115*, (FCME).

Pluteaceae

Amanita basii Guzmán & Ramírez-Guillén: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Yagu Ha9, edge of *Quercus-Pinus* forest, 3-VIII-2002, *RGO 02-956*, (FCME).

Amanita jacksonii Pomerl.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha8, *Pinus-Quercus* forest, 26-VII-2001, *RGO 01-737*, (FCME); *ibid.* Ha5, *Pinus-Quercus* forest, 27-VI-2001, *RGO 01-274*, (FCME).

Amanita laurae Guzmán & Ramírez-Guillén: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Yagu Ha9, *Pinus-Quercus* forest, 23-VI-2002, *RGO 02-201*, (FCME).

Amanita muscaria var. *flavivolvata* (Sing.) Jenkins: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha5, *Pinus-Quercus* forest, 26-X-2001, *RGO 01-5043*, (FCME); *ibid.* Ha12, *Pinus-Quercus* forest, 20-VI-2002, *RGO 02-927*, (FCME).

Amanita tecomate Guzmán & Ramírez-Guillén.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha10, *Pinus-Quercus* forest, 3-VIII-2002, *RGO 02-975*, (FCME).

Amanita virosa Secr.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha8, *Pinus-Quercus* forest, 11-VII-2001, *RGO 01-413*, (FCME).

Polyporaceae

Neolentinus lepideus (Fr.) Redhead & Ginns: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, forest exploitation zone, *Pinus* forest, 9-IV-2003, *RGO 03-001*, (FCME).

Ramariaceae

Ramaria flava var. *aurea* (Coker) R.H. Petersen: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha8, *Pinus-Quercus* forest, 26-VII-2001, *RGO 01-700*, (FCME).

Ramaria purpurissima var. *purpurissima* R.H. Petersen & Scates: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha5, *Pinus-Quercus* forest, 4-IX-2001, *RGO 01-1924*, (FCME).

Ramaria rubricarnata var. *verna* R.H. Petersen & Scates: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha6, *Pinus-Quercus* forest, 25-VII-2001, *RGO 01-631*, (FCME).

Ramaria cf. *versatilis* Quél.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha8, *Pinus-Quercus* forest, 26-VII-2001, *RGO 01-702*, (FCME).

Table 1 continued. Specimens examined and collection details.**Russulaceae**

Lactarius corrugis Peck: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha5, *Quercus-Pinus* jounq forest, 9-VIII-2001, *RGO 01-766*, (FCME).

Lactarius deliciosus (L.) Gray: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha7, *Pinus-Quercus* forest, 26-VII-2001, *RGO 01-680*, (FCME); *ibid.* Ha6, *Pinus-Quercus* forest, 23-VIII-2001, *RGO 01-1794*, (FCME).

Lactarius deliciosus var. *deterrimus* Hesler & A.H. Sm.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha7, *Pinus-Quercus* forest, 10-VIII-2001, *RGO 01-870*, (FCME); *ibid.* Ha6, *Pinus-Quercus* forest, 6-VIII-2001, *RGO 01-2573*, (FCME). *ibid.* 8-VII-2002, *RGO 02-544*, (FCME).

Lactarius volemus (Fr.) Fr.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha2 *Pinus-Quercus* forest, 28-VII-2000, *RGO 00-25*, (FCME); *ibid.* Ha6, *Pinus-Quercus* forest, 12-VII-2001, *RGO 01-546*, (FCME); *ibid.* Ha5, *Pinus-Quercus* forest, 4-IX-2001, *RGO 01-1903*, (FCME); *ibid.* *RGO 01-1930*, (FCME).

Sparassidaceae

Sparassis crispa (Wulfen) Fr.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha8, *Pinus-Quercus* forest, 26-VII-2001, *RGO 01-749*, (FCME).

Tricholomataceae

Hygrophorus purpurascens (Alb. & Schwein.) Fr.: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha6, *Pinus-Quercus* forest, 25-VII-2001, *RGO 01-582*, (FCME); *ibid.* 25-VII-2001 *RGO 01-603*, (FCME); *ibid.* 11-VIII-2001, *RGO 01-5115*, (FCME); *ibid.* 11-VIII-2001, *RGO 01-1090*, (FCME).

Hygrophorus russula (Fr.) Kauffman: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, Ha11, *Pinus-Quercus* forest, 8-IX-2002, *RGO 02-1663*, (FCME).

Tricholoma magnivelare (Peck) Redhead: MEXICO, OAXACA. Ixtlan de Juarez, 25 road in course to the plant nursery just before the road ascend, *Pinus douglasiana* forest, 16-VIII-2002, *RGO 02-1135*, (FCME).

Ethnomycological techniques

We conducted participant observation to increase rapport, observing the use of fungi and collecting local edible species. In order to compile local knowledge we applied 18 open and 32 semi-structured interviews and 47 questionnaires (Bernard, 1995) from 2000 to 2003. We applied the questionnaires to a random sample of informants 20 years or older. This sample was conformed by two sex groups, and three occupational groups: 11 service employee men, 10 service employee women, 8 farmer men, 7 farmer women and 11 forest employee men. Questionnaires were divided in five sections: i) informant's data (name, age, sex, occupation, residence, place of birth, migration history, land tenure and family size); ii) a free list of every mushroom they know; iii) specific information for each species (traditional name, description, developing type, habitat, relations with plants and animals, myths, ways to cook it, preservation, gathering, etc.); iv) informant's

relationships with forests and fungi (If they go to the forests, why? What do they collect? Whether they gather mushrooms and with what frequency? If they like mushrooms and why? If they eat mushrooms and with what frequency? If they buy fungi, where and from whom? What do they do with mushrooms?); and v) perceived ecological parameters of mushrooms (abundance, biomass, spatial distribution and phenology). The fifth part was a combination of qualitative and quantitative questions that allowed us to evaluate the informant's perception of mushroom availability. To avoid misinterpretations, we corroborated all traditional names given with high-resolution printed photographs (20.5×25.5 cm) of mushrooms taken in previous ethnomycological work.

Analysis

Qualitative data was based on registers made under participant observation, open and semi-structured interviews. Quantitative data originated from applied questionnaires and we treated them as follows. We categorised and expressed data of nominal nature as percentages. For numeric discrete and continuous data, we calculated means and dispersion measures such as variance and standard deviation.

Because the small sample and the absence of normality in the responses distribution (time spent in forests and mushroom consumption) we used nonparametric tests to determine if there were significant differences between the answers of informant groups (Zar, 1984: 138). To compare men with women responses we used the Mann-Whitney test, which is the nonparametric analogue to the two-sample t test (Zar, 1984: 138). To search for significant differences among the three occupational groups we used the Kruskal-Wallis test, the nonparametric analogue to the one factor ANOVA analysis (Zar, 1984: 176). Because of the tied ranks in our data, we used the correction factor to compute the H_c Kruskal-Wallis statistic (Zar, 1984: 179). Then, we compared the H_c with the X^2 approximation (Zar, 1984: 179). Once significant differences were detected, we located them with a nonparametric multiple comparison, computing the standard error with the equation for tied ranks of Dunn (1964) and using the Q statistic (Zar, 1984: 200).

Results and Discussion

Known species

Table 2 shows a list of all known fungi with their scientific and traditional name, use category, substrate, developing type, habitat, symbiotic

Table 2. Known mushroom taxa in Ixtlan de Juarez, Oaxaca.

Taxa	Traditional name	Use	Subs.	DT	Habitat	Life form	Reg.
<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Champiñón</i>	C	Li	E	G	S	-
<i>A. pampeanus</i>	“Beshia sh que cuayo”	E	Li	E	G	S	O
<i>Amanita basii</i>	“Beshia bella”, “Beshia beyella”	E	S	E	E	M	O
<i>A. jacksonii</i>	“Beshia bella”, “Beshia beyella”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>A. laurae</i>	“Beshia bella”, “Beshia beyella”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>A. muscaria</i> var. <i>flavivolvata</i>	“Beshia bella ye tzu”	T	S	E	P-Q	M	-
<i>A. tecomate</i>	“Beshia bella”, “Beshia beyella”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>A. virosa</i>	<i>Hongo venenoso</i>	T	S	E	P-Q	M	-
<i>Austroboletus betula</i>		E	S	E	P-Q	M	O
<i>Cantharellus “cibarius” #1</i>	“Beshia de” <i>de mercado</i>	E	S	E	D	M	-
<i>Cantharellus “cibarius” #2</i>	“Beshia de” <i>de monte</i>	E	S	E	P-Q	M	-
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	“Lo biinii”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>Cortinarius</i> secc. <i>Malacii</i> sp.	“Beshia be tzi”	E	S	E	Q	M	EM
<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Hongo de artesanía</i>	R	W	A	Q	P	-
<i>Gomphus clavatus</i>		E	S	E	Q	M	EM
<i>Hericium coralloides</i>	<i>Barba de viejo</i>	E	W	A	P-Q	S	-
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>album</i>	“Beshia beretze”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>H. repandum</i> var. <i>repandum</i>	“Beshia beretze”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>H. repandum</i> var. <i>rufescens</i>	“Beshia beretze”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>H. umbilicatum</i>	“Beshia beretze”	E	S	E	P-Q	M	M
<i>Hydnum</i> sp.	“Beshia beretze”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	“Beshia de que ya yeri”	E	Li	E	P	S	-
<i>Hygrophorus purpurascens</i>	“Beshia que biarida”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>H. russula</i>	“Beshia que biarida”	E	S	E	P-Q	M	-

Table 2 continued. Known mushroom taxa in Ixtlan de Juarez, Oaxaca.

Taxa	Traditional name	Use	Subs.	DT	Habitat	Life form	Reg.
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	“Beshia ya wela”	E	F	H	P-Q	P	-
<i>Laccaria amethystina</i>	“Beshia ladhi biinii”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>L. bicolor</i>	“Beshia ladhi biinii”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>L. aff. bicolor</i>	“Beshia ladhi biinii”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>L. laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	“Beshia ladhi biinii”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>L. vinaceobrunnea</i>	“Beshia ladhi biinii”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>Lactarius corrugis</i>	“Beshia ni tzi”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>L. deliciosus</i>	<i>Hongo de leche naranja</i>	E	S	E	P-Q	M	-
<i>L. deliciosus</i> var. <i>deterimus</i>	<i>Hongo de leche naranja</i>	E	S	E	P-Q	M	-
<i>L. volemus</i>	“Beshia ni tzi”	E	S	E	P-Q	M	-
<i>Lentinula edodes</i>	<i>Shitake</i>	C	W	A	Q	S	-
<i>Neolentinus lepideus</i>	“Beyere”, “Be ya yeri”	E	W	A	P	S	O
<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Seta</i>	C	W	A	Q	S	-
<i>Ramaria flava</i> var. <i>aurea</i>	“Beshia culirri”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>R. purpurissima</i> var. <i>purpurissima</i>	“Beshia culirri”	E	S	E	P-Q	M	M
<i>R. rubricarnata</i> var. <i>verna</i>	“Beshia culirri”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>R. cf. versatilis</i>	“Beshia culirri”	E	S	E	P-Q	M	O
<i>Sparassis crispa</i>	<i>Cabeza de león</i>	E	W	A	P-Q	S	O
<i>Tricholoma magnivelare</i>	<i>Hongo blanco del japonés, Masutaque</i>	E	S	H	P	M	EM

In traditional name, quoted names are in Zapotec, the rest in Spanish. In Use, C: edible cultivated, E: wild edible, R: recreative, T: toxic. Subs.: substrate; F: fungi, Li: litter, S: soil, W: dead wood, DT: developing type; A: wood attached, E: epigeous, H: semi hypogeous. In Habitat, D: deciduous forests, E: forest edges, G: grass-lands, P: *Pinus* forests, P-Q: *Pinus-Quercus* forests, Q: *Quercus* forests. In Life form, M: ectomycorrhizic, P: parasite, S: saprobic. Reg.: new register for; EM: edibility Mexico, M: Mexico, O: Oaxaca.

relations and knowledge status. People gave information about 43 taxa from 20 genera and 19 families. The most representative family was *Pluteaceae* with six species, followed by *Hydnaceae* and *Hydnangiaceae* with five and *Ramariaceae* and *Russulaceae* with four. Most representative genera was *Amanita* with six species, followed by *Hydnum* and *Laccaria* with five, and

Lactarius and *Ramaria* with four. From these, 14 are new records for Oaxaca, 3 are new edibility records for Mexico and 2 species are cited for the first time in Mexico.

The species reported here outstand the previously estimated edible species (León, 1995) for the Oaxaca North Mountain Range in 185%. These taxa also represent 46.25% of the total edible fungal species reported for Oaxaca by the same author. The 14 new entries represent an increase of 18.42% in the state's known edible mushrooms. The list presented by Córdova *et al.* (2002) of 82 edible mushrooms from Ixtlan' forests now reaches 96 species. Although this number must be considered on a preliminary basis, it is indeed comparable with other places in Mexico: *Nevado de Toluca* National Park, with 94 species (Colón-Tellez, 1987); *Malinche* National Park, with 91 species (Montoya *et al.*, 2004).

The species of wild edible mushrooms consumed by Ixtlan inhabitants represent 38.54% of edible fungal resources in the updated list of Córdova *et al.* People in *Malinche* National Park consume 81.32% from the 91 reported edible species in the region (Montoya *et al.*, 2004). People from *Toluca* Valley consume nearly 43% (Mariaca-Méndez *et al.*, 2001) from the 94 edible species reported by Colón-Tellez (1987). Nahua and Totonac people from the tropical region of *Cuetzalan*, consume 30% of the 40 edible species reported (Martínez-Alfaro *et al.*, 1983). Although the number of species used in Ixtlan is considerable and similar to certain regions in Mexico, the percentage suggests some sub-utilization of fungal resources available in the zone.

Thirty-three species grew mainly on soil, six on dead wood, three on litter and one on fungi. Thirty-five species were epigeous, two were semi-hypogeous, and six had wood attached basidiomata. Thirty-one species grew in temperate *Pinus-Quercus* forests, three grew mostly under *Pinus* and five under *Quercus*, two in grasslands, one in low land deciduous forest and one in forest edges. Thirty-three species were mycorrhizal, eight were saprobic and two were parasitic (Table 2). Species useful to people were mainly epigeous and almost all were terricolous and mycorrhizal. Among this group of mushrooms, *T. magnivelare*, *C. cibarius* group and *A. caesarea* complex are in highest demand by national and international markets. If appropriate exploitation models involving TMK and technical knowledge were developed, these resources could potentially present an opportunity to augment limited economic levels of traditional harvest to the mass-export market (Bandala *et al.*, 1997). On the other hand, saprobic species could represent opportunities for mushroom cultivation at regional levels. In fact, several people stated interest in mushroom cultivation but due to a lack of technical and financial support, these initiatives are halted.

The 43 identified taxa corresponded to 26 traditional 'species'. Traditional taxa do not always have the same level as taxonomic species (Berlin, 1992). In our case (Table 2), some corresponded to one taxonomic species (*Beshia sh que cuayo*, *Beshia ya wela*, etc.), others to a group of species and varieties (*Beshia beretze*) and others to two or more species (*Beshia ni tzi*, *Beshia bella*, *Beshia cullirri*). Any given informant separated several traditional taxa from related species of the same genus; perhaps they treated them as different colour varieties of the same traditional species. Other ethnic groups in Mexico have more detailed nomenclature, based on complex traditional mushroom classification systems, like the Purepechas of Michoacan (Mapes *et al.*, 1981). However, because we did not specifically search the traditional classification, we cannot deny its existence. The asymmetry between traditional taxa and species had serious implications in the analysis and data comparison because traditional taxa meant different things for each informant. To minimise this uncertainty it was necessary to acquire the TMK, relying on the support of visual stimuli, and making sure that in each case there was certainty of what every taxon meant for each informant.

We found three anthropocentric categories, defined by whether they were edible (40 species), toxic (two species) or used for recreational purposes (one species). In the edible category, 37 were gathered from the forests while the remaining three were cultivated and sold in the market. In Mexico, where mushrooms are used mainly as food (Moreno-Fuentes *et al.*, 2001), the existence of only one species for an additional use is not unexpected, in contrast to other countries like Japan or China that have a greater tradition of other mushroom use such as for medicinal purposes (Chamberlain, 1996). The recreational usage of mushrooms was in the form of engravings of *Ganoderma applanatum*, and motifs used could be messages, feelings, regional animals, plants, and/or landscapes (Fig. 2). This activity had recreative and social meanings; was done for pleasure; and they were mostly given as gifts to relatives and friends. There was also evidence of engraved mushrooms being sold, although this was only done under special conditions. The use of mushrooms with recreational purposes has not been previously reported in Mexico. Perhaps the most similar examples are the use of *Fomitopsis pinicola* and *Ganoderma* spp. by the Otomies of *Tlaxcala* for decorative purposes (Montoya *et al.*, 2002); the use of *Auricularia* spp. as a toy by Chinantecs of *Oaxaca* (Ruán-Soto *et al.*, 2004); and the adoration of a Christ image engraved on the hymenia of a *Ganoderma lobatum* fruit body in *Chignahuapan*, *Puebla* (Guzmán *et al.*, 1975). No hallucinogenic rituals were found, as could be expected from the works by Wasson (1957) and Rubel and Gettelfinger-Krejci (1976). Some informants reported the use of hallucinogenic mushrooms with



Fig. 2. Handicraft on *Ganoderma applanatum*, “Tigrillo” author Leopoldo García P.

divinatory or medicinal purposes in nearby villages, but we could not corroborate this information.

Comments on some species used in Ixtlan

People distinguished *Agaricus pampeanus* by its white colour, round form, pink lamellae when it is young (which becomes dark-brown when mature), and habitat. They put special care while gathering this mushroom since it could be confused with toxic species if the lamellae are not carefully examined. This mushroom grows in grasslands mainly in June and July. This is the first time it is registered for Oaxaca.

Within the *Amanita caesarea* complex (Guzmán and Ramírez-Guillén, 2001), people in Ixtlan usually use a yellow-orange morph (*Amanita basii*) and several red ones (*A. laurae*, *A. jacksoni* and *A. tecomate*). They commonly referred to species of this complex as just one traditional taxon “*Beshia bella*”, but while some informants only knew and used one, others treated them as two traditional varieties. They were distinguished by the red, orange or yellow colour of the pileus, yellow lamellae, yellow ring in the stipe and because they

arise from an “egg”. People gather them, mainly the red ones, with much care taken in particular to the yellow lamellae. This is because some specimens of *A. muscaria* could resemble a “*Beshia bella*” as the age or rain clears its colour and washes the pileus’ scales. All these species grow in the *Pinus-Quercus* forests but we found *A. basii* mainly in open areas, forest edges and secondary vegetation associated with *Quercus* spp. They produce their basidiomata in the rainy season, from late June through October. *Amanita basii*, *A. laurae* and *A. tecomate* are all new records for Oaxaca.

A consensus existed among local users about the toxicity of *Amanita muscaria* var. *flavivolvata*, a mushroom locally characterised by its red pileus with white scales and particularly by its white lamellae which informants took as the unique characteristic to infallibly distinguish it from *A. caesarea* complex. It grows from stands with small trees to mature *Pinus-Quercus* forests throughout the rainy season.

Other toxic species mentioned by some informants was *Amanita virosa*. It is mostly characterised by its all white basidiome, umbrella shape and because it is “closed like an egg” when young. According to them, the resemblance of this mushroom in its early stages of development with *A. pampeanus* is the cause of fatal confusions. Indeed, 20 years ago one Ixtlan inhabitant died due to intoxication with this mushroom. We found it in mature stands of pine forests and in forest edges, from July to October. It is world-wide known as mortally toxic (Laessoe, 1998).

Austroboletus betula was poorly known locally, but at least two families consumed it occasionally. They differentiated it because of its “spongy like bread” pileus and by its stipe with a shiny yellow cotton-like reticulum. In Ixtlan, it is associated with *Pinus oaxacana* and appears in July and August. This is also a new register for Oaxaca.

The taxonomy of *Cantharellus* in Mexico has not been addressed. Species within *C. cibarius* group are particularly difficult to identify because of their great diversity in the country. Two morph-species in this complex were consumed in Ixtlan: a small one (*C. “cibarius”* #1), which was typically sold in the market, grows in lowland deciduous forests associated with *Quercus* spp., from July to November; and a bigger one (*C. “cibarius”* #2), not sold in the local markets, that grows in pine-oak forests from July to October. Informants described both as little yellow mushrooms with a typical trumpet-form and “little lines” in the body. The criteria to distinguish them were their size, the stipe length and habitat. Some people only knew one of them while others knew both as two forms of the same traditional species called “*Beshia de*”.

Cantharellus cinnabarinus was distinguished by its small size (less than 4 cm) and its red-orange colour. People named it “*Loo biinii*” but others placed

it with *C. "cibarius"* #1 in "*Beshia de*". It grows mainly in disturbed woods with open areas and small pine trees throughout the rainy season.

Cortinarius secc. *Malacii* sp. seems to be a mushroom widely known in the past, but nowadays its consumption is confined to some elder people, particularly farmers and forest employees. Indeed, because toxic substances have been found in many other species of *Cortinarius* (Tebbet and Caddy, 1984), the consumption of edible ones may be done with caution (Brandrud *et al.*, 1990). People recognised it because at the beginning of its development, it resembles a "purple champignon", but when it grows, the pileus becomes extended and brown and by its white club-shaped stipe and white flesh. We found that it grows only in *Quercus* forests particularly associated with *Q. rugosa* in September. Its edibility had not been recorded previously.

Ganoderma applanatum was the most representative of several species of polyporoid mushrooms that people used for handicrafts (Fig. 2). They referred to any large polypore with woody consistence and white soft hymenia as the "handicraft mushroom". These mushrooms grow attached to broadleaf trees, and because of their perennial nature, they are present all year round.

Gomphus clavatus was one of the locally less known edible mushrooms. Informants typified it like a rare lobulated, somewhat amorphous purple mushroom. It was restricted to oak forests; we saw it only during September. This is the first report of its edibility in Mexico although it is eaten in the USA and Canada (Bessette *et al.*, 1995).

In Ixtlan, people described *Hydnum repandum* var. *repandum* as a tan-orange, sweet-smelling mushroom distinguished because instead of lamellae it has "like a bath towel" or "little spines". It was the most commonly eaten mushroom of a group of species that varies from the pure white to the red-orange. This group of taxa includes also *H. repandum* var. *album*, *H. repandum* var. *rufescens*, *H. umbilicatum* and *Hydnum* sp. (*sensu* Cifuentes, 1996). People considered all of them as the same traditional species and called them "*Beshia beretze*". They are widely distributed in the region, in *Pinus*, *Quercus* or mixed forests, growing from July to October. *Hydnum repandum* var. *rufescens* is a new record for Oaxaca and *H. umbilicatum* is a new record for Mexico.

Hygrophoropsis aurantiaca was frequently mistaken with the "*Beshia de*". Informants described it like *C. cibarius* but with a frail body and dissimilar shape. Only two informants recognised it as different from *C. cibarius*. It is associated with pine and appears early in the rainy season from late May to July.

People described *Hygrophorus purpurascens* and *H. russula* without differentiation as white mushrooms with a pinky freckly cap. They grow in

mature pine stands mainly near *P. oaxacana* and *P. patula*, from July to October. This is the first report for Oaxaca of the former.

Local people consumed several species of *Laccaria*: *L. laccata* var. *pallidifolia* was the most abundant brown-orange form, and *L. vinaceobrunnea* the most common among the purple ones like *L. bicolor*, *L. aff. bicolor* and *L. amethystina*. These species were widely sold in the Oaxaca North Mountain Range, however, very few people used them in Ixtlan. In fact, only two people knew both colour forms. They distinguished the *Laccaria* species by size, characteristic consistence, colours and thin stipe. These fungi are widespread in all the forests, indeed Valdés *et al.* (2003) cited *L. laccata* as the most abundant mushroom in Ixtlan. All the species of *Laccaria* appear from July to November. *Laccaria laccata* var. *pallidifolia* and *L. vinaceobrunnea* are reported for the first time for Oaxaca.

People referred to the *Lactarius volemus* and *L. corrugis* as “*Beshia nitzí*”. Most of the inhabitants of Ixtlan did not distinguish both species and used them as a single traditional taxon. Informants described them as brown-dark-red or orange-yellow mushrooms that secrete “white milk” if they are broken. We found these mushrooms always near *Quercus* spp., regularly in areas with semi-open young forests, from July to October.

Neolentinus lepideus was a lignicolous mushroom that grows on dead logs of pine trees. People distinguished it by its phenology, the firm flesh, the shape and the white-brown pileus with scales. It is associated with pine, and appears in April and May. Here it is reported for the first time for Oaxaca. It was one of the most popular and valued species in Ixtlan. People categorised it as a “special mushroom” with a delicious meat-like flavor and particular consistence. Because of its phenology and scarcity they searched it with special devotion. Those who found it treated it like a prize destined to be a delicatessen meal; occasionally they sold it at high prices, and other times they offered it as a special gift. For these reasons, this mushroom is the best candidate to be cultivated at regional level and to exploit its biological characteristics and potential market. Moreno-Fuentes *et al.* (1996) found an almost identical case in *Neolentinus ponderosus*, a similar species used by the Raramuris of Chihuahua, Mexico.

Practically all *Ramaria* species were used in Ixtlan. Each person had its own recognition criteria. Some of them ate only species of one colour, while others used species of any colour. Some people said that neither those growing in wood nor the white ones should be eaten, but others did consume these kinds. The only criterion shared by all respondents was the form; they did not use thin or compact fruit bodies. People ate no less than eight species, being *Ramaria flava* var. *aurea*, *R. purpurissima* var. *purpurissima*, *R. rubricarnata*

var. *verna* and *R. cf. versatilis* the most common. All interviewees considered them as a single taxon with many colours and called it “*Beshia culirri*”. They grow in mature and closed stands of *Pinus-Quercus* forests and produce basidiomata from July to October. *Ramaria purpurissima* var. *purpurissima* is a new record for Mexico. All the other species are first records for Oaxaca.

Tricholoma magnivelare was distinguished by its white dirty colour, strong characteristic smell, because at the beginning of its maturation it is “closed” and when matures it “opens”, and by its strong association with *P. douglasiana* and *P. teocote*. Some people even distinguished it from *T. caligatum*, a related species with similar habitat, and brown scales in the pileus and stipe. *Tricholoma magnivelare* is always found semi-buried near pine species and produces basidiomata from July to September. This species is a very interesting case because it was not traditionally consumed in Mexico (Bandala *et al.*, 1997) whereas it had a high ritual value in Japan (Readhead, 1997). Japanese companies had trained people to recognise and collect it and paid the equivalent of one-week salary for every 1 kg of first class mushrooms. This has led to an irrational exploitation of the resource in Mexico where populations have decreased considerably (Bandala *et al.*, 1997; Martínez-Carrera *et al.*, 2002). In Ixtlan, people do not sell it anymore, but it has been incorporated to their culture and today it is not only known and used by many people, it is also much appreciated. Although Martínez-Carrera (2002) has reported its incidental consumption in the Oaxaca North Mountain Range, this is the first record of its traditional use in Mexico.

Informants used a wide range of ecological and morphological details for mushroom identification, including recognition of habitat, substrate, phenology, development, shape, size, colour, smell, ornamentation and consistency. Not all of them were used for all species and the order of importance varied according to which characters were more distinctive to each species. For example, the most important criteria to identify *N. lepideus* were its phenology and substrate followed by its development, colour, consistence and smell. To identify *A. pampeanus*, the main criteria were its habitat and development and then its shape and colour. Other species as *A. caesarea* complex, *Hydnum* spp. and *C. cibarius* group were defined using a combination of shape, size, colours and hymeneal details. Informants always defined traditional taxa varieties by colours; except in “*Beshia de*” where the habitat and size were the most important criteria. When taxonomic identification of species required microscopic details (*A. caesarea* complex, *Hydnum* spp., etc.) traditional taxonomy had less accuracy.

It was very common that persons who did not collect mushrooms used cultivated species sold in the market as *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*

and *Pleurotus ostreatus*. They also bought fungi from people who came from nearby villages and sold door to door in an activity named “sell for the ranch” by Montoya *et al.* (2003). The species involved in this were *A. caesarea* complex, *C. cibarius* spp, *L. volemus* s.l., *H. russula* s.l. and *Sparassis crispa*. The latter is not gathered traditionally in Ixtlan because it is very rare in adjacent forests.

Traditional mycological knowledge

Mushroom concept, nature and ecology

In general, people in Ixtlan believed mushrooms were different from plants and animals. They said that mushrooms were special organisms with particular dependence on water and with special shapes, colours, consistencies and tastes. This concept of mushrooms as an independent group of organisms, similar to that of modern science after the classification of Margulis and Schwartz (1982), has been found in other studies in Mexico (e.g., Mapes *et al.*, 1981; Montoya *et al.*, 2002). However, there is no consensus between Mexican cultures, since Mazahuas and Otomies from the *Toluca* Valley believe that mushrooms are “plants” or “like plants” (Mariaca-Méndez *et al.*, 2001).

People did not have specific knowledge about fungal reproduction, but several of them associated the “little dust” as their seeds. Some others said that the “cotton-like roots” that mushrooms have in the ground produce them. This is a basic idea of the fungal life cycle, with empirical notions about fungal spores and mycelia. We found these empirical notions in people who are strongly connected with the forests and with special affection to mushrooms, as did Montoya *et al.* (2002).

Regarding the information of substrates on which fungi grow, people mentioned soil, humus, dead or living wood and dead leafs. Informants reported detailed data especially in lignicolous and humicolous species. They mentioned that *N. lepideus* grows on dead logs of *Pinus*, especially *P. patula* and *P. douglasiana*, but never in *P. oaxacana*; and the handicraft mushroom grows on *Quercus* spp. and other broadleaf trees. They also reported that *H. aurantiaca* grows on pine needle litter.

People reported that *T. magnivelare* grows under litter and their fruit bodies are not commonly visible. However, they are capable of finding it because they know the pines with which the species is associated. They also reported that *H. lactifluorum* grows buried under the dead leaves at the beginning of its development, and it becomes evident as it matures. This traditional knowledge allows people to easily recognise these species and favors their optimal exploitation.

Informants recognised four zones where mushrooms can grow. *El monte*, temperate forests especially of *Pinus-Quercus* above 2200 m; *tierra caliente*, a term used to define *Quercus* and deciduous forests under 2100 m; *pastizales*, open fields used for cattle feeding; and *ranchos*, open areas with corn fields or *milpas*, other cultivars, fruit trees and livestock. They said that almost all fungi grow in *el monte*. A few taxa can develop in open areas: *A. basii* grows along roads and *ranchos*, near the forests; and according to the people, *A. pampeanus* only appears in *pastizales* with cattle dung. Only *C. "cibarius"* #1 was reported to grow in *tierra caliente*, and this distinguishes it from *C. "cibarius"* #2, which grows in *el monte*. Inhabitants of *Javier Mina, Tlaxcala*, have a similar categorization (Montoya *et al.*, 2002), extracting mushrooms mainly from *el monte*, and from *el llano* and *milpas*. However, in tropical Mexico the scheme is different: Ruán-Soto *et al.* (2004) reported that the conserved rain forest is not considered a good place to gather fungi. There, people collect mushrooms in open places without original vegetation such as *milpas*, *pastizales* and *acahuales* (places with secondary vegetation).

As found by Montoya *et al.* (2002, 2003), people related with forests pointed out "places" where certain species grow abundantly. They consider this knowledge an individual or family secret. Mariaca-Méndez *et al.* (2001) also documented this trend in the *Nevado de Toluca* National Park.

The relationships between mushrooms and plants or animals influenced different aspects of traditional knowledge. In some cases, they pointed out the edibility of some species: people considered that mushrooms with worms (insect larvae) or chewed by mammals could be edible, while those where worms never enter are toxic. Although these beliefs are common in Mexico (Mariaca-Méndez *et al.*, 2001; Montoya *et al.*, 2003) they are not true (Piqueras, 1996; García, 2001). In other cases, the name of a species showed its symbiotic relationships: the name of *H. aurantiaca* "*Beshia de que ya yeri*" means yellow mushroom of pine, defining this mushroom as a kind of "*Beshia de*" related with those trees, and reflecting that this is a saprophytic species growing on pine needles. The name of *H. lactifluorum*, "*Beshia ya wela*", means eagle tree mushroom, which reflects the common belief that this species grows around "*palo de águila*" (*Alnus* sp.). People reported some mushrooms need particular trees to grow. *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. and *G. clavatus* grow only in *Quercus* forests; and *T. magnivelare* only grows near *P. douglasiana*, and *P. teocote*.

People, forests and mushrooms

Forest employees and male peasants spent more than 100 days/year in the forests, while female and service employees spent less than 25 days/year

(Table 3). Significant differences existed among males and females ($U = 404.5 > U_{0.05(2)17,30} = 344$) and among the three occupational groups ($H_c = 11.464 > X^2_{0.05,2} = 5.991$), in particular this was among service and forest employees ($Q = 3.354 > Q_{0.05,3} = 2.394$). Then, differences in time spent in woods were highly related to work division and gender. Although service employees and women were those with the lowest rates, they went to the woods at least twice a month.

Concerning the activities carried out in forests, 4% of informants took care of cattle, 10% held no forest jobs, 22% went to cornfields, 28% held forest jobs and 58% went to take a walk. The high percentage of people that took walks in forests only for pleasure was an evidence of the tight relationship between Ixtlan inhabitants and their natural surroundings.

Besides wood for industry and building, people extracted many other resources from forests. Among these, mushrooms were the most used nontimber natural resource. Eighty eight percent of the interviewed brought back something to town, i.e. flowers, cacti, bromelids, ferns, mosses, mushrooms, edible weeds, fruit, medicinal herbs, animals, firewood, construction wood, pasture, humus, soil, etc. Among these, 4.26% reported bringing pasture or animals, 8.51% brought some kind of substrates, 27.66% edible plants, 31.91% medicinal plants, 36.17% ornamental plants, 46.81% wood and derivatives and 65.96% mushrooms.

Use and management

Almost all people with forest and peasant activities gathered mushrooms (Table 3). In addition, a high percentage of men also collected fungi. However, only half of them collected fungi in specific walks. This means that although the gathering activity was sometimes *exprofeso*, with the objective of satisfying certain necessities, other times it was a result of chance when people were walking in the forests. Intentional mushroom harvest was principally associated with forest employees, peasants and men. The gathering could be casual or intentional, and in the latter case it could be directed or randomly. When someone wanted mushrooms as *A. basii*, *N. lepideus*, *T. magnivelare*, *Cortinarius secc. Malacii* sp. and *A. pampeanus*, they went to specific places and visited particular spots. If the desired mushrooms were *Hydnum* spp., *Ramaria* spp. and *Laccaria* spp., because of their abundance, gathering was carried out randomly inside forests.

All informants answered affirmatively when asked if they liked and ate mushrooms. Thirty-one people reported they collected mushrooms, 36 bought them and 12 said that relatives or friends used to give mushrooms to them.

Table 3. Mushroom knowledge and use indicators in Ixtlan de Juarez, Oaxaca.

	Tsf days/year	Gm	N° tt	Std. Dev. N° tt	Mc days/month
Female peasants	41.25	71.43%	9.71	3.10	2.37
Male peasants	123.44	100%	10.50	2.45	2.86
Female service employees	7.8	10%	4.90	3.35	2.99
Male service employees	39.37	54.55%	5.63	2.38	3.31
Forest employees	164.67	100%	11.36	2.84	3.42
Peasants	84.76	93.33%	10.13	2.70	2.64
Service employees	24.3	28.57%	5.28	2.83	3.16
Female	22.67	35.30%	6.88	3.98	2.68
Males	110	83.33%	9.03	3.63	3.20
All the informants	78.56	65.96%	8.26	3.8	3.04

Tsf: time spent in forests; Gm: gather mushrooms; N° tt: average number of traditional taxa mentioned; Std. Dev.: standard deviation; Mc: mushroom consumption.

From those that collected, all reported to have eaten them domestically, 20 engaged in exchanging them as gifts with relatives and friends, 3 sold them cooked as different stews and 2 used to sell *T. magnivelare* to a Japanese company but do not do it anymore. Gift exchange of mushrooms was a common activity involving friends and members of one or more families. Due to its reciprocal nature, people considered it a favor they would usually return.

The stated knowledge of Ixtlan inhabitants regarding the existing quantity of mushrooms was low. On average, they were aware of 8.3 traditional taxa. However, this knowledge was heterogeneous and highly dispersed; with a standard deviation of 3.8 traditional taxa. Total number of mushrooms mentioned varied between informant groups, with only forest employees and peasants knowing more than ten species in average (Table 3). This knowledge was more homogeneous among men than in women, with a standard deviation of 3.63 and 3.98 respectively.

People ate mushrooms 3.04 days a month on average (Table 3). We did not find statistical differences by gender ($U = 285.5 < U_{0.05(2)17,30} = 344$), neither by occupation ($H_c = 0.312 < X^2_{0.05,2} = 5.991$). Homogeneity of mushroom consumption between groups is an indicator that it is independent from harvesting and knowledge about species. This is explained by several mechanisms involved in the mushroom appropriation process. Gathering, casual or intentional and randomly or directed; purchase in market or from door to door sellers; and reciprocal gifting with relatives and friends. Because of these processes, everybody had access to mushrooms independently of their age, sex, occupation or economic condition.

Use of macro-fungal diversity was not constrained to gathering. In addition, people applied several management practices over special

mushrooms. These included inside-forest promotion where people found a button of *T. magnivelare*, they covered it with needle litter to prevent it being taken away by someone else or eaten by animals. They also periodically visited sites until mushrooms had reached the optimal size. Outside-forest semi-culture was exemplified with *N. lepideus*, where they protected and watered the buttons, and if possible took trunks or branches to their houses. Once in their homes, they took care of them and harvested fungi for several years. Montoya *et al.* (2002, 2004) also find inside-forest promotion of mushrooms in *Tlaxcala*, where people promote fires to support the growth of *Hebeloma* aff. *mesophaeum*, *Lyophyllum* spp. and *Morchella* spp.

The long-established use and exploitation of mushrooms by Ixtlan people involves a vast traditional mycological knowledge about species. However, this knowledge entails much more than fungal diversity at taxonomical level only. Other related knowledge included: chemical diversity, helpful to differentiate edible from potential toxic species; population diversity, by knowing where important colonies of certain species produced basidiomata abundantly; and ecological diversity, where they recognised the relationship of mushrooms with their substrates, habitats and mycorrhizal hosts.

Conclusions

This paper demonstrates the potential of ethnomycological studies for knowledge of fungal diversity in specific sites. This is particularly important with useful species. In the present work, *Hydnum umbilicatum* and *Ramaria purpurissima* var. *purpurissima* were recorded for the first time to Mexico, and 14 species for Oaxaca. We also describe for the first time traditional use of *Cortinarius* secc. *Malacii* sp., *Gomphus clavatus* and *Tricholoma magnivelare* in Mexico.

The 43 mushroom taxa known by Ixtlan inhabitants is considerably superior to previous estimations of edible mushrooms for the Oaxaca North Mountain Range. Although an important number of species are used, the resource is somewhat underexploited and traditional taxonomic knowledge is not as fine-tuned as in other places of Mexico. People in Ixtlan used mushrooms mainly for food; however, we reported for the first time in Mexico the recreative use of a mushroom (*Ganoderma applanatum*).

TMK had different levels of detail: concept of fungi and life-cycle notions were lax and not shared by everyone; substrate and habitat data were very precise and detailed; information on ecological relationships with plants was specified to the level of plant species-fungal species symbiosis. General aspects of TMK were shared by all informants, but forest employees and peasants gave more profound information about a larger group of species.

Mushrooms were valued as special food by Zapotec people and were the most used non-timber forest resource, with 65.96% of informants gathering mushrooms. On average people knew 8.3 traditional taxa, and on average ate mushrooms 3.04 days a month.

TMK plays a major role in the use and exploitation of wild edible mushrooms for successful resource appropriation and management practices. This includes gathering, purchasing and reciprocal gifting. Gathering strategies were either casual or intentional and randomly or directed; and management practices were inside-forest promotion and outside-forest semi-culture.

Information about useful fungi of Ixtlan inhabitants is in accordance with other ethnic groups of temperate Mexico. It corresponds with ideas about fungi concept, nature, ecology, use and management.

Acknowledgements

This research was sponsored by a doctoral dissertation scholarship assigned to R.G-O. by *Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología* (grant number 149895) and *Universidad Nacional Autónoma de México* (DGEP). PAEP (2003-201307) and DGAPA IN 206901 and IN-223704 gave additional financial resources. The people of Ixtlan de Juarez participated in the research in an always-enthusiastic manner. We are grateful for their support and friendship, especially to Jorge García for his field assistance and Victor Ramírez and Leopoldo Santiago Vargas for their logistic help. We thank Peter Kennedy and Jesus A. Badillo for their revision of the first English version; and to Gerardo Arroyo O'Grady for its professional review of the final English version.

References

- Bandala, V.M., Montoya, L. and Chapela, I.H. (1997). Wild edible Mushrooms in Mexico: A challenge and opportunity for sustainable development. In: *Mycology in Sustainable Development: expanding concepts, vanishing borders* (eds. M.E. Palm and I.H. Chapela). Parkway Publishers, USA: 77-90.
- Bandala, V.M., Montoya, L. and Jarvio, D. (2005). Agarics from coffee plantations in Eastern Mexico: two new records. *Fungal Diversity* 20: 17-29.
- Berlin, B. (1992). *Ethnobiologic Classification: principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. Princeton University Press, USA.
- Bernard, H.R. (1995). *Research Methods in Anthropology*. Altamira Press, USA.
- Bessette, A.E., Miller, O.K., Bessette, A.R. and Miller, H.H. (1995). *Mushrooms of North America in Color*. Syracuse University Press, USA.
- Bessette, A.E., Roody, W.C and Bessette, A.R. (2000). *North American Boletes*. Syracuse University Press, USA.
- Brandrud, T.E., Lindström, H., Marklund, H., Melot, J. and Muskos, S. (1990). *Cortinarius, Flora photographica*. Photoflora, Sweden.
- Breintebach, J. and Kränzlin, F. (1991). *Fungi of Switzerland. Vol 3*. Edition Mykologia Lucerne, Switzerland.

- Challenger, A. (1998). *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro*. CONABIO, Instituto de Biología, UNAM, Agrupación Sierra Madre, S.C., Mexico.
- Chamberlain, M. (1996). Ethnomycological experiences in South West China. *The Mycologist* 10: 173-176.
- Chang, Y.S. and Lee, S.S. (2004). Utilization of macrofungi species in Malaysia. *Fungal Diversity* 15: 15-22.
- Cifuentes, J. (1996). *Estudio taxonómico de los géneros hidnoides estipitados (fungi: Aphyllophorales) en México*. Ph.D. thesis. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
- Cifuentes, J., Villegas, M. and Pérez-Ramírez, L. (1986). Hongos. In: *Manual de Herbario* (eds. A. Lot and F. Chiang). Consejo Nacional de la Flora de México A.C., Mexico: 55-64.
- Colón-Tellez, L. (1987). Estudio florístico ecológico de los hongos (Macromicetos) en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Biol. thesis. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
- Córdova, J., Garibay-Orijel, R., Valenzuela, R. and Cifuentes, J. (2002). Inventario de las especies de hongos comestibles del bosque de Pino-Encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca (México). In: *Nanacatepec: Studies on the Latin American Fungi* (eds. G. Guzmán and G. Mata). Universidad Veracruzana, Mexico: 540.
- Das, K., Sharma, J.R. and Montoya, L. (2004). *Lactarius (Russulariaceae)* in Kumaon Himalaya. 1. New species of subgenus *Russularia*. *Fungal Diversity* 16: 23-33.
- Devi, S., Bhavani, M.C. and Nair, M.R. (1980). *Termitomyces robustus*, an addition to Indian edible mushrooms. *Kavaka* 8: 53-54.
- Desjardin, D.E., Capelari, M. and Stevani, C.V. (2005). A new bioluminescent agaric from São Paulo, Brazil. *Fungal Diversity* 18: 9-14.
- Dunn, O.J. (1964). Multiple contrasts using rank sums. *Technometrics* 6: 241-252.
- Eyssartier, G. and Buyck, B. (2000). Le genre *Cantharellus* en Europe, Nomenclature et Taxonomie. *Bulletin de la Societe Mycologique de France* 116: 91-137.
- Flores, A. and Manzanero, G. (1999). Los tipos de vegetación del estado de Oaxaca. In: *Vegetación y Flora* (ed. M.A. Vásquez-Dávila). Serie Sociedad y Naturaleza en Oaxaca N° 3, ITAO y Carteles editores, Mexico: 7-45.
- García, R. (2001). *Manual Para Buscar Setas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ediciones Mundi Prensa, Spain.
- García-Mendoza, A. and Colín, R. (1999). Estado actual del conocimiento sobre la flora de Oaxaca. In: *Vegetación y Flora* (ed. M.A. Vásquez-Dávila). Serie Sociedad y Naturaleza en Oaxaca N° 3, ITAO y Carteles Editores, Mexico: 49-86.
- Gómez, C.M., Castellanos, J.F., Ruiz, M. and Santiago, L. (1994). *Potencial Productivo de Especies Forestales en Ixtlán de Juárez, Oaxaca*. INIFAP/CIRPS, Campo experimental Valles Centrales, Folleto Técnico No. 5, Mexico.
- González-Elizondo, M. (1991). Ethnobotany of the southern Tepehuan of Durango, Mexico: I. Edible mushrooms. *Journal of Ethnobiology* 1: 165-173.
- Guzmán, G. (1998). Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- Guzmán, G. and Ramírez-Guillén, F. (2001). *The Amanita caesarea-complex*. *Bibliotheca Mycologica*, Band 187. J. Cramer, Germany.
- Guzmán, G., R.G. Wasson and Herrera, T. (1975). Una iglesia dedicada al culto de un hongo, "Nuestro Señor del Honguito", en Chignahuapan, Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 9: 137-147.

- Halling, R.E. (1996). Recommendations for collecting mushrooms. In: *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: a field manual* (ed. M.N. Alexiades). New York Botanical Garden, USA: 135-141.
- Härkönen, M., Saarimäki, T. and Mwasumbi, L. (1993a). Tanzanian mushrooms and their uses 2. An edible species of *Coprinus* section *lanatuli*. *Karstenia* 33: 51-59.
- Härkönen, M., Buyck, B., Saarimäki, T. and Mwasumbi, L. (1993b). Tanzanian mushrooms and their uses 1. *Russula*. *Karstenia* 33: 11-50.
- Heim, R. and Wasson, G. (1958). *Les Champignons Hallucinogenes du Mexique: etudes ethnologiques, taxonimiques, biologiques, physiologiques et chimiques*. Archives du Museum National d'Histoire Naturelle, Septieme Serie, Tome VI, France.
- Heim, R. and Wasson, G. (1962). Une investigation sur les Champignons sacrés des Mixtèques. *Comptes Rendus de la Academie des Sciences* 254: 788-791.
- Herrera, S., Vázquez-Dávila, M.A. and León, H. (1995). Hongos, un recurso alimentario y medicinal potencial para Oaxaca. In: *Recursos vegetales de Oaxaca* (coord. M.A. Vázquez-Dávila) CONACYT-ITAO/CIGA, Mexico: 81-93.
- Hesler, L.R. and Smith, A.H. (1979). *North American Species of Lactarius*. Ann Arbor, the University of Michigan Press, USA.
- Hunn, E.S. Acuca-Vázquez, D. and León, A.H. Unpublished. Where do fungi fit? The fungal domain in Mixtepec Zapotec.
- INEGI. (1984). *Carta Geológica, Escala 1: 250000; Oaxaca E14-19*. Secretaría de Programación y Presupuesto, Mexico.
- INEGI. (2002). *XII Censo General de Población y Vivienda; Oaxaca, Perfil Sociodemográfico*. INEGI, Mexico.
- Jenkins D.T. (1986). *Amanita of North America*. Mad River Press, USA.
- Jones, E.B. and Whalley, J. (1994). A fungus foray to Chiang Mai market in northern Thailand. *The Mycologist* 8: 87-90.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. and Stalpers, J.A. (2001). *Dictionary of the Fungi*. CABI Publishing, UK.
- Laessoe, T. (1998). *Manuales de Identificación; Hongos*. Omega, Spain.
- Largent, D., Johnson, D. and Watling, R. (1984). *How to Identify Mushrooms to Genus III: Microscopic Features*. Mad River Press, USA.
- León, A.H. (1995). Aprovechamiento y perspectivas del cultivo de hongos comestibles silvestres de la Sierra Juárez de Oaxaca. In: *La Tecnología Agrícola Tradicional* (ed. M.A. Vázquez-Dávila). Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 1, Mexico: 119-138.
- Mapes, C., Guzmán, G. and Caballero, J. (1981). *Etnomicología Purépecha: El conocimiento y uso de los hongos en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Serie etnociencia 2, Dirección General de Culturas Populares (SEP) y Sociedad Mexicana de Micología AC., Mexico.
- Margulis, L. and Schwartz, K.V. (1982). *Five Kingdoms: an illustrated guide to the phyla of life on earth*. W.H. Freeman, USA.
- Mariaca-Méndez, R., Silva-Pérez, L.C. and Castaños-Montes, C.A. (2001). Proceso de recolección y comercialización de hongos silvestres en el Valle de Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum* 8: 30-40.
- Marijke, M. (2001). 1. *Agaricus*. In: *Flora Agaricina Neerlandica Vol. 5* (eds. M.E. Noordeloos, T.H.W. Kuyper and E.C. Vellinga). A.A. Balkema Publishers, Netherlands: 23-61.
- Martínez-Alfaro, M.A., Pérez-Silva, E. and Aguirre-Acosta, E. (1983). Etnomicología y exploraciones micológicas en la Sierra Norte de Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 18: 51-63.

- Martínez-Carrera, D., Morales, P., Pellicer-González, E., León, H., Aguilar, A., Ramírez, P., Ortega, P., Largo, A., Bonilla, M. Gómez, M. (2002). Matsutake mushrooms in Mexico; studies on the traditional management, and processing of matsutake mushrooms in Oaxaca, Mexico. *Micología Aplicada International* 14: 25-42.
- Mittermeier, R.A. (1988). Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. In: *Biodiversity* (ed. E. Wilson). National Academic Press, USA: 145-154.
- Montoya, A., Estrada-Torres, A. and Caballero, J. (2002). Comparative ethnomycological survey of three localities from la Malinche volcano, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 22: 103-131.
- Montoya, A., Hernández-Totomoch, O., Estrada-Torres, A., Kong, A. and Caballero, J. (2003). Traditional knowledge about mushrooms in a Nahua community in the state of Tlaxcala, Mexico. *Mycologia* 95: 793-806.
- Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., Cifuentes, J. and Caballero, J. (2004). Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity* 17: 115-143.
- Moreno-Black, G., Akanan, W., Somnasang, P., Thamathawan, S. and Brozvosky, P. (1996). Non domesticated food resources in the marketplace and marketing system of northeastern Thailand. *Journal of Ethnobiology* 16: 99-117.
- Moreno-Fuentes, A., Cifuentes, J., Bye, R. and Valenzuela, R. (1996). Kute-mo'ko-a: An edible mushroom of the Raramuri indians of Mexico. *Revista Mexicana de Micología* 12: 31-39.
- Moreno-Fuentes, A., Garibay-Orijel, R., Tovar-Velasco, J. and Cifuentes, J. (2001). Situación actual de la Etnomicología en México y el Mundo. *Etnobiología* 1: 75-84.
- Mueller, G.M. (1992). Systematics of *Laccaria* (Agaricales) in the Continental United States and Canada, with discussions on extralimital taxa and descriptions of extant types. *Fieldiana Botany New Series* 30: 1-158.
- Oso, B.A. (1977). Mushrooms in Yoruba Mythology and medicinal practices. *Economic Botany* 31: 367-371.
- Palfner, G. (2005). *Tylopilus temucensis* sect. *Oxydabiles* (Fungi, Basidiomycota, Boletetaceae), new species and first record of the genus from South American *Nothofagus* forest. *Fungal Diversity* 20: 157-166.
- Petersen, R.H. (1971). *The Genera Gomphus and Gloeocantharellus in North America*. Lubrecht and Cramer, USA.
- Petersen, R.H. (1987). Contribution toward a monograph of *Ramaria*; VI. The *Ramaria fennica-versatilis* complex. *Sydowia* 40: 197-226.
- Pilz, D., Smith, J., Amaranthus, M.P., Alexander, S., Molina, R., and Louma, D. (1999). Mushrooms and timber: Managing commercial harvesting in the Oregon Cascades. *Journal of Forestry* 97: 4-11.
- Piqueras, C. (1996). *Intoxicaciones por Plantas y Hongos*. Masson, Spain.
- Prance, G.T. (1984). The use of edible fungi by Amazonian Indians In: *Ethnobotany in the Neotropics* (eds. G.T. Prance and M. Kallunki). *Advances in Economic Botany* 1, USA: 127-139.
- Rai, B.K., Ayachi, S.S. and Rai, A. (1993). A note on Ethno-mycology-medicines from central India. *The Mycologist* 7: 192-193.
- Ravicz, R. (1960). La mixteca en el estudio comparativo del hongo alucinante. *Anales del INAH* 13: 73-92.
- Redhead, S.A. (1997). The pine mushroom industry in Canada and the United States: Why it exists and where it is going. In: *Mycology in Sustainable Development: expanding*

- concepts, vanishing borders.* (eds. M.E. Palm and I.H. Chapela). Parkway Publishers, USA: 15-54.
- Riva, A. (1988). *Tricholoma. Fungi Europaei 3*. Libreria Editrice Giovanna Biella, Italy.
- Ruán-Soto, F., Garibay-Orijel, R. and Cifuentes, J. (2004). Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología* 19: 57-70.
- Rubel, A.J. and Gettelfinger-Krejci, N. (1976). The use of hallucinogenic mushrooms for diagnostic purposes among some tribes of chinantecs. *Economic Botany* 30: 235-248.
- Rzedowski, J. (1998). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. In: *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución* (eds. T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa). Instituto de Biología, UNAM, Mexico: 129-148.
- Sommerkamp, Y. (1990). *Hongos comestibles en los mercados de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Tebbet, I. and Caddy, B. (1984). Mushrooms toxins of the genus *Cortinarius*. *Experientia* 40: 441-446.
- Thoen, D. (1982). Usages et legendes lies aux polypores. Note d'éthnomicologie. *Bulletin de la Societe Mycologique de France* 98: 289-318.
- Turner, N.J., Kuhnlein, V. and Egger, K.N. (1987). The cottonwood mushroom (*Tricholoma populinum*): A food resource of the interior Salish Indian peoples of British Columbia. *Canadian Journal of Botany* 65: 921-927.
- Valdés, M., Córdova, J., Gómez, M. and Fierros, A.M. (2003). Understory vegetation and ectomycorrhizal sporocarp diversity response to pine regeneration methods in Oaxaca, Mexico. *Western Journal of Applied Forestry* 18: 101-108.
- Vaidya, J.G. and Rabba, A.S. (1993). Fungi in folk medicine. *The Mycologist* 7: 131-133.
- Wasson, R. (1957). Seeking the magic mushroom. *Life* 42: 100-120.
- Zar, J.H. (1984). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, USA.

(Received 20 August 2005; accepted 1 December 2005)

LA SIGNIFICANCIA CULTURAL DE LOS HONGOS COMESTIBLES DE IXTLÁN DE JUÁREZ, OAXACA

Garibay-Orijel Roberto^{1,*}, Caballero Javier², Estrada-Torres Arturo³ y Cifuentes Joaquín⁴

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 113-100, Rumania N° 700 Col. Portales, C.P. 03301, México, D.F.

²Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-614, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, México D.F.

³Laboratorio de Sistemática, Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Apdo. Postal 183, C.P. 90000, Tlaxcala, México.

⁴Sección de Micología, Herbario FCME, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-181, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, México D.F.

*Autor para correspondencia (correo electrónico: rogaor@yahoo.com)

RESUMEN

La significancia cultural es un tema central en la etnobiología cuantitativa, con ella se pueden hacer inferencias sobre los sistemas de nomenclatura tradicional, apropiación, uso y valoración de los recursos, etc. En el presente trabajo, tomando como modelo el conocimiento micológico tradicional, analizamos la significancia cultural de los hongos comestibles y la efectividad de cuatro técnicas para estimarla. Durante 2003 aplicamos 95 cuestionarios aleatorios a pobladores de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Con estos datos estimamos la significancia cultural por medio de la frecuencia de mención, el lugar ordinal de mención, un índice compuesto e intraculturalmente. El índice compuesto incluyó como variables a la frecuencia de mención, abundancia percibida, frecuencia de uso, apreciación de sabor, uso como comida multifuncional, transmisión generacional del conocimiento, salud y economía. Encontramos que la distribución del conocimiento no es homogénea, pues existieron diferencias significativas en el número de hongos conocidos en función de la ocupación y edad de los informantes; pero no en función de su sexo. Según el índice compuesto, los taxa tradicionales con mayor significancia cultural fueron el complejo *Amanita caesarea*, *Ramaria* spp., *Neolentinus lepideus* y *Cantharellus cibarius* spp. El análisis multivariado mostró que para los entrevistados existieron tres grandes grupos de hongos: las especies de alto valor tradicional, consumo frecuente y conocidas por la mayoría; las especies poco conocidas, poco consumidas y sin características apreciables; y las especies sin mucho valor tradicional, con valor económico y potenciadoras de la salud. De la comparación de las técnicas concluimos que la estimación intracultural permite definir los dominios culturales en un primer paso de la

investigación; que a ésta debe seguirle un listado libre que permite analizar la distribución del conocimiento; y que finalmente, es deseable aplicar un índice compuesto pues éste permite analizar las causas que sustentan la significancia cultural de los recursos.

Palabras clave: Etnobiología cuantitativa, etnomicología, importancia cultural, hongos silvestres, conocimiento micológico tradicional

INTRODUCCIÓN

La significancia cultural (SC) de un organismo se ha definido como la importancia del rol que éste juega dentro de una cultura particular (Hunn, 1982). Ésta ha sido propuesta como una herramienta útil en el estudio de diferentes temas etnobotánicos: retención de léxico (Berlin et al., 1973; Turner, 1974); para predecir cambios en el contenido de las clasificaciones biológicas tradicionales, para evaluar la significancia de un recurso con base en su nomenclatura tradicional y para proveer las bases de la reconstrucción de patrones ecológicos extintos a partir del conocimiento biológico tradicional aun existente (Hunn, 1982); estudios históricos y arqueológicos de ecología humana y estrategias de subsistencia (Jochim, 1976; Campbell 1985; Todt y Hannon 1998); importancia perceptual de los organismos (Berlin et al., 1981); y el préstamo de nombres, productos e información sobre las plantas entre culturas (Turner, 1988).

En un principio la SC de los recursos botánicos se estimó con escalas sencillas de significancia (Berlin et al., 1973; Turner, 1974; Lee, 1979), pero según Turner (1988), estas escalas “son demasiado simples para tomar en cuenta todas las variables involucradas y no son suficientemente rigurosas para usarse sin sesgo”. Más aún, estas escalas están restringidas a la naturaleza de la cultura estudiada, son establecidas por los objetivos del investigador y no permiten análisis interculturales (Hunn, 1982). Este último autor sugiere que la SC de las plantas (“practical significance” en sus términos) primero debe ser descrita con detalle suficiente para discriminar cada taxón, y entonces, tal vez aprendamos como medirla. También propone que esta descripción, llamada “activity signature”, debe ser realizada desde el punto de vista de los investigados (c.f. Hays, 1974). Turner (1988) desarrolló el primer modelo teórico sobre la SC. Sus presunciones principales son que: la SC es igual al uso, cuando “uso” se interpreta en su contexto más amplio; cada planta reconocida tiene cierto grado de SC; y la SC varía en calidad, intensidad y exclusividad. El producto de estas tres

variables determina el valor de cada uso. Por lo tanto su índice de significancia cultural (CSI) de una planta es la suma de dichos valores de uso. Sin embargo, los datos de sus variables fueron determinados subjetivamente por el investigador (Phillips, 1996) y no por los informantes en entrevistas independientes. Dicho modelo fue modificado por Stoffle et al., (1990; 1999) basado en los mismos principios, pero adicionando las partes de la planta empleadas en cada uso en la categoría de calidad de uso y adicionando la categoría del uso contemporáneo en la fórmula. Phillips y Gentry (1993) propusieron otra opción para medir la utilidad relativa de las plantas y la llamaron “valor de uso”. Esta técnica está diseñada para permitir la prueba de hipótesis por medio de su técnica de entrevista, la naturaleza de sus datos y su fundamento estadístico. El valor de uso de una planta para un informante (UV_{is}) es el promedio del número de usos diferentes que éste haya reportado para dicha planta en varias entrevistas independientes. El valor de uso total de una planta (UV_s) es el promedio de los UV_{is} de todos los informantes.

Phillips (1996) clasificó esta técnica dentro de las técnicas de “consenso” para analizar cuantitativamente el conocimiento de los informantes. Este enfoque propuesto originalmente por Trotter y Logan (1986) y Romney et al. (1986), mide la importancia relativa de usos o especies directamente del grado de acuerdo entre las respuestas de los informantes obtenidas en entrevistas independientes (Phillips, 1996). Aunque estas técnicas han sido usado eficientemente en exploraciones etnofarmacológicas prospectivas (Trotter y Logan, 1986; Johns et al., 1990; Weiman y Heinrich, 1997; Ankli et al., 1999), este enfoque no permite una investigación a fondo del complejo fenómeno de la SC (Pieroni, 2001).

Pieroni (2001) diseñó un índice compuesto de SC para plantas comestibles (CFSI). Su índice es diferente de las propuestas anteriores pues es el primero desarrollado explícitamente para recursos comestibles e incluye un grupo más detallado de factores que influyen la SC.

Todos los esfuerzos para estimar la SC de los recursos han sido enfocados en las plantas. Sólo Pieroni (2001) incluyó en su muestra ocho especies de hongos, pero su índice no toma en cuenta la naturaleza peculiar de éstos y su conocimiento tradicional. Recientemente, Montoya et al. (2004) usaron la frecuencia de mención resultado de un listado libre como un indicador de la SC de los hongos, y el análisis de X^2 para probar hipótesis respecto de dichas frecuencias.

A manera de resumen, el estudio de la SC de los recursos es una piedra angular en el desarrollo de la Etnobiología cuantitativa. La SC tiene múltiples aplicaciones, pero su uso exitoso depende de la calidad y exactitud de su medición. Por eso es necesario primero entenderla y luego medirla (Hunn, 1982). A través del tiempo la investigación ha brindado más detalladas y completas descripciones de la SC (Figura 1); pero los índices compuestos deben ser pensados primero, como herramientas para disgregar, analizar y entender el fenómeno de la SC, y segundo, como técnicas para estimarla.

La valoración de los recursos y su significancia cultural no es homogénea dentro de un grupo humano en particular, pues suele estar influenciada por diversos aspectos culturales y sociales como: género, lugar de nacimiento; educación; ocupación; migración; edad; número de hijos; número de generaciones por casa; habilidad de lenguaje; acceso al conocimiento, etc. (Berlin, 1992). Por ejemplo, entre los Amuesha, del amazonas peruano, se ha encontrado que el conocimiento sobre ciertas plantas como la yuca (*Manihot esculenta*) es compartido por mujeres bien comunicadas entre sí (Boster, 1985); mientras que el conocimiento sobre nuevas variedades bajo experimentación sólo lo poseen los shamanes (Salick et al., 1997). Entre los Aguaruna del Perú, el conocimiento ornitológico sólo lo comparten los hombres, esto se relaciona también con su actividad dentro de su sociedad, pues son los únicos que salen a la selva a cazar (Berlín, 1992).

En el presente estudio, usamos el conocimiento micológico tradicional y la valoración que sobre los hongos comestibles silvestres hacen los Zapotecos de Ixtlán, para evaluar la eficiencia de cuatro técnicas para estimar la SC, estimar su homogeneidad en la comunidad y analizar las causas que la sustentan. Perseguimos los siguientes objetivos: i) Medir la SC de los hongos comestibles en función de su frecuencia de mención, orden de mención, puntuación en un índice compuesto y desde el punto de vista de los entrevistados (estimación intracultural); ii) Comparar la SC de las especies entre grupos de informantes; iii) Realizar un análisis inductivo¹ de las causas que determinan la SC de los hongos comestibles; y iv) Analizar las ventajas y desventajas de cada técnica.

¹ Se entiende por análisis inductivo, aquel que construye una teoría a través del examen de las partes del objeto de estudio; en contraposición con el análisis deductivo, que a través de teorías generales, explica el comportamiento de elementos particulares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Ixtlán se localiza dentro de la Sierra de Juárez en el centro de Oaxaca (Figura 2). La descripción completa de su localización, clima y vegetación puede consultarse en Valdés et al. (2003) y Garibay-Orijel et al. (2006). En general, tiene un clima templado y se encuentra dentro de un área conservada de bosques de coníferas. Para 2002, el pueblo tenía aproximadamente 2201 habitantes de origen zapoteco de los que sólo el 50% hablaba su lengua original (INEGI, 2002).

Los Zapotecos son una cultura ancestral que en sus inicios adoptó elementos de la cultura Maya Quiché (Mendieta, 1949). Monte Albán (650 – 900 A.C.) fue su ciudad prehispánica más representativa y tras su abandono, su identidad cultural se fragmentó (Whitecotton, 1985). Su lenguaje pertenece al grupo lingüístico otomague que contiene también al mixteco, otomí, chinanteco y mague. Actualmente los zapotecos están ampliamente distribuidos en el estado de Oaxaca, principalmente en el Valle de Oaxaca, el Istmo de Tehuantepec, la Sierra de Juárez, el ex-distrito de Villa Alta, Yalalag y la Sierra de Miahuatlán (Whitecotton, 1985).

La economía de la Sierra de Juárez está basada en la agricultura, silvicultura y ganadería de autoconsumo, existe poco cultivo de café y frutales. Los recursos forestales son muy importantes en la región, casi el 40% del producto regional se basa en ellos. En general, el desarrollo en el área es escaso y los servicios de educación y salud no son suficientes (Vázquez, 1991). En este universo, Ixtlán es una de las comunidades más desarrolladas. Ahí, aproximadamente del 60.43% de los adultos se dedican a actividades primarias (forestería, agricultura y ganadería), 9.02% trabaja en escuelas, 9.02% en servicios de salud y gubernamentales, 12.72% tiene algún trabajo industrial y 18.04% están ocupados por algún tipo de servicio (INEGI, 2002).

Trabajo etnomicológico

A partir del 2000 realizamos una exhaustiva recopilación del conocimiento micológico tradicional local. La taxonomía y nomenclatura tradicional usadas en el presente trabajo ya se han documentado en Garibay-Orijel et al. (2006). En Mayo de 2003 aplicamos 95 cuestionarios a una muestra aleatoria de la población. Todos los informantes tuvieron 20 años o más y por lo menos han vivido los últimos cinco años en el pueblo. De los informantes, 51

fueron mujeres y 44 hombres; 39 tuvieron de 20 a 39 años (jóvenes), 32 de 40 a 59 años (adultos) y 24 tuvieron 60 años o más (adultos mayores); 51 trabajaban en servicios, 18 fueron trabajadores de servicios y campesinos, 12 campesinos y 14 empleados forestales. Los cuestionarios incluyeron una pregunta para generar un listado libre, siete preguntas para el cálculo del índice compuesto y dos preguntas para la estimación intracultural.

Listado libre

Aplicamos la técnica del listado libre pues ésta se usa para “estudiar o hacer inferencias sobre la estructura cognitiva de los informantes a partir de la frecuencia y orden de mención” (Weller y Romney, 1988). Le pedimos a los informantes que listaran todos los hongos comestibles que conocieran (Bernard, 1995). La identidad taxonómica de cada nombre tradicional la corroboramos con estímulos visuales como hemos descrito en Garibay-Orijel et al. (2006).

Índice de significancia cultural para hongos comestibles

Para desarrollar el índice de significancia cultural para hongos comestibles (ISCHC) nos basamos en el índice propuesto por Pieroni (2001) que incluye siete variables culturales que influyen a la SC: frecuencia de mención, abundancia percibida, frecuencia de uso, partes de la planta usadas, uso multifuncional como comida, prueba de apreciación de sabor y rol alimento-medicina. El valor final de dicho índice (CFSI) se integra por el producto de esas variables.

Para ser congruentes con la naturaleza específica de los hongos, modificamos matemáticamente y en contenido el modelo de Pieroni. Las consideraciones matemáticas de dicho modelo son: los subíndices están en diferentes escalas por lo que sus valores extremos son distintos; la posibilidad de valores cero se omite por lo que algunos subíndices pueden ser sobrevaluados y la información sobre no SC se pierde; los valores de los subíndices son absolutos y pueden ser negativos debido a los criterios de ponderación; el peso de cada subíndice en el cómputo final es distinto, particularmente como el índice de mención es un número absoluto, éste puede influenciar substancialmente al CFSI.

Para integrar el Índice de significancia cultural para hongos comestibles (ISCHC), primero se categorizaron las respuestas de los 95 informantes a las siete preguntas del cuestionario

correspondientes a cada uno de los subíndices del ISCHC. La tabla 1 muestra la categorización de las posibles respuestas a las preguntas abiertas, las alternativas de las preguntas de opciones y sus valores en cada subíndice.

En el cálculo del ISCHC de una especie en particular (sp_i) usamos la fórmula: $ISCHC_{sp_i} = XIAP + XIFU + XIPAS + XICM + XITC + XIS + XIE$. Luego calculamos el índice ponderado $ISCHC_m = (ISCHC) IM$. Donde:

IM: Índice de mención = $(N^\circ \text{ menciones} / N^\circ \text{ informantes}) 10$.

IAP: Índice de abundancia percibida, los informantes categorizaron la abundancia de la sp_i con base en estímulo gráfico que muestra cinco opciones en una escala logarítmica (Figura 3a).

IFU: Índice de frecuencia de uso, los informantes respondieron la pregunta de opciones: ¿Cada cuándo come usted sp_i ?

IPAS: Índice de la prueba de apreciación de sabor, los informantes respondieron la pregunta: ¿Qué tanto le gusta sp_i ? Para evitar la subjetividad de la escala de gustos de cada informante, usamos un estímulo gráfico para categorizar las respuestas (Figura 3b).

ICM: Índice de comida multifuncional, los informantes respondieron la respuesta abierta: ¿Cómo guisa usted sp_i ?

Eliminamos el índice de partes usadas de Pieroni (2001), pues en contraste con las plantas de las que se puede comer la raíz, tallo, hojas, flores y frutos; los hongos se comen enteros y sí se les quita el estípite o cutícula esto tiene mínimas implicaciones culturales en nuestra área de estudio. También eliminamos el índice del rol alimento-medicina pues aunque en México se usan aproximadamente 30 especies de hongos (incluyendo líquenes) como medicinas (Guzmán, 1994), el concepto alimento-medicina no se aplica tradicionalmente como sucede en Asia (Corea, Japón, China) donde esto es común y aproximadamente 300 especies de hongos se usan en la medicina tradicional (Ying, 1987). En lugar de estos dos índices, incluimos los índices de transmisión de conocimiento, salud y económico.

La permanencia, aparición o extinción del uso de un recurso en una cultura es un factor que no se ha tratado previamente en los estudios de SC. Para esto, le preguntamos a los entrevistados cuántas generaciones estaban involucradas en el uso de sp_i y si se trataba de un uso reciente, de quién lo habían aprendido. Sus respuestas categorizadas (Tabla 1) integran el índice de transmisión de conocimiento (ITC).

Un factor muy importante que influencia la SC de los hongos es la posibilidad de intoxicarse e incluso morir tras su consumo. Aunque la toxicidad de las plantas también es común, la gente, incluso los más sabios, siempre está conciente de que un error en la identificación de los hongos puede ser fatal. En este caso, usamos el índice de salud (IS) para evaluar dónde sitúan los informantes a sp_i en el rango entre aquellas especies evitadas por su toxicidad y las consumidas por ser buenas para la salud o medicinales. Para esto, se preguntó: ¿Qué tan seguro o sano es comer este hongo, puede hacer daño?

Con el índice económico (IE) estimamos el valor económico que tuvieron las especies para los entrevistados. Para esto, los informantes respondieron la pregunta de opciones: ¿Ha usted comprado o vendido sp_i y a qué precio?

En el ISCHC todos los subíndices están en la misma escala del 0 al 10, los valores 0 se permiten, no hay valores negativos y todos los subíndices tienen el mismo peso. XIAP, XIFU, XIPAS, XICM, XITC, XIS y XIE son el promedio de los valores de dicho subíndice reportados por cada informante. En ISCHCm usamos el número relativo de menciones (IM) para amplificar las diferencias y estimar la SC en la dimensión de toda la muestra.

Estimación intracultural

Para estimar la SC desde el punto de vista de los informantes (Hunn, 1982), les preguntamos ¿Qué hongo consideran más importante? Aunque la pregunta fue vaga, tuvo la virtud de no sesgar las respuestas. Siempre los impulsamos para que usaran su propia definición de importancia (Romney et al., 1979). Luego les pedimos que nos dijeran qué criterio (razón de importancia) habían usado para definir la importancia de las especies. Turner (1988) reportó la falla de un enfoque similar, sin embargo, ella permitió respuestas con muchas especies según sus diferentes usos, el conocimiento que buscaba estaba casi extinto y su muestra de especies era muy grande (c.f. Turner, 1988 pp.: 274-275). Estos factores no afectaron nuestro trabajo.

Análisis

Con el orden de mención de cada listado libre, creamos la matriz de informante por pregunta y luego la dicotomizamos (Ryan et al. 2000). Calculamos los elementos totales, promedios, medias y frecuencias para cada pregunta (Henley, 1969). Con las menciones por especie obtuvimos la lista ordinal de especies por frecuencia de mención.

Por medio de una prueba de Mann-Whitney, el análogo no paramétrico de la t de Student para dos muestras (Zar, 1984: 138), buscamos si existían diferencias significativas entre el número promedio de especies conocidas entre hombres y mujeres. Asumiendo que las diferencias en el acceso al recurso tienen un efecto sobre el número de especies conocidas, se plantearon las siguientes hipótesis: H_0 : Las mujeres y los hombres conocen el mismo número de especies; H_a : Las mujeres conocen menos especies que los hombres. Para esto, se calculó el estadístico U' pues es el adecuado para hipótesis de una cola (Zar, 1984: eq. 9.33). Como el tamaño de la muestra es grande, se usó la aproximación normal a la prueba de Mann-Whitney, y se calculó Z (Zar, 1984; eq. 9.40). Para esto fue necesario calcular el error estándar de U corregido para muestras con rangos empatados (Zar, 1984; eq. 9.42). Finalmente, Z se comparó con el valor crítico de $t_{0.05(1)\infty}$ (Zar, 1984; p: 143).

Usamos la prueba de Kruskal-Wallis, el análogo no paramétrico al análisis de varianza (Zar, 1984: 176), para buscar diferencias significativas entre los tres grupos de edades y también entre los cuatro grupos de ocupación. Debido a que en los datos hubo rangos empatados, usamos el factor de corrección C para calcular el estadístico H_c (Zar, 1984: 179). Luego comparamos H_c con la aproximación de X^2 (Zar, 1984: 179). Una vez que se detectaron diferencias significativas, localizamos entre qué pares de grupos ocurrían computando el error estándar con la ecuación para rangos empatados (Zar, 1984; eq. 12.28) y con éste, calculamos el estadístico Q (Zar, 1984: 200).

Asumiendo que aquellas especies que fueron mencionadas al principio del listado son más importantes, creamos una lista ordinal de especies por orden de mención (Romney y D' Andrade, 1964). Calculamos el valor ordinal de rango (VOR) con la fórmula: $VOR_{spi} = \sum_{i=1}^n 1/p$. Donde " p " es el lugar en el listado del informante " i " para la especie " sp_i ", y " n " es el número de informantes que mencionaron " sp_i " en sus listados.

Para investigar las interrelaciones entre las especies y entre los subíndices, llevamos a cabo una serie de técnicas de agrupamiento y ordenación. Con la matriz de especie por subíndice calculamos las distancias Euclidianas entre especies. Con éstas buscamos la existencia de grupos de especies con la regla de agrupamiento "complete linkage". Para buscar grupos de especies en función de su similitud (Ryan et al., 2000), con las distancias Euclidianas realizamos un análisis de escalamiento multidimensional (EMD). Para explicar patrones en la

SC de las especies en función de las variables culturales estudiadas, se obtuvo la matriz de correlación y con ella se realizó un análisis de componentes principales (ACP) por columnas. Para explicar cómo actúa cada subíndice en el proceso general de la significancia cultural, realizamos un ACP por filas. Adicionalmente, buscamos si existían relaciones entre los subíndices con una correlación de Pearson (Zar, 1984).

Finalmente, se aplicó una correlación de rangos de Spearman (Zar, 1984) entre la lista ordinal por frecuencia de mención y la lista ordinal por orden de mención (Romney y D' Andrade, 1964). Hicimos lo mismo para comparar estas dos listas con las listas ordinales resultantes de las evaluaciones de ISCHCm y la intracultural. Todas las técnicas estadísticas univariadas y multivariadas se llevaron a cabo en alguno de los siguientes programas: Statistica 5.1 para Windows (StatSoft, 1997) y Biodiversity Pro 2 (Mc Aleece, 1997).

El análisis cualitativo de las técnicas empleadas tomó en cuenta: el tiempo empleado para obtener los datos; el estado del conocimiento previo necesario para aplicarla; número de pasos subjetivos de cada técnica; la cantidad y calidad de información que brinda; y la posibilidad de emplearla como una herramienta analítica y de prueba de hipótesis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frecuencia de mención

Entre todos los listados libres, en total se mencionaron 21 taxa tradicionales, estos corresponden a 37 taxa científicos (Garibay-Orijel et al., 2006). Los taxa conocidos por más del 50% de los informantes fueron: el complejo *Amanita caesarea*, *Ramaria* spp., *Neolentinus lepideus* y *Agaricus pampeanus*. Al agrupar las dos especies del grupo de *Cantharellus cibarius*, comúnmente consideradas como la especie tradicional “Beshia de”, éstas fueron mencionadas 89 veces (93.69%). *Tricholoma magnivelare*, *Hypomyces lactifluorum*, *Hydnum repandum* s.l., y *Lactarius volemus* s.l., fueron mencionados entre el 20% y el 50% de los informantes. Las especies conocidas por menos de cinco informantes fueron *Austroboletus betula*, *Lactarius deliciosus* s.l., *Laccaria vinaceobrunnea* s.l., *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Pleurotus* sp. y *Gomphus clavatus* (Tabla 2).

Prácticamente todas las especies fueron conocidas por ambos sexos; sólo *G. clavatus* y *Pleurotus* sp. fueron mencionadas por un sexo. La primera la mencionó sólo una mujer, y la segunda estuvo restringida a trabajadores forestales (todos hombres). La mayoría de las

especies (16) fue conocida por un porcentaje mayor de hombres que de mujeres. Aquéllas con una diferencia mayor al 10% fueron *A. pampeanus*, el complejo *A. caesarea*, *C. cibarius* sp.2, *H. repandum* s.l., *N. lepideus* y *T. magnivelare* con la mayor diferencia de 28.34%. El único taxón que conocieron mayoritariamente las mujeres (diferencia > 10%) fue *C. cibarius* sp.1 (Tabla 2). Esto se debió a que esta es la única especie vendida regularmente en el mercado y las mujeres son quienes compran los ingredientes de la comida. Aunque los hombres en promedio mencionaron 7.14 especies tradicionales y las mujeres 5.82, estas diferencias no fueron significativas ($Z = 1.362 < t_{0.05(1)\infty} = 1.645$); por lo que aceptamos la hipótesis nula de que estadísticamente las mujeres conocen el mismo número de hongos que los hombres. Montoya et al. (2004) encontraron un caso similar, al no encontrar diferencias significativas en la frecuencia de mención de las especies entre hombres y mujeres resultado de un listado libre en el Parque Nacional La Malinche.

Los jóvenes (20-39 años) tuvieron un conocimiento de especies considerable, casi en la mitad de especies tuvieron porcentajes de mención similares a los de las personas más grandes. Las únicas especies que mencionaron con mayor frecuencia fueron el complejo *A. caesarea*, *L. vinaceobrunnea* s.l. y *L. laccata* var. *pallidifolia*, sólo no mencionaron dos especies. Los adultos (40-59 años) mencionaron más que ningún otro grupo ocho especies, pero en ningún caso la diferencia fue mayor al 10%; sólo no mencionaron a *L. deliciosus* s.l. Los adultos mayores (más de 60 años) dieron frecuencias de mención más altas en diez especies; en ocho de éstas, las diferencias fueron mayores del 10%; sin embargo, no mencionaron cinco especies (Tabla 2). Encontramos diferencias significativas en el número de especies conocidas únicamente entre los jóvenes y adultos mayores ($Q = 2.847 > Q_{0.05,3} = 2.394$).

En promedio, los trabajadores de servicios conocieron 4.73 especies tradicionales, los campesinos con trabajo en servicios 7.06 especies, mientras que campesinos y trabajadores forestales conocieron 9 y 8.86 especies, respectivamente. Encontramos diferencias significativas en el número de especies conocidas entre la gente que trabaja en servicios respecto de campesinos con trabajo en servicios, campesinos y trabajadores forestales ($Q = 3.09 > Q_{0.05,4} = 2.639$, $Q = 4.78 > Q_{0.05,4} = 2.639$ y $Q = 4.50 > Q_{0.05,4} = 2.639$, respectivamente) y ninguna diferencia entre el resto de los grupos de ocupación. Es decir, que la ocupación de los entrevistados no es por sí misma un factor que determine su CMT, más bien, es una limitante cuando las actividades de las personas no tienen que ver en absoluto con su

ambiente, pues las diferencias considerables en el tiempo que cada grupo pasa en el bosque (Garibay-Orijel et al., 2006) se reflejan en el número de especies que conoce cada uno.

Valor ordinal de rango

El complejo *A. caesarea* fue la especie tradicional con mayor puntuación (51.872) en el VOR, seguido de *C. cibarius* sp.1, *N. lepideus* y *C. cibarius* sp.2 con más de 25 puntos (Tabla 3). La especie tradicional “Beshia de” en conjunto acumuló 53.103 puntos, por lo que según esta estimación, sería la especie tradicional de mayor SC. Las especies mencionadas más frecuentemente en primer lugar fueron el complejo *A. caesarea*, *C. cibarius* sp.1, *C. cibarius* sp.2 y *N. lepideus*. De hecho, las primeras tres acumularon el 75% de sus menciones entre el primer y tercer lugar. Aunque *N. lepideus* fue mencionado principalmente entre el primer y tercer lugar, éste alcanzó el 75% de sus menciones hasta el sexto lugar. Algunas taxas con muchas menciones como *Ramaria* spp. no alcanzaron valores altos pues no fueron mencionados frecuentemente en los primeros lugares; de hecho, esta especie fue mencionada principalmente entre el cuarto y quinto lugar. Para *H. lactifluorum*, esto sucedió entre el tercer y sexto lugar y para *A. pampeanus* y *L. volemus* s.l. entre el cuarto y el séptimo lugar. Especies registradas normalmente entre el quinto y el octavo lugar fueron *Cortinarius* secc. *Malacii* sp., *H. repandum* s.l., y *T. magnivelare*. Especies con pocas menciones entre el segundo y décimo lugar fueron *A. betula*, *Cantharellus cinabarinus*, *L. laccata* var. *pallidifolia*., *L. vinaceobrunnea* s.l. y *Sparassis crispa*; especies mencionadas siempre después del sexto lugar fueron *G. clavatus*, *H. aurantiaca*, *Hygrophorus russula* s.l. y *Pleurotus* sp. De hecho las últimas tres y *S. crispa* alcanzaron el 75% de sus menciones después del onceavo lugar.

Índice de abundancia percibida

En la tabla 3 mostramos los valores que obtuvieron las especies en cada uno de subíndices del índice compuesto.

Las especies con valores de 7.5 o más en el IAP fueron *C. cibarius* sp.1, *C. cibarius* sp.2, *Pleurotus* sp. y *L. laccata* var. *pallidifolia*; y aquellas percibidas por los informantes como raras ($IAP \leq 2.5$) fueron *G. clavatus* y *S. crispa*. Ciertamente, *L. laccata* var. *pallidifolia* es el hongo más abundante en los bosques de Ixtlán (Valdés et al., 2003). En mediciones personales (Capítulo 2 de este trabajo), *C. cibarius* sp.2 es un hongo común, pero no abundante.

Posiblemente la gente piensa que es abundante pues lo asocia con *C. cibarius* sp.1 que se vende copiosamente en el mercado del pueblo. No tenemos datos sobre la abundancia de *Pleurotus* sp., aunque los informantes (trabajadores forestales) reportaron que éste es escaso cerca del pueblo, pero abundante en bosques húmedos lejanos. En nuestros datos, *G. clavatus* y *S. crispa* son muy raros y restringidos a hábitats particulares. El IAP es la única medida en el ISCHC que no es eminentemente cultural, pues se deriva de la percepción de un aspecto ecológico. La relación entre la abundancia real y la percibida no es muy clara y requiere aún mucho estudio etnobiológico. Su entendimiento es fundamental para la comprensión de cómo la gente aprecia y usa sus recursos. En la discusión general del presente trabajo se hace un análisis de esta relación.

Índice de frecuencia de uso

Cantharellus cibarius sp.1, *C. cibarius* sp.2 y el complejo *A. caesarea* fueron las únicas especies que se consumen más de una vez al año (IFU > 5). Y aquellas que se usan sólo en algunos años (IFU ≤ 2.5) fueron *Pleurotus* sp., *T. magnivelare* y *L. deliciosus* s.l. Las primeras son una combinación de especies muy apreciadas y fáciles de obtener (por recolección o compra) y las segundas son hongos con abundancias regulares y su conocimiento se restringe a ciertos grupos sociales.

Índice de la prueba de apreciación de sabor

Según los informantes, 15 especies tradicionales pueden ser catalogadas como de buen sabor (IPAS ≥ 6.67). Las de mejor sabor fueron *G. clavatus*, *S. crispa*, *N. lepideus*, *C. cibarius* sp.2, el complejo *A. caesarea* y *C. cibarius* sp.1. Aquéllas que fueron catalogadas como de sabor simple (3.33 < IPAS < 6.67) fueron *Austroboletus betula*, *L. laccata* var. *pallidifolia*, *H. russula* s.l., *A. pampeanus*, *Cortinarius*. secc. *Malacii* sp. y *L. volemus* s.l. Ningún hongo fue catalogado como de sabor desagradable. Ya que la idiosincrasia afecta fuertemente las evaluaciones personales de sabor (Rozin y Fallon 1981), dominios culturales como el “buen sabor” sólo son explicables desde perspectivas intraculturales. Con los hongos suceden ejemplos análogos, Ruán et al. (2004; 2006) discuten la alta SC de *Schizophyllum commune* como comida en los trópicos del mundo, particularmente en el sureste de México. En Ixtlán, dentro de las especies con valores altos en el IPAS encontramos: hongos reconocidos como

manjares en todo el mundo como *C. cibarius* spp. y el complejo *A. caesarea*; especies valoradas localmente por su sabor y consistencia “similar a la carne” (*S. crispa*, *N. lepideus*), un fenómeno común en México; y a *G. clavatus*, una especie sin reportes previos de comestibilidad en México. El sabor de algunas especies fue catalogado como simple (*L. laccata* var. *pallidifolia*), sin consistencia (*A. betula*) o amargoso *H. russula* s.l. El último caso es interesante, pues en realidad la especie tradicional “Beshia biarida” comprende dos especies *H. russula* y *H. purpurascens*. La gente dice que este hongo a veces amarga la comida, lo cual algunos relacionan con la edad de los hongos y otros con la cutícula. Aunque ambas especies son comestibles, localmente una de ellas tiene un sabor amargoso y la superficialidad de la taxonomía tradicional micológica local afecta el uso de este recurso.

Índice de comida multifuncional

Los informantes reportaron que seis especies se consumen como los elementos principales del guiso ($ICM \geq 7.5$) y aquellas que se consumen solas algunas veces ($ICM \geq 8.25$) fueron *G. clavatus*, el complejo *A. caesarea* y *L. deliciosus* s.l. Los hongos que se consumen siempre mezclados con otros hongos y carne ($2.5 < ICM < 5$) fueron *H. aurantiaca*, *H. russula* s.l. y *Laccaria* spp. Una serie de factores prácticos están involucrados en la decisión de cómo guisar un hongo: cuántos hongos de cada especie se tienen; el estatus económico, pues la gente con menos recursos económicos suele sustituir la carne con hongos; cuánto tiempo se tiene para guisar; y qué tan hambriento se encuentre uno. Otros factores involucrados son culturales y de idiosincrasia: la riqueza culinaria de la cultura en cuestión, las tradiciones y recetas familiares, y el gusto individual por ciertos guisos. En Ixtlán, *G. clavatus* y *L. deliciosus* s.l. son consumidos solos por su sabor especial por aquellas pocas personas que los conocen. Las especies del complejo *A. caesarea* son un caso interesante, ya que son consumidas solas por la mayoría de los informantes gracias a su sabor, tamaño y facilidad para cocinarse. El extremo de este valor culinario se expresa dentro del bosque con los empleados forestales, pues cuando ellos acampan por varios días, complementan su dieta con hongos que recolectan; y las especies de este complejo van del suelo del bosque a la fogata y son consumidas rápidamente. Por otro lado, las especies que se preparan siempre mezcladas con otros hongos y carne pueden tener diferentes características. Pueden ser muy abundantes, pequeñas y con sabor simple (*L. laccata* var. *pallidifolia*); abundantes y grandes, pero no con muy buen sabor (*H.*

russula s.l.); y comunes, pequeñas y de sabor simple (*H. aurantiaca*). Existe un grupo de especies (*H. repandum* s.l., *Cantharellus* spp., y *Ramaria* spp.) que comúnmente se guisan solas o mezcladas en “amarillito”, un guiso típico muy apreciado. Sólo dos informantes reportaron consumir *L. volemus* s.l. crudo. Las especies que se conservan por deshidratación fueron *C. cibarius* spp., *L. volemus* s.l. y *N. lepideus*. Esta práctica es más importante en *N. lepideus*, pues es un hongo poco frecuente, que encuentra poca gente; y se vende, regala o compra como algo muy especial. Algunos especímenes de esta especie llegan a alcanzar hasta 30 cm de diámetro, y debido a su fenología sólo se puede disfrutar en un periodo corto del año (abril y mayo).

Índice de transmisión de conocimiento

Según el ITC, 18 taxa tradicionales son parte del conocimiento micológico local en Ixtlán (ITC \geq 5). Aquéllas con mayor arraigo generacional fueron *Cortinarius* secc. *Malacii* sp., *H. repandum* s.l., *L. vinaceobrunnea* s.l., *C. cibarius* sp.2, *H. lactifluorum*, *A. pampeanus*, *C. cibarius* sp.2 y el complejo *A. caesarea*. Los informantes refirieron que estas especies son conocidas por seis generaciones o más dentro de una familia. De cualquier manera, existe actualmente la tendencia de no enseñarle a los niños sobre los hongos. Esto es más evidente en especies como *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. que fue referido por 14 informantes y entre éstos, sólo por dos jóvenes (Tabla 2). Incluso el caso de *L. vinaceobrunnea* s.l. podría significar la inminente extinción local de su conocimiento, pues aunque las generaciones anteriores la consumían (ITC = 8.750), durante el estudio sólo el 4.21% de los informantes la reconocieron. Las especies con menor importancia tradicional (ITC < 5) fueron *S. crispa*, *T. magnivelare* y *Pleurotus* sp. Estos datos corroboran previas observaciones de campo acerca del intenso intercambio cultural e incorporación de nuevas especies al conocimiento micológico tradicional del pueblo (Garibay-Orijel et al., 2006). En nuestras observaciones, la gente de Ixtlán aparentemente no usaba originalmente a *S. crispa*, más bien, ha aprendido a comerlo de los vendedores de hongos de pueblos cercanos. Recientemente, discutimos la incorporación de *T. magnivelare* (matzutake americano) a la cultura de Ixtlán, pues ahora la gente del pueblo lo usa con sus propias ideas y mitos dentro de su contexto cultural (Garibay-Orijel et al., 2006).

Índice de salud

El único hongo al que la gente catalogó como potenciador de la salud, es decir que da “fuerza”, “virilidad”, “inteligencia”, etc., fue *T. magnivelare* (IS > 8.336). Algunos otros hongos catalogados como más que saludables, es decir “nutritivos”, “buenos para el cuerpo”, etc., fueron *N. lepideus*, *H. repandum* s.l., *C. cibarius* spp., *Ramaria* spp. y *L. volemus* s.l. (IS > 6.670). Aquellas especies evitadas por su parecido con algún hongo tóxico (IS < 6.67) fueron *A. pampeanus*, el complejo *A. caesarea* y *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. Estos datos están bien soportados por nuestro trabajo etnomicológico previo (Garibay-Orijel et al., 2006). Cuando la gente fue cuestionada acerca de las propiedades especiales de *T. magnivelare* sobre la salud, en general señalaron la siguiente secuencia de ideas: las compañías japonesas pagan por esta especie cantidades nunca antes vistas para otro hongo; por lo tanto ellos deben extraer algo especial de él; como (según la gente) “los japoneses son muy inteligentes y saludables”, esos extractos tienen que ser medicinas o vitaminas. De hecho hay quiénes aseguran sentirse más saludables o que sus hijos obtienen mejores calificaciones en la escuela a partir de que consumen este hongo. Las especies consideradas como más que saludables, coinciden con aquéllas consideradas como “especiales”, “muy consistentes” o con cualidades nutricionales o metafísicas (“muchas vitaminas”, “casi como medicina”, “relaja”, “llena”, “mejor que la carne”) en la evaluación intracultural. Las especies evitadas por algunas personas, en realidad pueden ser confundidas con especies tóxicas presentes en los bosques de Ixtlán. Los *Agaricus* blancos como *A. pampeanus* pueden ser confundidos con botones de *Amanita virosa* (Lincoff, 1981); de hecho hace más de 20 años ocurrió una intoxicación mortal presumiblemente debida a esta última especie. Algunos especímenes viejos o deslavados por la lluvia de *A. muscaria* pueden ser confundidos con *A. caesarea* (García, 2004) y *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. pertenece a un género con muchas especies tóxicas similares (Barron, 1999).

Índice económico

Once especies que nunca son vendidas en Ixtlán tuvieron valores cero en el IE. *Hypomyces lactifluorum*, *Ramaria* spp., *C. cibarius* sp.2, *H. repandum* s.l., el complejo *A. caesarea* y *L. volemus* s.l. tuvieron un $0 < IE \leq 1$. Estas especies son vendidas ocasionalmente por vendedores de otros pueblos que ofrecen hongos de puerta en puerta o sobre pedido. Sólo cuatro especies tuvieron una importancia económica apreciable (IE > 1), *N. lepideus* y *S.*

crispa tuvieron valores entre 1 y 3.33. El primero es un hongo que ocasionalmente hallan los empleados forestales y la gente suele comprárselos a precios altos. La segunda especie no es común en los bosques aledaños al pueblo y sólo se puede comprar a vendedores de fuera. *Cantharellus cibarius* sp.1 (IE = 3.641) es el único hongo que se vende regularmente en el mercado de Ixtlán. Cada lunes desde julio hasta octubre, se puede comprar ½ Kg de éste desde 1.5 a 2 USD (11.5 pesos/dólar). *Tricholoma magnivelare* tuvo la mayor importancia económica (IE = 4.565), aunque la gente ya no lo vende a las compañías japonesas. Esto es muy significativo pues denota que la importancia económica no sólo estuvo relacionada a la venta de las especies, sino que también fue influida por su valor económico potencial.

Índice de significancia cultural para hongos comestibles

La evaluación del ISCHC resultó en valores que van de 48.423 para *C. cibarius* sp.1 a 29.375 para *H. russula* s.l. (Tabla 3). Los hongos con mayor SC según este índice fueron *C. cibarius* sp.1, *C. cibarius* sp.2, el complejo *A. caesarea*, *N. lepideus* y *Ramaria* spp. Aquéllas con menor SC fueron *A. betula*, *H. aurantiaca*, *L. laccata* var. *pallidifolia*, *S. crispa* e *H. russula* s.l. Este índice en general brindó estimaciones homogéneas de SC entre las especies, sólo tres especies tuvieron valores superiores a 40; 17 tuvieron valores entre 40 y 30; y sólo una por debajo de 30. Ya que los valores de cada subíndice son promedios y el cómputo final no está influenciado por el número de menciones, ISCHC es una estimación idiosincrásica promedio de la SC. Es por eso que especies poco conocidas como *G. clavatus* y *L. deliciosus* s.l. alcanzaron los lugares sexto y octavo respectivamente en la lista ordinal del ISCHC. En cambio, *L. volemus* s.l. fue noveno en el número de menciones pero catorceavo en ISCHC pues tiene valores muy bajos en IAP, IFU e IPAS.

Al calcular el índice ponderado ISCHCm, sus estimaciones variaron entre 399.430 para el complejo *A. caesarea* y 4.018 para *G. clavatus*. Las especies con mayor SC de acuerdo con este índice fueron el complejo *A. caesarea*, *Ramaria* spp., *N. lepideus*, *C. cibarius* sp.1 y *C. cibarius* sp.2. La especie tradicional “Beshia de” en total sumó 440.660 puntos, esto es más que ninguna otra especie. Las especies con menor SC (ISCHCm < 0.2) fueron *L. vinaceobrunnea* s.l., *Pleurotus* sp., *A. betula*, *H. aurantiaca* y *G. clavatus*. Ya que el ISCHCm está ponderado por el valor relativo del número de menciones, debe ser considerado como una

estimación muestral de la SC de los hongos en Ixtlán. Por lo tanto, especies con muchas menciones suelen tener valores altos en este índice.

Análisis multivariado

El dendrograma de distancias Euclidianas (Figura 4a) muestra tres grandes grupos de especies. De derecha a izquierda, el primer grupo (A) se separa de los demás a una distancia de 12.620, éste se conforma por nueve de las diez especies con mayor SC. El segundo (B) y tercer (C) grupo se separan a una distancia de 9.626. El grupo “B” se integra por nueve especies con escasa SC. El grupo “C” se integra por tres especies muy particulares (*G. clavatus*, *S. crispa* y *T. magnivelare*) con SC variable. Las especies más cercanas (distancia Euclidiana = 1.396) fueron *H. lactifluorum* e *H. repandum* s.l.; *L. volemus* s.l. se une a estas dos a una distancia de 1.669. Otros pares de especies cercanas fueron *L. laccata* var. *pallidifolia* e *H. russula*, *L. vinaceobrunnea* s.l. y *Cortinarius* secc. *Malacii* sp., *L. deliciosus* s.l. y *C. cinnabarinus*, *C. cibarius* sp1 y sp2, *Ramaria* spp. y el complejo *A. caesarea*. Se reconocen también tres grupos menores de especies, el “d” integrado por *H. lactifluorum*, *H. repandum* s.l., *L. volemus* s.l., *A. pampeanus* y *N. lepideus*; todas éstas se unen a una distancia de 4.531. *Lactarius deliciosus* s.l., *C. cinnabarinus* y *A. betula* integran el grupo “e” que se une a una distancia de 5.784. Y finalmente el grupo “f” conformado por *L. laccata* var. *pallidifolia*, *H. russula*, *H. aurantiaca*, *L. vinaceobrunnea* s.l. y *Cortinarius* secc. *Malacii* sp., estas especies se unen a una distancia de 6.213.

En la Figura 4b se muestra la solución bidimensional del EMD (estrés = 0.000479). La configuración del ordenamiento de las especies es similar a la obtenida con la técnica de agrupamiento. Algunos de los pares de especies no se mantienen como *Ramaria* spp y el complejo *A. caesarea*, tampoco *L. vinaceobrunnea* s.l. y *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. En el grupo “d” *N. lepideus* queda distante del resto de las especies y las dos especies de *C. cibarius* son cercanas a este grupo. *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. se aleja del resto de las especies del grupo “f” mientras que *Pleurotus* sp. se une a ellas. Los ejes de las dimensiones 1 y 2 discriminan muy bien a los tres grupos mayores de especies. Las especies del grupo “A” tienen valores superiores a 0.2 en la dimensión 1, las especies del grupo “B” tienen valores menores a 0.2 en la dimensión 1 y menores a 0.6 en la dimensión 2, mientras que las especies de “C” tienen valores superiores a 0.6 en la dimensión 2 (Figura 4b).

En el ACP, los tres primeros componentes principales (CP) explican el 28.39%, 27.49% y 15.79% de la variación de los datos respectivamente; en total esto representa el 71.67%. El ordenamiento de las especies entre el CP1 y CP2 (Figura 4c) es congruente con el obtenido en el EMD. Las especies del grupo “A” se caracterizan por tener valores superiores a 9.0 en el CP2 y entre 7.0 y 11.0 en el CP1. Los grupos “B” y “C” están separados por sus valores en el CP1, ya que las especies del grupo “B” tienen valores por debajo de 9.0 y las de “C” por encima de éste.

Los eigenvalores más importantes en CP1 fueron el IE con 0.5193, IPAS con 0.4886 e IS con 0.4584. En CP2 fueron ITC con 0.5020, IFU con 0.4897 e IM con 0.4446. Por lo tanto, las especies en “A” en general se caracterizan por haber sido usadas por más de tres generaciones, por consumirse frecuentemente (excepto *N. lepideus*) y por tener el mayor número de menciones (Tabla 3 y Figura 4c); tienen también cierta importancia económica (particularmente *N. lepideus*, el complejo *A. caesarea* y *C. cibarius* sp1), sabores muy agradables y por considerarse buenas para la salud (excepto el complejo *A. caesarea*). Las especies en “B” tienen nula importancia económica, sabores de mediocres a apreciables, no son tradicionalmente relevantes (excepto *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. y *L. vinaceobrunnea* s.l.), son consumidas infrecuentemente y las conoce menos del 50% de la muestra. Las tres especies en “C” en general no son consumidas tradicionalmente en Ixtlán, se comen infrecuentemente y son conocidas por pocos informantes (excepto *T. magnivelare*); por otro lado, tienen una combinación de alta importancia económica, sabores agradables y propiedades benéficas para la salud.

En el ACP entre los subíndices, los primeros tres componentes explican el 89.92% de la variación de los datos. No se observan agrupamientos de subíndices, sólo el ICM y el IPAS están relacionados. El IS es cercano a éstos y el resto se encuentran aislados en los extremos de la gráfica (Figura 4d).

La mayor correlación positiva entre subíndices se dio entre IS e IE ($r = 0.724$, $P = 0.000$). También encontramos otras correlaciones positivas significativas, pero bajas entre IM e ITC ($r = 0.469$, $P = 0.032$) y entre ICM e IPAS ($r = 0.510$, $P = 0.018$). Entre ITC e IS existió una correlación negativa significativa ($r = -0.459$, $P = 0.036$). Esta información es muy relevante pues nos indica que los diferentes aspectos de la SC que evaluamos actúan en diferentes direcciones y salvo IS e IE están poco correlacionados.

Estimación intracultural

Los informantes reportaron diez especies en su propia evaluación de importancia (Tabla 3). *Neolentinus lepideus*, el complejo *A. caesarea* y *C. cibarius* sp1 y sp2. fueron las especies sobresalientes. En esta evaluación, los informantes usaron 16 razones de importancia. La razón de importancia más frecuente fue el sabor con 71 menciones, seguido de: ser raro (no abundante) 17, propiedades nutricionales y metafísicas 12, bueno para comer 11, accesible 10, ser “especial” 7, versátil para guisarlo 5, puede venderse 5, por que es el más conocido 3, no amarga 2, no puede ser confundido con un tóxico 2, tamaño 2, olor 1, consistencia 1, tradición 1, tiene que ser conservado como recurso 1.

En general, las especies fueron mencionadas por su sabor, las excepciones fueron las siguientes. *Neolentinus lepideus* por su sabor, por ser “especial” y por ser poco común. *Cantharellus cibarius* spp. por su sabor y por ser accesible. *Tricholoma magnivelare* pues le atribuyen propiedades sobre la salud, por sabor y por que puede ser comercializado. *Agaricus pampeanus* por ser poco común y por que se puede cocinar de muchas maneras.

La mayoría de las razones de importancia correspondieron con alguno de los subíndices del ISCHC. La accesibilidad y la rareza al IAP; sabor, olor, no amarga y consistencia al IPAS; diferentes maneras de guisarse al ICM; tradición al ITC; bueno para comer, propiedades nutricionales y metafísicas y por no confundirse con algún tóxico al IS; puede venderse al IE; por ser muy conocido al IM. El carácter de ser “especial”, el tamaño y la necesidad de conservarlo como recurso, no correspondieron con ningún subíndice. Por otro lado, el IFU no correspondió con ninguna razón de importancia. Todas las razones de importancia actúan de manera positiva sobre la SC excepto las relacionadas con la abundancia percibida que actuaron bidireccionalmente. Mientras que la accesibilidad es directamente proporcional al IAP, la rareza es inversamente proporcional a éste. La evaluación intracultural indica que la abundancia le confiere altos valores de SC a especies como *C. cibarius* sp1 y sp2, mientras que la rareza hace a *N. lepideus* y *A. pampeanus* importantes para la gente.

Comparación de las técnicas de estimación de significancia cultural

La Tabla 4 muestra las listas ordinales de las cuatro técnicas empleadas para evaluar la SC de los hongos comestibles. En general, las cuatro técnicas dieron resultados semejantes. En

promedio, los hongos con la mayor SC en Ixtlán fueron el complejo *A. caesarea*, *N. lepideus*, *C. cibarius* sp.1, *Ramaria* spp., *C. cibarius* sp.2 y *T. magnivelare*. El cambio de lugares de las especies entre las técnicas fue bajo, existió una desviación estándar total de 1.759 lugares. Las especies con los resultados más homogéneos (std.dev. ≤ 1) fueron el complejo *A. caesarea*, *H. lactifluorum*, *L. volemus* s.l. y *N. lepideus*. Los hongos con los resultados más heterogéneos (std.dev. > 2) fueron *Ramaria* spp., *A. pampeanus*, *Cortinarius* secc. *Malacii* sp., *G. clavatus*, *H. repandum* s.l. y *Pleurotus* sp. (Tabla 4).

Las correlaciones de rango entre las cuatro técnicas se muestran en la Tabla 5. Las listas ordinales más correlacionadas fueron la de frecuencia de mención y la del ISCHCm. De hecho, el índice compuesto fue la técnica que tuvo las mayores correlaciones con las demás estimaciones, y la evaluación intracultural la que tuvo las más bajas. La alta correlación entre algunas técnicas no significa que sean intercambiables. Están correlacionadas por que reflejan el mismo fenómeno, pero la información que brindan es diferente y complementaria.

La Tabla 6 muestra un resumen de las ventajas y desventajas de cada técnica. En general, la frecuencia de mención es una herramienta útil para la valoración preliminar de la SC (Montoya et al. 2004), no consume mucho tiempo y brinda datos robustos que permiten comparar patrones de SC entre grupos de informantes. El lugar ordinal de las especies es una consecuencia del listado libre, por lo que no implica tiempo adicional en las entrevistas. Estos datos brindan información interesante sobre la SC de cada hongo para cada informante, pero su análisis se restringe a métodos no paramétricos. El índice compuesto es el que más tiempo de entrevista necesita, de hecho, su aplicación es más laboriosa y difícil pues requiere de una amplia disposición anímica y de tiempo por parte de los informantes, particularmente de los que conocen más especies. En contraparte, es la técnica que ofrece mayor información y posibilidad de análisis. La evaluación intracultural es muy rápida, requiere poca información previa y no involucra ninguna subjetividad por parte del investigador. Sus datos son los más distintos del resto de las estimaciones y ofrecen poca posibilidad de análisis, pero resultan muy útiles en el análisis final de los patrones de la SC. Además, si esta técnica se aplica primero, puede ayudar a definir los temas o dominios culturales a incluir en un índice compuesto.

CONCLUSIONES

La distribución del conocimiento no fue homogéneo entre las personas entrevistadas. Estadísticamente no existen diferencias significativas entre el número de hongos conocidos entre hombres y mujeres. Si bien, el conocimiento no muestra grandes diferencias entre las generaciones, sí existen diferencias significativas entre el número de hongos que conocen los jóvenes respecto del que conocen los adultos mayores. Esta tendencia aunada, al hecho de que cada vez se enseña menos sobre hongos a las nuevas generaciones, puede resultar una pérdida considerable del conocimiento micológico tradicional a futuro. El número de especies conocido fue influenciado por la ocupación de los informantes, particularmente aquéllos dedicados a los servicios conocen pocas especies pues pasan poco tiempo dentro del bosque, mientras que los campesinos y los trabajadores forestales son quienes conocen un mayor número de especies.

En cada subíndice las especies de hongos tuvieron comportamientos diferentes, así: los taxa tradicionales con mayor abundancia percibida fueron *C. cibarius* spp.2, *Pleurotus* sp. y *L. laccata* var. *pallidifolia*; los taxa consumidos más frecuentemente fueron *C. cibarius* spp. y el complejo *A. caesarea*; las especies de mejor sabor fueron *G. clavatus*, *S. crispa*, *N. lepideus*, *C. cibarius* sp.2, el complejo *A. caesarea* y *C. cibarius* sp.1; las especies más importantes en el ICM fueron *G. clavatus*, el complejo *A. caesarea* y *L. deliciosus* s.l.; los hongos con mayor arraigo tradicional fueron *Cortinarius* secc. *Malacii* sp., *H. repandum* s.l., *L. vinaceobrunnea* s.l., *C. cibarius* sp.2, *H. lactifluorum*, *A. pampeanus*, *C. cibarius* sp.2 y el complejo *A. caesarea*; el único hongo catalogado como potenciador de la salud fue *T. magnivelare*; y las especies con mayor importancia económica fueron *T. magnivelare*, *C. cibarius* sp1., *S. crispa* y *N. lepideus*.

Los hongos con mayor significancia cultural en Ixtlán, según el ISCHCm fueron el complejo *A. caesarea*, *Ramaria* spp., *N. lepideus*, *C. cibarius* sp.1 y sp.2. La especie tradicional “Beshia de” en total sumó mas puntos que ninguna otra.

El análisis multivariado mostró que existen tres grandes grupos de especies para los informantes. El grupo “A” con especies caracterizadas por usarse por más de tres generaciones, consumirse frecuentemente y por ser las más conocidas; “B” con hongos con nula importancia económica, sabores de mediocres a apreciables, sin importancia tradicional y consumidos infrecuentemente; y “C” con especies no conocidas tradicionalmente en Ixtlán, de

consumo infrecuente, conocidas por pocos informantes y por otro lado, con una combinación de alta importancia económica, sabores agradables y propiedades benéficas para la salud.

Si bien, la técnica de estimación intracultural mostró resultados divergentes de las otras técnicas, se recomienda su uso en la primera fase del estudio para determinar los dominios culturales que se deben incluir en un índice compuesto. La técnica del listado libre es suficientemente robusta como para representar las tendencias generales de la SC de los recursos y es particularmente útil cuando se quiere una aproximación certera y rápida a este fenómeno. El índice compuesto mostró ser una técnica adecuada para estimar la SC. Pero más que eso, demostró tener la capacidad de disgregar este fenómeno en diferentes dominios culturales y permitir un análisis inductivo de la significancia cultural de los recursos comestibles.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por la beca de doctorado asignada al primer autor por el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (beca número 149895) y la Universidad Nacional Autónoma de México (DGEP). PAEP (2003-201307) brindó recursos adicionales para el trabajo de campo. Agradecemos particularmente a los habitantes de Ixtlán de Juárez que participaron entusiasta y amistosamente en el estudio. Agradecemos también a Scarlet Galván por su apoyo en el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- Ankli, A., Sticher, O. y Heinrich, M. 1999. Medical ethnobotany of Yucatec Maya: healers' consensus as a quantitative criterion. *Economic Botany* 53(2): 144-160.
- Barron, G. 1999. *Mushrooms of northeast North America; Midwest to New England*. Lone Pine, Edmonton.
- Berlin, B. 1992. *Ethnobiological classification: Principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. Princenton University Press, Princenton.
- Berlin, B., Boster, J.S. y O'Neil, J.P. 1981. The perceptual bases of ethnobiological classification: Evidence from Aguaruna Jivaro Ornithology. *Journal of Ethnobiology* 1(1): 95-108.
- Berlin, B., Breedlove, D.E., Laughlin, R.M. y Raven, P.H. 1973. Cultural significance and lexical retention in Tzeltal-Tzotzil Ethnobotany. En: Edmonson, M.S. (ed.) *Meaning in Mayan Languages*. The Hague, Mouton. Pp: 143-164.
- Bernard, H.R. 1995. *Research methods in Anthropology*. Altamira Press, California.

- Boster, J.S. 1985. Requiem for the omniscient informant: their life in the old girl yet. En: Dougherty J. (ed.) *Directions in Cognitive Anthrology*. University of Illinois Press, Illinois.
- Campbell, S.K. (ed). 1985. *Summary of results, Chief Joseph Dam Cultural Resources Project, Washington*. Office of Public Archaeology, Institute for Environmental Studies. University of Washington, Seattle.
- García, R.M. 2004. *Guía fácil de las mejores setas*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid.
- Garibay-Orijel, R., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A. y Caballero, J. 2006. *People using Macro-Fungal diversity in Oaxaca, Mexico*. *Fungal Diversity*: 41-67.
- Guzmán, G. 1994. Los hongos y líquenes en la medicina tradicional. En: Argueta, V., Cano, A. y Rodarte, M. (eds.) *Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana III*. INI. México, D.F. Pp: 1427-1487.
- Hays, T.E. 1974. *Mauna: Explorations in Ndumba Ethnobotany*. Ph.D. dissertation, University of Washington, Seattle.
- Henley, N.M. 1969. A psychological study of the semantics of animal terms. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 8: 176-184.
- Hunn, E. 1982. The utilitarian factor in folk biological classification. *American Anthropologist* 84: 830-847.
- INEGI. 2002. *XII Censo general de población y vivienda; Oaxaca, perfil sociodemográfico*. INEGI, México, D.F.
- Jochim, M.A. 1976. *Hunter-gatherer subsistence and settlement: A predictive model*. Academic Press, Nueva York.
- Johns, T., Kokwaro, J.O. y Kimanani, E.K. 1990. Herbal remedies of the Luo of Siaya District, Kenya: Establishing quantitative criteria for consensus. *Economic Botany* 44: 369-381.
- Lee, R.B. 1979. *The !Kung San: Men, women and work in a foraging society*. Cambridge University Press, Londres.
- Lincoff, G.H. 1981. *National Audubon Society field guide to mushrooms*. Alfred A. Knopf, Nueva York.
- Mc Aleece, N. 1997. *Biodiversity Pro 2*. The natural history Museum and the Scottish association for marine science.
- Mendieta, N., 1949. *Los zapotecos*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México, D.F.
- Montoya, A., Hernández-Totomoch, O., Estrada-Torres, A., Kong, A. y Caballero, J. 2003. Traditional knowledge about mushrooms in a Nahua community in the state of Tlaxcala, Mexico. *Mycologia* 95(5): 793-806.
- Montoya, A., Kong, A., Estrada-Torres, A., Cifuentes, J. y Caballero, J. 2004. Useful wild fungi of La Malinche National Park, Mexico. *Fungal Diversity* 17: 115-143.
- Phillips, O.L. 1996. Some quantitative methods for analysing ethnobotanical knowledge. En: Alexiades, M.N. (ed.) *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. The New York Botanical Garden, Nueva York. Pp: 171-197.
- Phillips, O.L. y Gentry, A.H. 1993. The usefull plants of Tamboata, Peru: I: Statistical hypotheses tests with a new quantitative technique. *Economic Botany* 47: 15-32.
- Pieroni, A. 2001. Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in Northwestern Tuscany, Italy. *Journal of Ethnobiology* 21(1): 89-104.

- Romney, A.K. y D'Andrade, R.G. 1964. Cognitive aspects of english kin terms. *American Anthropologist* 66(3): 146-170.
- Romney, A.K., Weller, S. y Batchelder, W. 1986. Culture as consensus: A theory of culture and informant accuracy. *American Anthropologist* 88: 313-338.
- Romney, A.K., Smith, T., Freeman, H.E. Kagan, J. y Klein, R.E. 1979. Concepts of success and failure. *Social Science Research* 8: 302-326.
- Rozin, P. y Fallon, A. 1980. Psychological categorization of foods and non-foods: A preliminary taxonomy of food rejections. *Appetite* 1: 193-201.
- Ruán-Soto, F., Garibay-Orijel, R. y Cifuentes, J. 2004. Conocimiento micológico tradicional en la planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología* 19: 57-70.
- Ruán-Soto, F., Garibay-Orijel, R. y Cifuentes. 2006. Process and dynamics of traditional selling wild edible mushrooms in tropical Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2006 (2):3 doi:10.1186/1746-4269-2-3.
- Ryan, G.W., Nolan, J.M. y Yoder, P.S. 2000. Successive free listing: Using multiple free lists to generate explanatory models. *Field Methods* 12(2): 83-107.
- Salick, J., Cellinese, N. y Knapp, S. 1997. Indigenous diversity of Cassava: generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, peruvian upper Amazon. *Economic Botany* 51(1): 6-19.
- StatSoft, Inc. 1997. Statistica 5.1 para Windows. StatSoft, Inc., Tulsa.
- Stoffle, R.W., Halmo, D.B., Evans, M.J. y Olmsted, J.E. 1990. Calculating the cultural significance of American indian plants: Paiute and Shoshone ethnobotany at Yucca mountain, Nevada. *American Anthropologist* 92: 416-432.
- Stoffle, R.W., Halmo, D.B. y Evans, M.J. 1999. Puchuxwawaats uapi (To know about plants): Traditional knowledge and the cultural significance of southern Paiute plants. *Human Organization* 58(4): 416-429.
- Todt, D.L. y Hannon, N. 1998. Plant food resource ranking on the upper Klamath river of Oregon and California: A methodology with archaeological applications. *Journal of Ethnobiology* 18(2): 273-308.
- Trotter, R.T. y Logan, M.H. 1986. Informant consensus: A new approach for identifying potentially effective medicinal plants. En: Etkin, N.L. (ed.) *Plants in indigenous medicine and diet*. Regrave, Bedford Hills, Nueva York. Pp: 91-112.
- Turner, N.J. 1974. Plant taxonomic systems and ethnobotany of three contemporary indian groups of the pacific northwest (Haida, Bella Coola, and Lillooet). *Syesis* 7: supplement 1.
- Turner, N.J. 1988. The importance of a rose: Evaluating the cultural significance of plants in Thompson and Lillooet Interior Salish. *American Anthropologist* 90: 272-290.
- Valdés, M., Córdova, J., Gómez, M. y Fierros, A. 2003. Understory vegetation and ectomycorrhizal sporocarp diversity response to pine regeneration methods in Oaxaca, México. *Western Journal of Applied Forestry* 18(2): 101-108.
- Vázquez, D.M. 1991. Sierra Norte. *Revista Oaxaca: Población y Futuro* 2(5): 5.
- Weiman, C. y Heinrich, M. 1997. Indigenous medicinal plants in Mexico: the example of the Nahua (Sierra de Zongolica). *Botanica Acta* 110: 62-72.

- Weller, S.C. y Romney, A.K. 1988. *Systematic data collection*. Sage Publications, Newbury Park, California.
- Whitecotton, W. 1985. *Los zapotecos, príncipes, sacerdotes y campesinos*. FCE, México, D.F.
- Ying, J.Z., Mao, X.L., Ma, Q.M., Zong, Y.C. y Wen, H.A. 1987. *Icons of medicinal fungi from China*.
Translated by X. Yuehan. Science Press, Beijing.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey.

Tabla 1. Categorización de las respuestas de los subíndices de significancia cultural

Subíndice	Respuesta	Valor
IAP	A	0
	B	2.5
	C	5
	D	7.5
	E	10
IFU	Nunca	0
	No todos los años	2.5
	Una vez cada año	5
	2-3 veces al año	7.5
	4 o más veces al año	10
IPAS	A	0
	B	3.33
	C	6.67
	D	10
ICM	No sabe como se guisa	0
	Siempre mezclado en guiso con otros hongos y carne: amarillito con carne y hongos	2.5
	Mezclado en guiso con otros hongos sin carne: amarillito con hongos	5
	Como el elemento principal de un guiso: pay, quesadillas, sopa de hongos	7.5
	Cocinado solo, no en guiso: asado, frito en mantequilla, etc.	9
	Si se consume crudo, o bien se conserva para consumo posterior	+1
ITC	Nuevo uso, descubierto por él mismo	0
	Un inmigrante (pueblo vecino, otro estado de la república, extranjero)	2.5
	Alguien del pueblo, no pariente de sangre (marido, amigo, compañero de trabajo)	5
	Padre o madre, y él no lo enseñó a sus hijos	7.5
	Tres o más generaciones envueltas (abuelos, padres, él, hijos, nietos)	10
IS	No lo come pues se puede confundir con una especie tóxica	0
	Lo ha comido pero le ha hecho daño	3.33
	Lo come con confianza y es saludable	6.67
	Lo come pues es bueno para la salud (da fuerza, inteligencia, es reconstituyente, medicina)	10
IE	No lo vende o lo compra	0
	Lo ha vendido o comprado ocasionalmente a precios bajos	3.33
	Lo vende o compra regularmente	6.67
	Lo ha vendido o comprado a precios altos	10

IAP: Índice de abundancia percibida; IFU: Índice de frecuencia de uso; IPAS: Índice de la prueba de apreciación de sabor; ICM: Índice de comida multifuncional; ITC: Índice de transmisión cultural; IS: Índice de salud; IE: Índice económico.

Tabla 2. Menciones en el listado libre

Nº	Taxa	M	Género		Edad (años)			Ocupación			
			m ⁴⁴	f ⁵¹	20-39 ³⁹	40-59 ³²	60 ²⁴ ≤	s ⁵¹	sc ¹⁸	c ¹²	f ¹⁴
1	<i>Agaricus pampeanus</i>	48	25	23	13	15	20	16	12	11	9
2	<i>Amanita caesarea</i> complejo	88	44	44	39	26	23	45	17	12	14
3	<i>Austroboletus betula</i>	4	2	2	1	3	0	1	1	1	1
4	<i>Cantharellus cibarius</i> sp.1	46	18	28	19	17	10	29	8	3	6
5	<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2	43	23	20	18	11	14	16	9	9	9
6	<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	11	6	5	4	2	5	4	3	1	3
7	<i>Cortinarius secc. Malacii</i> sp.	14	7	7	2	4	8	3	2	6	3
8	<i>Gomphus clavatus</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
9	<i>Hydnum repandum</i> s.l.	37	20	17	9	14	14	9	8	10	10
10	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	4	3	1	2	2	0	1	0	1	2
11	<i>Hygrophorus russula</i> s.l.	5	3	2	0	3	2	2	2	0	1
12	<i>Hypomyces lactifluorum</i>	43	20	23	10	14	19	15	10	9	9
13	<i>Laccaria vinaceobrunnea</i> s.l.	4	1	3	2	1	1	1	2	0	1
14	<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	10	4	6	6	4	0	3	3	2	2
15	<i>Lactarius deliciosus</i> s.l.	4	1	3	1	0	3	2	1	0	1
16	<i>Lactarius volemus</i> s.l.	39	20	19	7	15	17	14	6	9	10
17	<i>Neolentinus lepideus</i>	64	33	31	23	21	20	23	15	12	14
18	<i>Pleurotus</i> sp.	4	4	0	2	2	0	0	0	1	3
19	<i>Ramaria</i> spp.	78	38	40	28	29	21	35	17	12	14
20	<i>Sparassis crispa</i>	7	4	3	3	2	2	1	1	1	4
21	<i>Tricholoma magnivelare</i>	46	28	18	20	17	9	21	10	7	8

M.: menciones. En género, m: masculino; f: femenino. En ocupación, s: empleados de servicios; sc: campesinos con empleo en servicios; c: campesinos; f: empleados forestales. En cada grupo de informantes, el superíndice indica el número de informantes en la muestra.

Tabla 3. Estimaciones de Significancia Cultural de los hongos comestibles

Taxa	M	VOR	IM	IAP	IFU	IPAS	ICM	ITC	IS	IE	ISCHC	ISCHCm	IntraC
<i>Amanita caesarea</i> complejo	88	51.872	9.263	5.255	5.703	8.667	8.616	8.435	6.235	0.210	43.121	399.430	35
<i>Ramaria</i> spp.	78	23.133	8.211	6.162	4.770	6.713	6.331	8.377	6.714	0.084	39.150	321.439	8
<i>Neolentinus lepideus</i>	64	25.977	6.737	3.194	3.230	9.235	7.500	8.320	6.779	1.251	39.509	266.164	41
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.1	46	27.358	4.840	8.429	6.143	8.537	6.325	8.598	6.751	3.641	48.423	234.450	33*
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2	43	25.744	4.530	8.162	5.974	8.685	7.059	8.718	6.755	0.167	45.519	206.210	
<i>Agaricus pampeanus</i>	48	14.216	5.053	5.698	3.840	6.350	6.500	8.641	6.521	0.000	37.551	189.731	2
<i>Tricholoma magnivelare</i>	46	12.050	4.842	3.667	1.944	8.391	6.682	3.649	8.422	4.565	37.320	180.707	20
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	43	10.204	4.526	3.472	3.525	6.667	6.540	8.654	6.670	0.079	35.608	161.171	6
<i>Hydnum repandum</i> s.l.	37	6.997	3.895	3.603	4.571	7.224	6.674	8.958	6.762	0.180	37.973	147.895	
<i>Lactarius volemus</i> s.l.	39	9.851	4.105	2.786	4.255	6.609	6.888	7.715	6.697	0.222	35.171	144.386	3
<i>Cortinarius</i> secc. <i>Malacii</i> sp.	14	3.573	1.474	4.231	3.654	6.429	5.833	9.464	5.955	0.000	35.567	52.414	
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	11	1.894	1.158	3.889	4.444	7.619	7.500	6.786	6.670	0.000	36.908	42.735	
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	10	2.592	1.053	7.500	2.700	4.165	4.063	6.750	6.670	0.000	31.848	33.524	
<i>Sparassis crispa</i>	7	1.039	0.737	0.500	3.000	9.334	5.000	4.500	6.670	1.427	30.431	22.423	1
<i>Lactarius deliciosus</i> s.l.	4	0.595	0.421	5.000	1.500	8.335	8.500	7.500	6.670	0.000	37.505	15.792	
<i>Hygrophorus russula</i> s.l.	5	0.480	0.526	5.833	2.643	4.443	3.000	6.786	6.670	0.000	29.375	15.461	
<i>Laccaria vinaceobrunnea</i> s.l.	4	1.119	0.421	5.625	3.125	6.668	3.125	8.750	6.670	0.000	33.963	14.300	
<i>Pleurotus</i> sp.	4	0.383	0.421	8.750	2.500	6.670	6.250	2.500	6.670	0.000	33.340	14.038	2
<i>Austroboletus betula</i>	4	0.608	0.421	4.167	4.833	4.168	7.625	5.625	6.670	0.000	33.088	13.932	
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	4	0.379	0.421	6.250	5.000	6.670	2.500	5.000	6.670	0.000	32.090	13.512	
<i>Gomphus clavatus</i>	1	0.143	0.105	2.500	5.000	10.000	9.000	5.000	6.670	0.000	38.170	4.018	

M: Número de menciones en los listados libres. VOR: Valor ordinal de rango. IM: Índice de mención. IAP: Índice de abundancia percibida; IFU: Índice de frecuencia de uso; IPAS: Índice de la prueba de apreciación de sabor; ICM: Índice de comida multifuncional; ITC: Índice de transmisión cultural; IS: Índice de salud; IE: Índice económico. ISCHC: Índice de significancia cultural para hongos comestibles. ISCHCm: Índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles. IntraC. Número de menciones en la evaluación intracultural. *La gente no separó las dos especies de *C. "cibarius"* en la evaluación intracultural.

Tabla 4. Listas ordinales de las cuatro estimaciones de significancia cultural

Taxa	M.lo	VOR.lo	ISCHCm.lo	IntraC.lo
<i>Agaricus pampeanus</i>	4	6	6	9.5
<i>Amanita caesarea</i> complejo	1	1	1	2
<i>Austroboletus betula</i>	18	16	19	16
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.1	5.5	2	4	3.5
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2	7	4	5	3.5
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	12	13	12	16
<i>Cortinarius</i> secc. <i>Malacii</i> sp.	11	11	11	16
<i>Gomphus clavatus</i>	21	21	21	16
<i>Hydnum repandum</i> s.l.	10	10	9	16
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	18	20	20	16
<i>Hygrophorus russula</i> s.l.	15	18	16	16
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	7	8	8	7
<i>Laccaria vinaceobrunnea</i> s.l.	18	14	17	16
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	13	12	13	16
<i>Lactarius deliciosus</i> s.l.	18	17	15	16
<i>Lactarius volemus</i> s.l.	9	9	10	8
<i>Neolentinus lepideus</i>	3	3	3	1
<i>Pleurotus</i> sp.	18	19	18	9.5
<i>Ramaria</i> spp.	2	5	2	6
<i>Sparassis crispa</i>	14	15	14	11
<i>Tricholoma magnivelare</i>	5.5	7	7	5

M.lo: Lista ordinal según la frecuencia de mención; VOR.ol: Lista ordinal según el valor ordinal de rango; ISCHCm.lo: Lista ordinal según el Índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles. IntraC.lo: Lista ordinal según la estimación intracultural.

Tabla 5. Correlaciones de rango entre las listas ordinales de las cuatro estimaciones de significancia cultural

	M	VOR	ISCHCm
VOR	r_s 0.94901085 P 5.64416E-11		
ISCHCm	r_s 0.97844261 P 1.77679E-14	r_s 0.97012985 P 3.81235E-13	
IntraC	r_s 0.8000384 P 1.3394E-05	r_s 0.80943286 P 8.81967E-06	r_s 0.8046189 P 1.09557E-05

M: Frecuencia de mención; VOR: Valor ordinal de rango; ISCHCm Índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles. IntraC: Estimación intracultural. r_s : Coeficiente de correlación de rango de Spearman; P: Probabilidad.

Tabla 6. Comparación cualitativa de las cuatro estimaciones de significancia cultural

Técnica	TN	CTP	Pasos subjetivos	Calidad de los resultados	CI	Prueba de hipótesis
M	++	Nomenclatura local, identidad taxonómica de las especies tradicionales.	0	Los datos son robustos, especialmente en muestras grandes. Permite comparaciones entre grupos de informantes y análisis interculturales.	+	Se pueden realizar comparando promedios de menciones o comparando frecuencias.
VOR	0	Nomenclatura local, identidad taxonómica de las especies tradicionales, listado libre.	Asume que las especies más importantes son cercanas al principio de los listados libres.	Necesita muestras grandes, particularmente para especies poco mencionadas.	++	Sólo pueden usarse estadísticos no paramétricos.
ISCHCm	+++	Nomenclatura local, identidad taxonómica de las especies tradicionales, listado libre, conocimiento micológico tradicional local.	Aunque los temas de los subíndices están basados en el conocimiento local, son establecidos por el investigador.	Los datos son muy finos, permite el análisis a fondo de los fenómenos que subyacen la SC, permite análisis interculturales.	+++	Los datos permiten comparaciones de promedios, correlaciones, regresiones múltiples y estadística multivariada.
IntraC	+	0	0	Los resultados pueden ser difíciles de interpretar, pero muestra información no revelada por las otras técnicas.	++	Muy limitado.

En Técnica, M: Frecuencia de mención; VOR: Valor ordinal de rango; ISCHCm; Índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles ponderado; IntraC: Estimación intracultural. TN: Tiempo necesario para aplicar la técnica. CTP: Conocimiento tradicional previo necesario. CI: Cantidad de información que brinda la técnica.

Figura 1. Progresión en el estudio de la significancia cultural

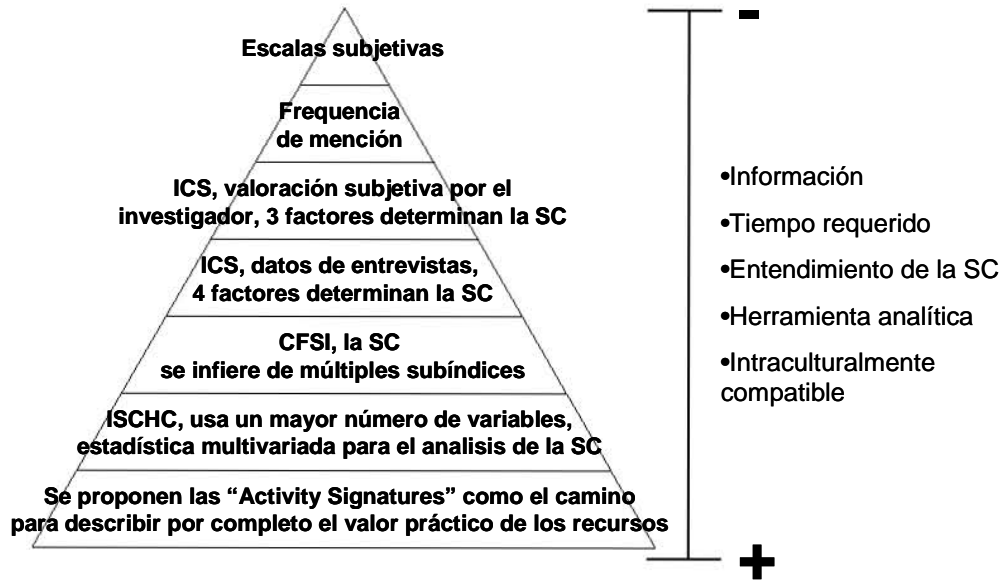


Figura 2. Área de estudio



Figura 3. Estímulos empleados en el cuestionario. Izquierda, prueba de abundancia percibida; Derecha, prueba de apreciación de sabor

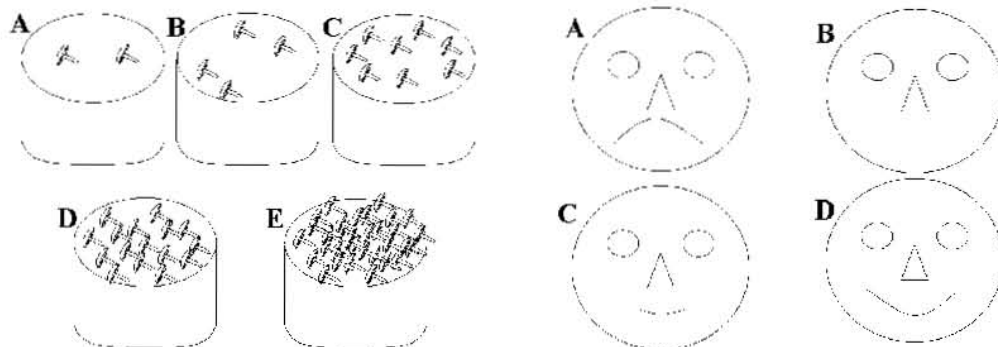
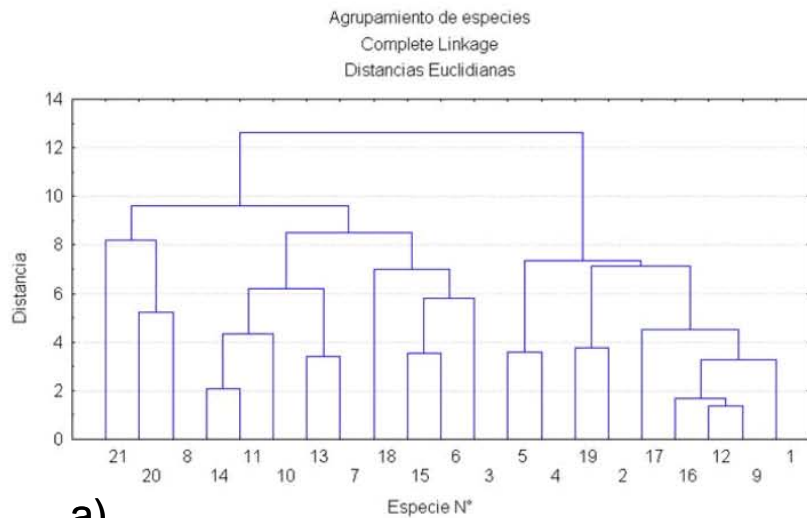
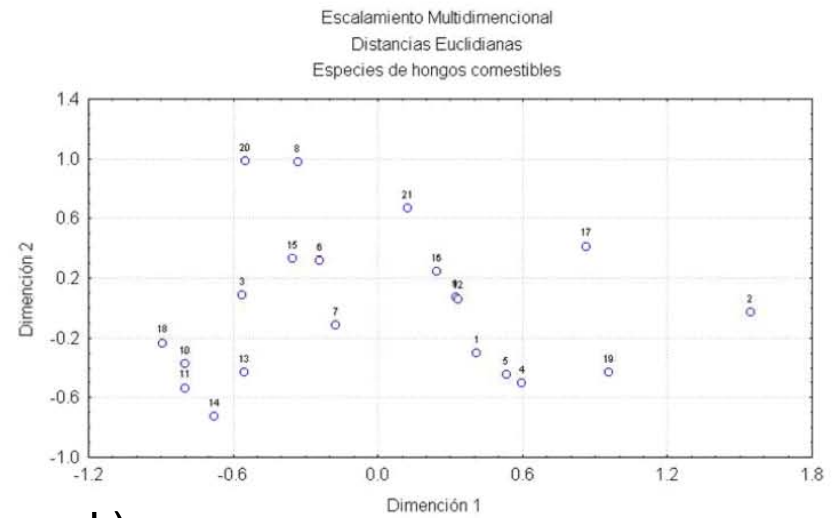


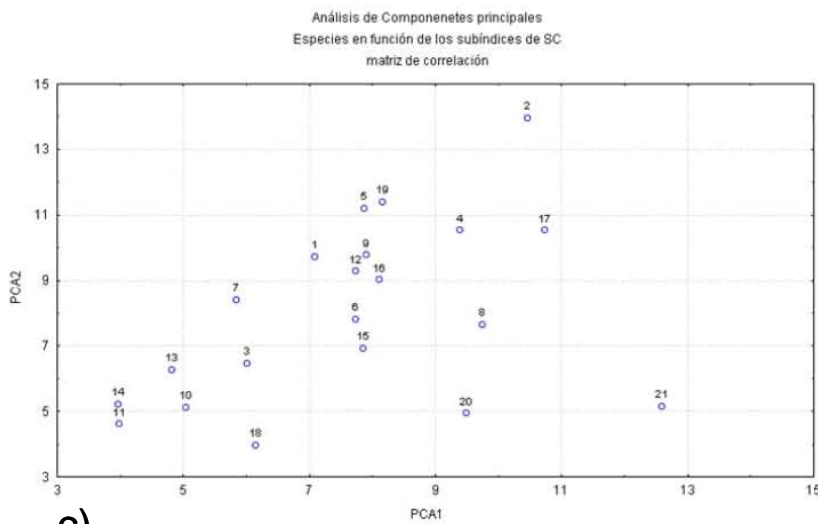
Figura 4. Análisis multivariado: a) Dendrograma, b) Escalamiento multidimensional, c) Análisis de componentes principales para las especies, d) Análisis de componentes principales para los subíndices. Los números de las especies son los indicados en la Tabla 2.



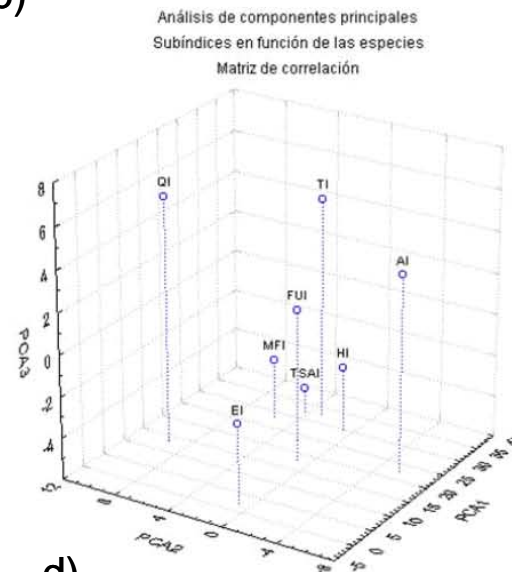
a)



b)



c)



d)

DISCUSIÓN GENERAL

El número de especies de HCS¹ presentes en los bosques adyacentes a Ixtlán es alto y comparable con el de otras partes del país donde el recurso es abundante. El inventario no está acabado, pues las recolecciones tuvieron lugar en un margen altitudinal pequeño (2100 a 2500 msnm) y en una distancia no mayor a cinco Km del pueblo. En esta área, la vegetación corresponde con bosques de pino y encino muy diversos, pues al menos se desarrollan ahí cuatro especies de pinos y seis de encinos (Valdés et al., 2003). Seguramente es esta matriz vegetal la que promueve la diversidad de hongos micorrizógenos presente. Todo el bosque se encuentra bajo algún tipo de manejo, ya sea en etapas sucesionales posteriores al desmonte para agricultura o bien, en alguna etapa de recuperación posterior a la extracción forestal. Estos factores más la intrincada orografía crean una gran variedad de nichos para los hongos macroscópicos. Entonces, es de esperarse que si nuevos esfuerzos de recolección se dirigen a los bosques caducifolios (menos de 2000 msnm), a los bosques fríos (más de 2600 msnm) o a los bosques mesófilos situados al otro lado del parte aguas, el número de hongos comestibles silvestres del inventario se incrementará considerablemente.

La posibilidad de aprovechamiento de estos recursos es enorme y ya ha sido discutida a detalle, sólo resta mencionar que este potencial no será explotado si su conocimiento no llega a los dueños del recurso. Un paso fundamental a futuro para esta investigación deberá ser buscar los mecanismos de difusión del conocimiento aquí generado, para beneficio de los pobladores de la zona. Recordemos que lo que no es conocido no es valorado y que el camino hacia la conservación de la biodiversidad es su uso sustentable.

El principal hallazgo en la medición de las variables ecológicas de los HCS fue el hecho de que la comunidad se encuentra dominada por cinco especies, *Laccaria laccata* var. *pallidifolia*, *Gymnopus confluens*, *Laccaria vinaceobrunnea*, *Hygrophorus purpurascens* y *Cantharellus lutescens*. Particularmente las dos especies de *Laccaria* tienen un papel fundamental en el bosque, pues dada su casi omnipresente distribución espacial, la probabilidad de que estén micorrizando a la mayoría de los árboles es muy alta. Si además se toma en cuenta que estas especies se desarrollan principalmente en estadios juveniles del bosque, su papel en el establecimiento y sobrevivencia de las plántulas de pinos y encinos es

¹ Una lista de todas las abreviaturas usadas en la discusión se presenta al final en el Apéndice 1.

fundamental. El caso de *G. confluens* es igualmente interesante, pues ella crece degradando la hojarasca de los pinos y dada su abundancia y distribución, tiene un papel relevante en el reciclaje de los nutrimentos. Un dato importante es que aunque el presente estudio se restringe a hongos comestibles, las cinco especies mencionadas son de hecho las más abundantes en el marco de la comunidad de macromicetos completa; la única especie no comestible que tiene en la zona una disponibilidad ecológica de la misma magnitud es *Leotia lubrica*.

Otra implicación importante de este patrón en la disponibilidad ecológica de los HCS es que hay pocas especies susceptibles de ser aprovechadas a gran escala, pues la mayoría de los hongos cotizados por los mercados son poco abundantes o escasos. Por lo tanto, las opciones para la comercialización de HCS son: ofrecer un producto diversificado a base de cantidades modestas de muchas especies, procesar los hongos para alargar su tiempo de vida y conseguir volúmenes de venta importantes, y tecnificar el aprovechamiento de especies particulares por medio del mapeo y seguimiento ecológico de sus poblaciones.

La investigación etnomicológica brindó aspectos muy interesantes respecto del conocimiento de los HCS de la Sierra de Juárez pues prácticamente duplicó el número de especies reportadas con uso tradicional para la sierra. El papel fundamental de la taxonomía fue evidente pues su aplicación rigurosa permitió identificar un mayor número de especies en géneros como *Amanita*, *Hydnum*, *Laccaria* y *Ramaria*.

Si bien los HCS son un recurso valorado y de uso ampliamente difundido entre la población de Ixtlán, es pertinente mencionar que el número de especies usadas es relativamente bajo y que la taxonomía tradicional no es muy fina. Como en todas las zonas rurales del país, la comunidad se encuentra bajo fuertes procesos de aculturación, pérdida de su lengua, migración, etc., estos factores indudablemente están afectando el uso del recurso y la tendencia a un menor CMT en los jóvenes que no trabajan en el monte es evidente.

El análisis de la significancia cultural de los HCS dejó lecciones importantes pertinentes a la pregunta de investigación del estudio. En principio mostró que las especies son importantes para la gente por una gran cantidad de razones. Evidenció que las razones por las que las especies son valoradas son diferentes e incluso contrastantes para cada una de ellas y que cada persona ejerce juicios de valor distintos. Por lo tanto no existe una causa o una variable cultural que determine la significancia de todas las especies para este grupo humano.

La comparación de las técnicas de estimación de SC demostró que cada técnica se vuelve pertinente en un momento de la investigación, aunque la técnica de enlistado libre es más rápida, sencilla y brinda estimaciones muy confiables y; el índice compuesto es el que brinda más elementos para la comprensión de este fenómeno.

DISPONIBILIDAD ECOLÓGICA Y LA SIGNIFICANCIA CULTURAL

Las listas ordinales con las que se realizaron las correlaciones de rangos entre todas las variables de disponibilidad del recurso y de significancia cultural se muestran en la tabla 1. El análisis fue limitado en cuanto al número de especies involucradas por varias razones que escaparon al diseño del estudio. Aunque se obtuvieron datos ecológicos para 81 HCS, en Ixtlán sólo se usan 37 de éstos. Pero debido a que la taxonomía tradicional en Ixtlán no es muy fina, estas especies corresponden con sólo 21 taxa tradicionales. Los datos de SC de los taxa tradicionales no pueden ser divididos entre las especies que los conforman, por lo que fueron los datos ecológicos los que tuvieron que agregarse para conformar entidades comparables. Además, seis de las especies localmente consumidas (*Cortinarius secc. Malacii* sp., *Gomphus clavatus*, *Hypomyces lactifluorum*, *Neolentinus lepideus*, *Pleurotus* sp. y *Tricholoma magnivelare*) no aparecieron en ninguno de nuestros sitios de monitoreo, aunque sabemos que se desarrollan en los bosques mixtos de la zona, pues las hemos recolectado. Estas especies por lo tanto tienen valores cero en todas las variables ecológicas, lo que no significa que tengan valores ecológicos despreciables, más bien que su distribución espacial es tan agregada que el muestro no las representó. Adicionalmente *Agaricus pampeanus* y *Cantharellus cibarius* sp.1 crecen en dos ambientes no incluidos en el estudio (pastizales y bosques caducifolios respectivamente).

Cuando se usan las 19 especies tradicionales en el análisis de correlación por rangos, la mayor correlación se da entre IAP y AR ($r_s = 0.43$, $P = 0.61$) esta correlación es tan baja y a un nivel de significancia tan alto que resulta aventurado dar cualquier explicación al respecto. Aunque en teoría sería lógico que estos dos factores estuvieran de hecho correlacionados pues se esperaría que la abundancia percibida fuera el resultado cultural de lo que la gente observa en el ambiente.

Los valores de correlación de Spearman entre todas las variables se muestran en la tabla 2. Para estos cálculos se usaron sólo las 13 especies tradicionales que tienen información en

ambos tipos de variables. En este caso se dieron correlaciones significativas entre IE y AR ($P = 0.017$), ITC y FTR ($P = 0.018$) e ITC y FER ($P = 0.036$) (Tabla 2). La correlación entre el ISCHCm y el VI fue prácticamente nula ($r_s = 0.099$).

La correlación negativa entre el índice económico y la abundancia relativa se puede explicar pragmáticamente en torno a la ley de la oferta y la demanda, es decir, los hongos que son más raros, sí son valorados culturalmente se cotizan más caros pues es difícil conseguirlos. Las correlaciones positivas entre el índice de transmisión del conocimiento y la frecuencia temporal y espacial de los hongos podrían significar que las especies más frecuentes tienen una mayor interacción con quienes aprovechan los elementos del entorno. Por supuesto esta explicación debe considerarse como preliminar dado lo bajo de la correlación y las pocas especies involucradas en el análisis.

Si bien el análisis de correlación no da elementos contundentes para explicar la SC de los hongos en función de sus características ecológicas, sí muestra algunas pautas interesantes que vale la pena discutir. Sólo el índice de abundancia percibida y el índice de transmisión del conocimiento tienen valores positivos en todas sus correlaciones. Es decir, la gente efectivamente percibe las diferencias en la abundancia de las especies, pero filtros personales o culturales (desconocidos) hacen que esa percepción sea difusa. O bien en una muestra aleatoria las percepciones correctas de la ecología de las especies realizadas por unos cuantos conocedores del recurso, se dispersan entre las observaciones promedio y erróneas del resto de la muestra. Este punto tiene implicaciones importantísimas cuando se trata de usar el conocimiento ambiental tradicional como herramienta para evaluar (Hellier et al., 1999) o conservar la biodiversidad (Altiery, 1987).

Variablen eminentemente culturales no relacionadas con la ecología de los hongos como la apreciación de sabor y el uso multifuncional como comida tienen en todas sus correlaciones con las variables ecológicas valores negativos. Esto quiere decir que, al menos en los bosques de Ixtlán, las especies más sabrosas y guisadas con más esmero no son precisamente las más abundantes. Un par de hipótesis, una cultural y una biológica se pueden desprender de esto. La gente valora lo que no tiene a la mano, la posibilidad de disfrutar algo raro o restringido le otorga un valor cultural a ese recurso; o bien el uso intensivo de especies altamente cotizadas ha influido en su disponibilidad ecológica.

La nula correlación entre ambos índices de variables agregadas nos hace rechazar la hipótesis del estudio. Es decir, la disponibilidad ecológica de los recursos fúngicos de Ixtlán, “evaluada en su conjunto”, no tiene relación con la significancia cultural de los hongos comestibles.

En este resultado hay una parte de error metodológico, pues en el diseño del estudio pensamos que la agregación de las variables permitiría encontrar patrones generales y sumaría sus efectos. De la discusión de los valores de correlación se desprende que tal vez lo que sucedió fue lo contrario, es decir, como cada variable actúa de un modo independiente y en direcciones diferentes, la agregación de las variables resultó en la anulación mutua de sus efectos y en la dispersión de los fenómenos apenas tangibles.

Estos resultados son sumamente interesantes pues permitirán en un proceso iterativo afinar las metodologías que a su vez en un futuro brindarán información más precisa.

Aquellas especies que tienen una SC más o menos correspondiente con su disponibilidad ecológica son *Gomphus clavatus*, *S. crispa*, *L. amethystina* s.l., *H. aurantiaca*, *L. deliciosus* s.l. e *H. repandum* s.l. Las especies con una SC menor a la esperada dada su disponibilidad son *Hygrophorus russula* s.l. y *L. laccata* var. *pallidifolia*. Especies con mayor SC con relación a su disponibilidad ecológica son *Lactarius volemus*, *C. cibarius* spp., *Ramaria* spp., *A. caesarea* s.l., *N. lepideus*, *T. magnivelare*, *H. lactifluorum* y *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. Análogamente al esquema de Balvanera et. al. (2005), se podría catalogar como una especie rara y no importante a *G. clavatus*; como abundante y no importante a *H. russula* s.l.; como abundante e importante a *H. repandum* s.l.; y como raras e importantes a *Neolentinus lepideus*, *T. magnivelare*, *H. lactifluorum* y *Cortinarius* secc. *Malacii* sp. (Figura 1).

LITERATURA CITADA

- Altiery, M.A. 1987. The significance of diversity in the maintenance of the sustainability of traditional agroecosystems. *ILEIA Newsletter* 3: 3-7.
- Balvanera, P., Kremen, C. y Martínez-Ramos, M. 2005. Applying community structure analysis to ecosystem function: examples from pollination and carbon storage. *Ecological Applications* 15(1): 360–375.
- Hellier, A., Newton, A.C. y Ochoa, S.G. 1999. Use of indigenous knowledge for rapidly assessing trends in biodiversity: a case study from Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 8: 869-889.
- Valdés, M., Córdova, J., Gómez, M. y Fierros, A.M. 2003. Understory vegetation and ectomycorrhizal sporocarp diversity response to pine regeneration methods in Oaxaca, Mexico. *Western Journal of Applied Forestry* 18: 101-108.

Tabla 1. Listas ordinales de las variables ecológicas y de significancia cultural

Taxa	IMo	IAPo	IFUo	IPASo	ICMo	ITCo	ISo	IEo	ISCHCmo	Ao	EBo	FTo	FEo	VIo
<i>Amanita caesarea</i> complejo	1	10	3	5	2	8	20	6	1	10	3	10	7	6
<i>Austroboletus betula</i>	18	13	6	20	4	16	13	16	19	12	11	13	13	13
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.2	7	3	2	4	7	4	4	8	5	8	10	7	9	8
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	12	14	9	9	5.5	13.5	13	16	12	3	13	9	11	11
<i>Hydnum repandum</i> s.l.	10	16	8	10	10	2	3	7	9	5	4	2	2	3
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	18	5	4.5	12.5	21	17.5	13	16	20	6	12	11	8	9
<i>Hygrophorus russula</i> s.l.	15	7	18	19	20	13.5	13	16	16	4	2	5	4	4
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	13	4	17	21	18	15	13	16	13	1	1	4	5	1
<i>Laccaria vinaceobrunnea</i> s.l.	18	9	15	14	19	3	13	16	17	2	5	1	1	2
<i>Lactarius deliciosus</i> s.l.	18	11	21	8	3	12	13	16	15	7	7	3	3	5
<i>Lactarius volemus</i> s.l.	9	19	10	16	8	11	7	5	10	11	8	8	10	10
<i>Ramaria</i> spp.	2	6	7	11	13	9	6	9	2	9	6	6	6	7
<i>Sparassis crispa</i>	14	21	16	2	17	19	13	3	14	13	9	12	12	12
<i>Cortinarius secc. Malacii</i> sp.	11	12	12	17	16	1	21	16	11	0	0	0	0	0
<i>Gomphus clavatus</i>	21	20	4.5	1	1	17.5	13	16	21	0	0	0	0	0
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	8	17	13	15	11	5	13	10	8	0	0	0	0	0
<i>Neolentinus lepideus</i>	3	18	14	3	5.5	10	2	4	3	0	0	0	0	0
<i>Pleurotus</i> sp.	18	1	19	12.5	15	21	13	16	18	0	0	0	0	0
<i>Tricholoma magnivelare</i>	5	15	20	7	9	20	1	1	7	0	0	0	0	0
<i>Agaricus pampeanus</i>	4	8	11	18	12	6	19	16	6	-	-	-	-	-
<i>Cantharellus cibarius</i> sp.1	6	2	1	6	14	7	5	2	4	-	-	-	-	-

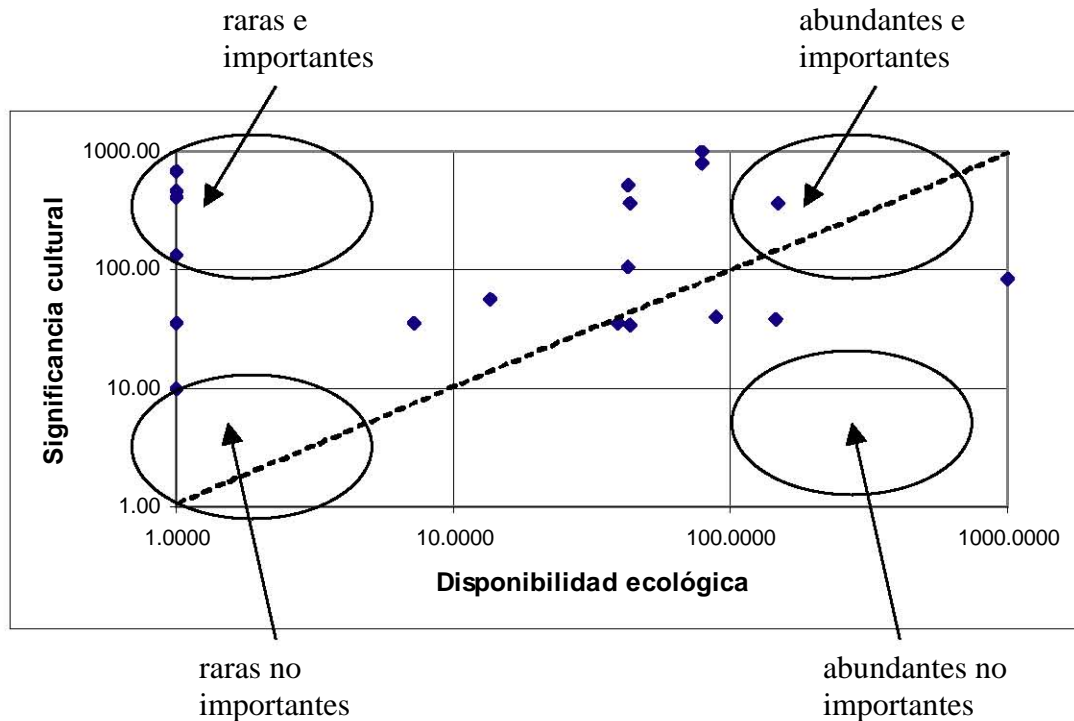
IM: Índice de mención. IAP: Índice de abundancia percibida; IFU: Índice de frecuencia de uso; IPAS: Índice de la prueba de apreciación de sabor; ICM: Índice de comida multifuncional; ITC: Índice de transmisión cultural; IS: Índice de salud; IE: Índice económico. ISCHCm: Índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles. A: Abundancia relativa. EB: Estimación de biomasa húmeda relativa. FT: Frecuencia temporal relativa. FE: Frecuencia espacial relativa. VI: Valor de importancia ecológica. En todos los casos el subíndice “o” indica: lista ordinal.

Tabla 2. Correlaciones de rango entre variables ecológicas y de significancia cultural

	AR	EBR	FTR	FER	VI
IM	-0.226	0.2089	-0.039	-0.114	
IAP	0.4341	0.2088	0.2253	0.2967	
IFU	-0.335	-0.39	-0.462	-0.374	
IPAS	-0.357	-0.286	-0.165	-0.148	
ICM	-0.423	-0.192	-0.214	-0.291	
ITC	0.2118	0.3604	0.6437	0.5805	
IS	-0.044	-0.088	0.3258	0.1034	
IE	-0.645	0.0538	-0.239	-0.269	
ISCHCm					0.099

IM: Índice de mención. IAP: Índice de abundancia percibida; IFU: Índice de frecuencia de uso; IPAS: Índice de la prueba de apreciación de sabor; ICM: Índice de comida multifuncional; ITC: Índice de transmisión cultural; IS: Índice de salud; IE: Índice económico. ISCHCm: Índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles. AR: Abundancia relativa. EBR: Estimación de biomasa húmeda relativa. FTR: Frecuencia temporal relativa. FER: Frecuencia espacial relativa. VI: Valor de importancia ecológica.

Figura 1. Relación entre la significancia cultural de los hongos comestibles y su disponibilidad ecológica (estimada por medio del VI). A las especies con valores ecológicos nulos, se les asignó arbitrariamente el valor de uno.



Anexo 1. Lista de abreviaturas usadas

AR: Abundancia relativa

CMT: Conocimiento micológico tradicional

EBR: Estimación de biomasa húmeda relativa

FER: Frecuencia espacial relativa

FTR: Frecuencia temporal relativa

HCS: Hongos comestibles silvestres

IAP: Índice de abundancia percibida

ICM: Índice de comida multifuncional

IE: Índice económico

IFU: Índice de frecuencia de uso

IM: Índice de mención

IPAS: Índice de la prueba de apreciación de sabor

IS: Índice de salud

ISCHCm: Índice ponderado de significancia cultural para hongos comestibles

ITC: Índice de transmisión cultural

VI: Valor de importancia ecológica

SC: Significancia cultural