

Universidad Autónoma de Tlaxcala

Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta
Posgrado en Ciencias Biológicas



Diversidad de esporomas de hongos
ectomicorrizógenos asociados con *Quercus* spp. en
un bosque templado de Ixtacuíxtla, Tlaxcala

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P r e s e n t a

Alberto Campos López







Comité Tutoral

Dra. Citlalli Castillo Guevara
M. en C. Gema L. Galindo Flores
Dra. Irene Sánchez Gallén
Dr. Carlos Alberto Lara Rodríguez

Tlaxcala, Tlax.

Diciembre, 2015

El presente proyecto se realizó con apoyo a estudios de Posgrado del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (beca núm. 364194) en el programa de Maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala con registro en el Programa Nacional de Posgrado-CONACYT (PNP 00-30-03) bajo la codirección de la Dra. Citlalli Castillo Guevara y la M. en C. Gema Lilia Galindo Flores, en los Laboratorios de Micorrizas y Biodiversidad del Centro de Investigación en Ciencias Biológicas (CICB). También se recibió la beca de Auxiliar de Investigación (2013-2014) por parte de la Secretaría de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

<p>DR. ROBERTO CARIBAY ORJUEL</p> 	<p>DRA. SUSANA GUILLEN RODRIGUEZ</p> 
<p>DRA. IRENE SANCHEZ GALLEN</p> 	<p>DR. CARLOS ALBERTO LARA RODRIGUEZ</p> 
<p>M. EN C. GEMA LILIA GALINDO FLORES</p> 	<p>DRA. CITLALI CASTILLO GUEVARA</p> 

ATENTAMENTE
 TLAXCALA, TLAX., JULIO 15 DE 2015

Sin otro particular, le enviamos un cordial saludo.
 Los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador del Proyecto de tesis que Alberto Campos López realiza para la obtención del grado de Maestro en Ciencias Biológicas, expresamos que, habiendo revisado la versión final del documento de tesis, damos la aprobación para que ésta sea impresa y defendida en el examen correspondiente. El título que llevará es: *Diversidad de esporomas de hongos ectomicorrizógenos asociados con Quercus spp. en un bosque templado de Ixtacuíxtla Tlaxcala.*

COORDINACIÓN MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
 CENTRO TLAXCALA DE BIOLOGÍA DE LA CONDUCTA
 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA
 PRESENTE



AGRADECIMIENTOS

Al Programa en Ciencias Biológicas del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.
Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar los estudios de Posgrado de la Maestría en Ciencias Biológicas (número 364194).
A mi comité tutoral, M. en C. Gemma L. Galindo Flores, Dra. Citlalli Castillo Guevara, Dra. Irene Sánchez Gallén y al Dr. Carlos Alberto Lara Rodríguez por su tiempo, sus valiosos comentarios y por el conocimiento aportado.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mis directoras de tesis, la M. en C. Gemma L. Galindo Flores y la Dra. Citlali Castillo Herrera, por darme la oportunidad de trabajar con ustedes, por sus valiosos conocimientos, por su tiempo, sus comentarios y el gran apoyo que me han brindado.

A M. en C. Alejandro Kong Luz por su apoyo en la identificación taxonómica de esporomas, por brindarme un poco de su tiempo y todo ese invaluable conocimiento.

Al Dr. José Luis Martínez y Pérez y al M. en C. Roberto Acosta Pérez por su ayuda en la identificación taxonómica del arbolado.

A todos mis profesores del posgrado, por compartir sus valiosas enseñanzas.

A mis compañeros de laboratorio Rosabel, Eduardo, Angel, Luis Alberto y Ana María por regalarme un poco de su tiempo y esfuerzo en las caminatas en el bosque.

A mis amigos de siempre, Sandra, Carlos y Valentín por su apoyo y todas las experiencias vividas durante tanto tiempo.

Y a todas las personas que directa o indirectamente se vieron involucradas en la realización de esta tesis.

Mis padres Cristina y Felipe por su amor incondicional, por sus incontables sacrificios y sus
 enseñanzas de vida que me han guiado en la dirección correcta. A mis hermanos
 Humberto y Felipe y sus respectivas familias, quienes siempre me han brindado su invaluable
 apoyo y comprensión. Los amo, son y serán los pilares más fuertes de mi vida.

A mi gran amor Beatriz, por su paciencia, infinito amor y apoyo incondicional que me brindó
 día tras día. Por aceptar este reto y entender el sacrificio que implicaría obtener este logro. A
 la señora Beatriz y a Gabriela, por brindarme su confianza, amistad y apoyo incondicional
 durante todo este tiempo.

Gracias familia porque sus muestras de amor y cariño no conocen el tiempo, ni la distancia, es
 a ustedes a quien dedico este gran logro.

RESUMEN

Los bosques de encino son comunidades forestales que se destacan por su importancia ecológica y económica. En ellos se puede encontrar gran diversidad de organismos que interactúan entre sí, tal es el caso de algunos grupos de hongos y las raíces de árboles que forman una interacción mutualista denominada ectomicorriza, la cual juega un papel importante en estos ecosistemas. Las estructuras reproductivas de estos hongos, conocidas como esporomas, son altamente valoradas debido a su importancia cultural, científica, económica y alimenticia, sin embargo, existe poco conocimiento acerca de los factores que podrían modificar su diversidad en los bosques de encino. Por lo cual en este estudio se analizó la relación entre la diversidad de esporomas de HECM asociados a *Quercus* con la composición y estructura del arbolado y variables ambientales en un bosque templado de Tlaxcala, México. En cuatro cuadros de 50 x 50 m² se caracterizó la estructura del arbolado de *Quercus* (densidad, diversidad, etapas de desarrollo y cobertura), se recolectaron e identificaron taxonómicamente esporomas de HECM durante un año, además de medir parámetros ambientales; los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Se recolectaron 213 esporomas correspondientes a 15 géneros y 31 especies. Los géneros más abundantes fueron *Russula*, *Lactarius* y *Amanita*. Se censaron un total de 352 árboles pertenecientes a 9 especies del género *Quercus*. Las variables del arbolado, ambientales y la temperatura del suelo fueron significativamente diferentes entre los cuadros. El análisis NMDS indicó que la diversidad de esporomas de HECM se encontró relacionada a la diversidad de los árboles del género *Quercus*, la cobertura arborea total de los cuadros y al porcentaje de materia orgánica del suelo (Stress = 0.04). Los resultados de este estudio indican que la diversidad de esporomas de HECM se relaciona principalmente con la composición y la cobertura del arbolado.

Palabras Clave: Bosque templado, diversidad, esporomas, hongos ectomicorrizógenos, *Quercus*.

ABSTRACT

The oak forests are forest communities that stand out for their ecological and economic importance. In them can be found a great diversity of organisms that interact with each other, such as the case of some groups of fungi and the roots of trees that form a mutualistic interaction called ectomycorrhizae, which plays an important role in these ecosystems. The reproductive structures of these fungi, known as sporocarps, are highly valued because of their cultural, scientific, economic and nutritional importance, however, there is little knowledge about the factors that may affect its diversity in forest of oak. For this reason, in this study analyzed the relationship between the diversity of ECM sporocarps associated with *Quercus* with the composition and structure of the tree and environmental variables in a temperate forest of Tlaxcala, Mexico. In four quadrants of 50 x 50 m² was characterized the structure of *Quercus* woodland (density, diversity, stages of development and coverage), were collected and identified taxonomically ECM sporocarps during one year, in addition to measuring environmental parameters; the data obtained were analyzed using analysis of multidimensional scaling non-metric (NMDS). 213 sporocarps corresponding to 15 genera and 31 species were collected. *Russula*, *Lactarius* and *Amanita* were the most abundant genera. A total of 352 trees belonging to 9 species of the genus *Quercus* were registered. The environmental variables of the trees and the soil temperature were significantly different between the quadrants. The NMDS analysis indicated that the diversity of sporocarps of ECM was found related to the diversity of the trees of the genus *Quercus*, the total tree cover of quadrants and the percentage of soil organic matter (Stress = 0.04). The results of this study indicated that the diversity of sporocarps of HECM was mainly related to the composition and coverage of the wooded area.

Key words: Temperate forest, diversity, sporocarps, ectomycorrhizal fungi, *Quercus*.

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Género <i>Quercus</i>	1
1.2. Generalidades de los hongos.....	2
1.3. Importancia ecológica de los hongos.....	2
1.4. Hongos ectomicorrizógenos.....	4
1.5. Factores que afectan la diversidad de esporomas.....	6
1.6. Estudios realizados en México.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Area de estudio.....	15
3.2. Establecimiento de cuadros.....	16
3.3. Muestreo.....	18
3.3.1. Esporomas.....	18
3.3.2. Estructura y composición del arbolado.....	20
3.3.3. Variables ambientales.....	22
3.4. Análisis de datos.....	23
3.4.1. Análisis poblacional.....	23
3.4.1.1. Diversidad alta.....	23
3.4.1.2. Fenología de esporomas de HECM.....	25
3.4.1.3. Curva de acumulación de especies de HECM.....	25
3.4.1.4. Estructura del arbolado.....	26
3.4.2. Análisis de comunidades.....	26
3.4.2.1. Diversidad Beta.....	26
3.4.3. Análisis de variables ambientales.....	27
3.4.4. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico.....	28
4. RESULTADOS.....	29

29	4.1. Esporomas de hongos ectomicorrizógenos.....
31	4.1.1. Riqueza y diversidad alfa de HECM.....
35	4.1.2. Fenología de esporomas de HECM.....
38	4.1.3. Curva de acumulación de especies de HECM.....
39	4.1.4. Diversidad beta de especies de HECM.....
40	4.2. Estructura y composición del arbolado.....
41	4.2.1. Abundancia, riqueza y diversidad alfa del arbolado.....
42	4.2.2. Diversidad beta del arbolado.....
43	4.3. Variables ambientales.....
44	4.4. Resumen de variables por cuadro.....
45	4.5. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS).....
47	5. DISCUSIÓN.....
47	5.1. Esporomas de hongos ectomicorrizógenos.....
49	5.2. Estructura y composición del género <i>Quercus</i>
	5.3. Relación entre diversidad de esporomas de hongos ectomicorrizógenos, estructura y composición del arbolado y variables ambientales.....
50	6. CONCLUSIONES.....
54	7. PERSPECTIVAS.....
55	8. REFERENCIAS.....
68	9. ANEXOS.....
80	10. PRODUCTOS.....

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales familias y géneros de HECM.....	5
Tabla 2. Listado de esporomas de HECM recolectados en el sitio de estudio.....	30
Tabla 3. Abundancia de especies de HECM (2013-2014).....	32
Tabla 4. Diversidad alta de HECM (2013-2014).....	32
Tabla 5. Comparaciones por cuadro con t de Hutchenon para especies de HECM (2013-2014).....	33
Tabla 6. Abundancia de HECM (junio-octubre 2014).....	34
Tabla 7. Diversidad alta de HECM (junio-octubre 2014).....	34
Tabla 8. Comparaciones por cuadro con t de Hutchenon para especies de HECM (junio-octubre 2014).....	35
Tabla 9. Riqueza de especies de HECM estimadas y nivel de inventario.....	39
Tabla 10. Índices de similitud de Jaccard y Sørensen (porcentajes) para las especies de HECM.....	40
Tabla 11. Variables estructurales del arbolado.....	41
Tabla 12. Abundancias de dividuos por especies del género <i>Quercus</i> (Adultos).....	41
Tabla 13. Diversidad alta de <i>Quercus</i> (Adultos).....	42
Tabla 14. Comparaciones por cuadro con t de Hutchenon para <i>Quercus</i> (Adultos).....	42
Tabla 15. Índices de similitud de Jaccard y Sørensen (porcentajes) para las especies del género <i>Quercus</i>	42
Tabla 16. Variables ambientales.....	43
Tabla 17. Variables evaluadas de junio a octubre de 2014.....	48
Anexo 1. Muestras de esporomas de HECM (totales mensuales) por cuadros separados por abundancia y riqueza.....	72
Anexo 2. Promedios mensuales para temperatura y precipitación de la estación meteorológica de la facultad de Biología UAT.....	72
Anexo 3. Muestras de esporomas de HECM por cuadro.....	73
Anexo 4. Datos estructurales del arbolado por cuadro (Individuos juveniles y	

adultos).....	71
Anexo 5. Promedios humedad ambiental por mes y por cuadro.....	74
Anexo 6. Promedios temperatura ambiental por mes y por cuadro.....	74
Anexo 7. Promedios temperatura del suelo por mes y por cuadro.....	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio y del municipio de Ixtacuíxtla, Tlaxcala 16

Figura 2. Ubicación de los cuadros en el bosque de *Quercus-juniperus* de Ixtacuíxtla, Tlaxcala 17

Figura 3. Fotografías de los cuadros establecidos en el bosque de *Quercus-juniperus* de Ixtacuíxtla, Tlaxcala 18

Figura 4. Esquema de la división establecida en los cuadros usada para la recolección de esporomas de HECM 19

Figura 5. Ubicación de los sensores de temperatura en HOBO data logger 22

Figura 6. Fenología de esporomas de HECM para la zona de estudio (2013-2014) 36

Figura 7. Fenología de esporomas de HECM para Barranca 1 y 2 (junio-octubre 2014) 37

Figura 8. Fenología de esporomas de HECM para Planicie 1 y 2 (junio-octubre 2014) 38

Figura 9. Curvas de acumulación de las especies de HECM 39

Figura 10. Configuración final del NMDS de las variables determinadas por cuadro 46

Anexo 8. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) 76

El Género *Quercus*

Existen diferentes tipos de bosques los cuales se diferencian de acuerdo a su composición florística y al tipo de clima en el que se desarrollan, dentro de esta variedad se destacan los bosques de encino se encuentran ampliamente distribuidos en los macizos montañosos de México, y cubren, aproximadamente 5.5% de la superficie total del país, hallándose la mayor diversidad de especies en un intervalo altitudinal que varía entre los 1,200 a 2,800 metros sobre el nivel del mar, aunque es posible encontrar especies desde los 200 hasta los 3,500 m de altitud (Arizaga y cols. 2009). En el estado de Tlaxcala los encinares también ocupan aproximadamente el 5% de la superficie estatal distribuidos principalmente sobre cerros y lomeríos de la porción central y norte de la entidad, y en la Malinche, entre 2200 y 3000 msnm (Acosta-Pérez 1991). Dentro de la familia Fagaceae, el género *Quercus* es el que presenta mayor distribución en todo el mundo. Se encuentra en casi todos los bosques templados del Hemisferio Norte, así como en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo. Incluso existen algunas especies en hábitats más secos, en el suroeste de Asia y nororiente de África. En América se localiza desde Canadá hasta Colombia, incluyendo Cuba (Valencia 2004). Se reconocen dos centros de diversidad para el género. El primero se localiza en el suroeste de Asia con alrededor de 125 especies. El segundo se presenta en México, particularmente en las regiones montañosas, en donde forman parte importante de los bosques templados (Govaerts y Frodin 1998).

De acuerdo con Valencia (2004) en México existen alrededor de 161 especies pertenecientes al género *Quercus*, lo que representaría entre 32.2 y 40.2% de las especies de este género a nivel mundial, esto implica que la diversidad de *Quercus* en México equivale a casi una tercera parte respecto a la mundial. De las 161 especies del género *Quercus* reportadas por Valencia (2004) 109 de ellas son endémicas de México, estas equivalen al 67.7% del total de especies del género en México (Valencia 2004). Las especies del género *Quercus* constituyen uno de los géneros de plantas leñosas más importantes a nivel nacional (Kaul 1985), ya que varias de ellas son maderables,

considerándose económicamente importantes, además, son elementos trascendentales en los ecosistemas donde habitan, ya que forman una extensa y compleja red de interacciones (Martínez-Cruz y cols. 2009). Estas interacciones incluyen a organismos como bacterias, insectos, plantas epífitas y hongos.

1.2. Generalidades de los hongos

Los hongos son organismos eucarióticos, heterótrofos, se alimentan por absorción, su cuerpo consiste en largos filamentos ramificados llamados hifas, las cuales están cubiertas por una pared celular compuesta por polisacáridos, principalmente quitina y glucanos, que en conjunto se conocen como micelio, el cual constituye la parte vegetativa del hongo. De acuerdo con Hawksworth (2001) se estima que existen entre 1.5 y 2.5 millones de especies a nivel mundial, conociéndose entre el 4 y 6 %. En México se calcula que existen alrededor de 200,000 especies de hongos de las cuales se conoce el 3.5 % (Guzmán 1998).

Estos organismos pertenecen a un grupo diverso con muchas variaciones en sus ciclos de vida. La mayoría de los hongos (con sus excepciones) se reproducen tanto asexual como sexualmente. Con la reproducción asexual se producen rápidamente nuevos individuos, pero hay poca variabilidad genética, mientras que la reproducción sexual involucra meiosis y genera nuevos genotipos (Alexopoulos y Mims 1985, Guillen y cols. 2004). Dentro de los hongos que se reproducen sexualmente se encuentran los denominados hongos macroscópicos, estos corresponden con las especies fúngicas que presentan estructuras reproductoras visibles a simple vista, la mayoría pertenecen a los Phylum Ascomycota y Basidiomycota, gran parte de los integrantes de estos Phyla forman esporomas carnosos, cartilaginosos, corchosos o leñosos, tanto epigeos como hipogeos (Guillen y cols. 2004). Estos organismos son de gran importancia por su función ecológica, cultural, económica y alimenticia en las comunidades rurales que se ubican en las zonas boscosas (Gómez 2014).

1.3. Importancia ecológica de los hongos

Los hongos desempeñan funciones de suma importancia relacionadas con el reciclaje de la materia orgánica en los ecosistemas (Trappe y Luoma 1992, Martínez 2008). Ecológicamente se destacan por los múltiples roles que juegan en los ambientes naturales,

lo cual está íntimamente relacionado con su tipo de nutrición, así los hongos se dividen en los siguientes grupos según sus preferencias de nicho-substrato: parásitos, saprobios y mutualistas (Arnolds 1988).

Los hongos parásitos se caracterizan por vivir en diferentes huéspedes, a los que provocan daños más o menos graves o incluso la muerte. En el caso de provocar una enfermedad en el hospedero hablamos de patógenos (Agréda y cols. 2010). Los hongos parásitos juegan un papel importante en el ecosistema, afectando a la competencia entre especies vegetales, y actuando, en general, como factores equilibradores del ecosistema. Al eliminar ciertos elementos infectados de la comunidad pueden generar nuevos nichos microhábitats en el bosque, favoreciendo el establecimiento de otras especies, además de provocar cambios en el tamaño y distribución de la población vegetal, aumentando la diversidad (Dickman, 1992).

Por otro lado, los hongos saprobios se nutren de sustancias producidas por la degradación de la materia orgánica. Este proceso conlleva la volatilización del C, H y O y la liberación de N, P, K, S entre otros elementos. Junto con las bacterias, estos hongos están involucrados en el reciclaje de la materia orgánica (Valenzuela y cols. 2001, Martínez 2008). Algunos hongos aprovechan indistintamente materia orgánica de origen diverso, mientras que otros prefieren sustratos más específicos, de esta forma encontramos hongos saprobios humícolas, coprófilos, lignícolas, entre otros (Martínez 2008). Los hongos saprobios no sólo mineralizan las sustancias orgánicas, también retienen gran cantidad de nutrientes en el micelio, que se van liberando de forma gradual, facilitando su utilización posterior por parte de las plantas (Boddy y Watkinson 1995). Dada la gran cantidad de biomasa vegetal que cae al suelo, podemos imaginar que sin la actividad de los hongos saprobios, dicha biomasa se acumularía y colapsaría el funcionamiento del ecosistema.

Por otro parte, los hongos simbioses se dividen en liquenizados y micorrizicos. Los primeros consisten en una asociación formada entre un hongo y un alga verde y/o una cianobacteria, mientras que los hongos micorrizicos establecen asociaciones simbióticas mutualistas con las plantas, formando las denominadas micorrizas (Hornubia y cols. 1992).

Estas son una asociación cosmopolita ya que se presenta en la mayoría de los ecosistemas terrestres y generalista porque es muy amplio el número de familias vegetales que son susceptibles de ser micorrizadas. Se considera que del 85 al 95 % de las plantas terrestres presentan este tipo de asociación (Brunsdrett 2002). Las micorrizas, desde el punto de vista morfológico se clasifican en endomicorriza, ectendomicorriza y ectomicorriza (Pérez-Moreno y Read 2004).

1.4. Hongos ectomicorrizógenos

La ectomicorriza es un componente esencial de la mayoría de las comunidades forestales, ya que las especies vegetales dominantes en bosques de coníferas en regiones alpinas y boreales, en muchos bosques de ecosistemas templados y mediterráneos, en grandes áreas tropicales y subtropicales son especies arbóreas ectomicorrizicas (Smith y Read 1997). Para muchos árboles, tales como los pertenecientes a las familias Pinaceae, Fagaceae y Betulaceae, esta comprobado que su crecimiento y supervivencia están determinados por la colonización de hongos ectomicorrizógenos (HECM) (Smith y Read 1997). Estos simbiontes fúngicos juegan un papel crucial en la salud de los árboles, favoreciendo la adquisición de nutrientes minerales como el N y P, mejorando la captación de agua, aumentando la respuesta de sus hospederos a factores de estrés como la sequía, aumentando la resistencia frente a los patógenos e influenciando la dinámica de los organismos epigeos y los procesos del ecosistema como conjunto (Read 1998, Van Der Heijden y cols. 1998, Copley 2000). Por su parte, los hospederos autótrofos proporcionan carbohidratos a los simbiontes heterótrofos, necesarios para su desarrollo y supervivencia (Finlay 2004). Dentro de la amplia diversidad de géneros que conforman el Reino Fungi una considerable cantidad de ellos son ectomicorrizógenos (Tabla 1), llegándose a estimar que existen más de 6,000 especies de HECM a nivel mundial (Molina y cols. 1992).

Clase	Orden	Familia	Género	
Ascomycetes	Elaphomycetales	Elaphomycetaceae	<i>Elaphomyces</i>	
		Cenococcium		
Leotiales	Geoglassaceae	<i>Cudonia</i>		
		<i>Geoglossum</i>		
	Spathularia	<i>Spathularia</i>		
		<i>Trichoglossum</i>		
	Leotiaceae	<i>Leotia</i>		
		<i>Balsamita</i>		
	Pezizales	Helvellaceae	<i>Gyromitra</i>	
			<i>Helvella</i>	
		Oideaceae	<i>Hydnorhya</i>	
			<i>Geopora</i>	
Pezizaceae	<i>Sarcosphaera</i>			
	<i>Humaria</i>			
Agaricales	Amanitaceae	<i>Amanita</i>		
		<i>Limacella</i>		
Basidiomycetes	Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i>		
		<i>Hebeloma</i>		
	Inocybe	<i>Inocybe</i>		
		<i>Naucaria</i>		
	Rozites	<i>Rozites</i>		
		<i>Hygrophorus</i>		
	Entolomataceae	<i>Floccularia</i>		
		<i>Hydnangium</i>		
	Boletales	Boletaceae	<i>Tricoloma</i>	
			<i>Boletus</i>	
		Suillaceae	<i>Lecinum</i>	
			<i>Suillus</i>	
Gomphidiaceae	<i>Chroogomphus</i>			
	<i>Gomphidius</i>			
Gyrodontaceae	<i>Gyrodont</i>			
	<i>Gyroporus</i>			
Rhizopogonaceae	<i>Rhizopogon</i>			
	<i>Chalciporus</i>			
Strobilomycetaceae				

Gran parte de las especies de HECM producen cuerpos fructíferos conspicuos y visibles a simple vista que hasta mediados de la década de 1990 eran usados para estudiar la estructura de las comunidades de los HECM. Sin embargo, el estudiar únicamente los esporomas de los HECM conlleva una serie de inconvenientes y limitantes, como la restricción de las evaluaciones a la temporada de lluvias y a las especies visibles durante los

En lo referente a los factores ambientales varios autores concluyen que las precipitaciones conjuntamente con la temperatura están considerados como los principales factores que modulan el crecimiento vegetativo y reproductivo de los macromicetos (Arnolds 1981). Un ejemplo de estos estudios es el realizado por O'Dell y cols. (1999), quienes examinaron los cambios en la ocurrencia y abundancia de esporomas de HECM a lo largo de un gradiente de humedad con especies hospederas reiterativas (*Tsuga heterophylla* y *Pseudotsuga menziesii*) en el Parque Nacional Olympic de Washington, E. U. Luego de dos años de muestreo los investigadores encontraron evidencia de que la riqueza y la abundancia de esporomas en las parcelas muestreadas estuvo correlacionada con la precipitación media anual y concluyen que los patrones de fructificación de los esporomas de HECM cambian con relación a las condiciones ambientales incluso cuando las especies hospederas son las

Una de las finalidades de los estudios ecológicos en comunidades fúngicas es encontrar patrones que puedan explicar las diferencias observadas en la riqueza y abundancia de las especies con relación a una serie de variables que sobre ellas puedan incidir. En cuanto a esto, se conoce que la diversidad de hongos macroscópicos (dentro de ellos incluidos los HECM) es afectada por factores de tipo ambiental y biológico (O'Dell y cols. 1999).

1.5. Factores que afectan la diversidad de esporomas

muestras, lo cual implica dejar fuera especies ectomicorrizas de hábito hipogeo y las especies que no producen estructuras macroscópicas (Schmit y Lodge 2005). Esto aunado al desarrollo de las herramientas moleculares y los recientes estudios que demuestran la correspondencia entre la composición de especies de esporomas y los hongos que colonizan las raíces de las plantas, provocó que surgieran dudas sobre la validez de los estudios que describen la estructura de una comunidad fúngica basándose en el muestreo de esporomas (Taylor 2002). Sin embargo, los estudios basados en la identificación molecular presentan algunos inconvenientes también, como el carecer de un inventario de esporomas identificados a nivel de especie que aporte información sobre cuáles especies fúngicas presentes en un área determinada se reproducen sexualmente, así como el elevado costo que implica cubrir grandes extensiones del área de estudio, por lo que los estudios moleculares y tradicionales son complementarios (Dahlberg 2001).

Por otro lado, se conoce que además de la precipitación y la temperatura los parámetros edáficos relacionados con las características químicas, físicas y estructurales del suelo, pueden ser limitantes para la diversidad de muchos hongos. Aspectos como la cantidad de materia orgánica, el pH e incluso el tipo de suelo pueden ser factores determinantes para la riqueza y abundancia de esporomas de HECM. Este hecho, puede observarse en el estudio realizado por Baar y Braak (1996), quienes analizaron los efectos de la remoción y adición de hojarasca y humus en la ocurrencia de esporomas de HECM en 64 parcelas establecidas en seis plantaciones de *Pinus sylvestris* de diferente edad y tipo de suelo localizadas en el noroeste de Holanda. En este experimento en parcelas ubicadas en bosques maduros se removieron las capas de hojarasca, humus y vegetación herbácea, posteriormente la materia removida de estas parcelas (hojarasca y humus) fue añadida a parcelas ubicadas en rodales jóvenes y de mediana edad. Los muestreos de esporomas llevados a cabo en 1993 indicaron que la remoción de hojarasca y humus aumentó la riqueza de especies de esporomas de HECM en los rodales maduros. Análisis químicos mostraron una reducción en la concentración del N disuelto, NH_4^+ , NO_3^- , P y K^+ y un incremento de pH como resultado de la remoción. La adición de la hojarasca y humus no afectó el número de especies y de esporomas de los HECM en las parcelas jóvenes y de mediana edad. En cuanto a los tipos de suelo se encontró que el número de especies y esporomas de HECM en suelo de tipo Arenosol Haplíco fue mayor que en suelo de tipo Podzol Haplíco. La baja concentración de nutrientes, contenido de materia orgánica y el pH alto del Arenosol Haplíco fue más

se encuentra en otoño.

precipitaciones de primavera parecían estar relacionadas con la riqueza de esporomas que diversidad o la productividad fúngica, además se encontró que particularmente las producción fúngica, mientras que la temperatura no mostró tener alguna influencia sobre la macromoléculas. El análisis mostró que la precipitación tuvo la mayor influencia en la correlación entre los parámetros meteorológicos y la producción de esporomas de los bosques de encino en la parte surcentral de la Toscana, Italia, mediante un análisis de efectos de la precipitación y la temperatura en la fructificación de hongos macroscópicos. Otro ejemplo es el estudio realizado por Salemi y cols. (2002) quienes analizaron

El ordenamiento horizontal se analiza a través de la densidad, la abundancia, el DAP y la cobertura, entre otros parámetros (Rangel y Velázquez 1997). Una de las investigaciones en la cual evalúan el efecto de la estructura de la vegetación sobre la comunidad fúngica es el estudio realizado por Richard y cols. (2004), en el cual estudiaron los patrones de fructificación de macromicetos (saprobios y HECM) a escala local, además de correlacionar los patrones de fructificación con la distribución de árboles hospederos y otras características estructurales de los bosques mostraron una correlación significativa de la riqueza de especies de macromicetos con la densidad de árboles, una disminución en la riqueza de macromicetos cuando el número de capas de vegetación aumenta, y la fructificación preferencial de algunas especies fúngicas cerca de *Q. ilex* o *Arbutus unedo* (otra especie ectomicorrizica de la zona). Otra característica destacable fue que la riqueza y la producción de macromicetos mejoraron en los claros del dosel. Estos resultados destacan la importancia del estudio de la estructura del bosque para la conservación de diferentes grupos de hongos.

En relación al efecto que la edad de los hospederos puede tener sobre la comunidad fúngica se sabe que el crecimiento de los hospederos propicia la sucesión fúngica, que básicamente está dado por la etapa de desarrollo de la planta, a la cual pueden asociarse determinadas especies de hongos ectomicorrizicos (Deacon y Fleming 1992). Esta peculiaridad da origen a la clasificación de los simbiontes fúngicos en hongos de etapas tempranas y hongos de etapas tardías. Los hongos de etapas tempranas son aquellos cuya germinación de sus esporas es estimulada por la raíz de la planta (Bowen 1994); estas especies de hongos se asocian en las primeras etapas de vida de las plantas y se adaptan rápidamente a suelos minerales (Read 1991), mientras las plantas se desarrollan y alcanzan su madurez, estos hongos no desaparecen totalmente pero dejan de colonizar las raíces perdiendo su efectividad (Miller y Allen 1992). Posteriormente, estos HECM son remplazados por

A nivel mundial se han realizado estudios que aportan información sobre la influencia de diversos factores bióticos y abióticos en la diversidad de esporomas de diferentes grupos de hongos, como los estudios citados anteriormente, sin embargo la gran mayoría de estos han sido elaborados en Europa y Norte América. Para el caso particular de México tenemos que la mayoría de los estudios realizados se han enfocado en el listado de especies de macromicetos en diversos ecosistemas como los estudios realizados por Díaz y cols. (1988), Villanuel (2007), Rodríguez (2009), y López-Eustaquio (2010) por citar algunos. Otro aspecto en el que se han enfocado las investigaciones micológicas en nuestro país es el estudio de grupos o géneros en específico como lo demuestran los trabajos de Montaña y

1.6. Estudios realizados en México

El efecto que la edad de las comunidades vegetales puede tener sobre la comunidad fúngica se documenta en el estudio realizado por Durall y cols. (2006), quienes examinaron el efecto de la tala, la edad y la composición de especies del arbolado en la abundancia, diversidad y composición de la comunidad de esporomas epigeos formados por HECM en la Columbia Británica. En dicho trabajo, realizaron muestreos de esporomas durante mayo, junio, agosto, septiembre y octubre de 1996-1999 en transectos ubicados en plantaciones jóvenes (cinco años de edad) y bosques silvestres maduros (75 a 125 años de edad) compuestos casi en su totalidad por *Betula papyrifera* y *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* respectivamente, además de bosques compuestos por mezclas de las dos especies de árboles. Los resultados de esta investigación muestran que la abundancia de esporomas en los bosques maduros varió ampliamente entre los años de muestreo y, en general aumento con la precipitación anual. La riqueza de especies de HECM fue diferente entre las edades de las plantaciones, pero no entre la composición de las plantaciones y la composición de los bosques maduros.

(Dighton y cols. 1986).

especies de etapas tardías o maduras, estas especies se establecen en lugares con alto contenido de materia orgánica y suficiente substrato (Bowen 1994). De esta manera, los hongos de estadios tempranos son los que poseen la capacidad de colonizar rápidamente las plantas, y cuando los árboles maduran son reemplazados gradualmente por otras especies

Uno de estos pocos estudios es el realizado por Gómez-Hernández y Williams-Linera (2011) quienes examinaron si las comunidades de macromicetos varían de acuerdo con la diversidad de plantas leñosas, la estructura del bosque y cambios microclimáticos, en cuatro sitios remanentes de bosque nublado de montaña. Los cuatro sitios elegidos se encontraban distribuidos en un gradiente altitudinal a 1240 y 1440 m snm (sitios de menor altura) y 1790 y 1900 m snm (sitios de mayor altura) en Veracruz, México. En este estudio los investigadores colectaron macromicetos cada 2 semanas durante la temporada de fructificación (12 muestreos entre mayo y octubre de 2007) en 10 parcelas permanentes de 10 x 10 ubicadas en los 4 fragmentos de bosque mencionados anteriormente. Dentro de estas mismas parcelas caracterizaron la estructura de la vegetación y la composición de especies de plantas leñosas, para lo cual determinaron el porcentaje de cobertura del dosel, el área basal, la altura media y máxima de las plantas leñosas del dosel y del sotobosque, además midieron la pendiente del terreno, la temperatura y la humedad del aire y del suelo. En total 2059 macromicetos pertenecientes a 509 especies y 678 plantas leñosas pertenecientes a 63 especies fueron registradas. Después de analizar los datos encontraron que la diversidad de macromicetos de los dos sitios localizados a menor altura fue superior que la diversidad de macromicetos registrada en los sitios ubicados a mayor altura, además, el índice de Jaccard señaló un alto recambio de especies entre los sitios y los

hongos macroscópicos, como la estructura de la vegetación o variables ambientales. pocos trabajos evalúan otro tipo de variables que podrían afectar la diversidad de los diferentes tipos de vegetación comienzan a llevarse a cabo en nuestro país, sin embargo principales es describir el cambio en las comunidades de hongos macroscópicos en (2005), Vázquez (2008), Burrola-Aguilar y cols. (2013), en los cuales uno de los objetivos Estudios como los realizados por Heredia (1989), Pardavé y Terán (1999), Díaz y cols. conocimiento sobre la distribución de este tipo de hongos en los ambientes naturales. macroscópicos no ha quedado relegado, ya que se ha comenzado a profundizar en el predominancia de este tipo de investigaciones el estudio de la ecología de hongos Salinas-Salgado y cols. (2012), y Raymundo y cols. (2012) entre otros. A pesar de la Aguilar-Cruz y Villagas (2010), Medel y cols. (2010), Romero-Bautista y cols. (2010), cols. (2006), Pérez-Silva y cols. (2006), Valenzuela y cols. (2006), Bandala y cols. (2008),

diferentes muestros realizados. Por otro lado, la riqueza de macromicetos se relacionó negativamente con la riqueza de árboles del dosel, la estructura de la vegetación del sotobosque y la temperatura del aire, pero se correlacionó positivamente con la humedad del aire, el contenido de humedad del suelo y la altitud. El análisis de correspondencia canónica separó los sitios boscosos ubicados a alta y baja elevación. Los cambios en la composición y abundancia de las especies de macromicetos con respecto a la altitud fueron explicados por la precipitación, temperatura, y la estructura de la vegetación del sotobosque. Los investigadores concluyeron que la estructura de la vegetación del sotobosque es el aspecto más importante para el manejo de la diversidad macrofúngica, más que la diversidad de las plantas leñosas.

Un ejemplo más de este tipo de investigaciones es la realizada por Gómez y cols. (2011), quienes evaluaron la biomasa de esporomas de HECM y su relación con variables ambientales en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. El muestreo realizado consistió en la colecta de esporomas de hongos potencialmente ectomicorrizicos, para lo cual establecieron ocho parcelas permanentes de 1000 m² (20m x 50m). Cada parcela se encontraba caracterizada y presentaban condiciones homogéneas de suelo (andosol o litosol), altitud entre los 1800 y los 2000 m snm y vegetación correspondiente a pino o pino-encino. Estas parcelas fueron visitadas semanalmente para la recolecta de ejemplares, y posteriormente los esporomas que recolectaron fueron pesados. Dentro de cada parcela tomaron muestras de suelo para su análisis físico-químico (textura, pH del suelo, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio total), y obtuvieron los datos dasométricos de la vegetación (altura promedio del estrato arbóreo, densidad del estrato arbóreo, edad del arbolado, diámetro y la cobertura del dosel). Una vez recolectados los datos, aplicaron análisis multivariado DECORANA para relacionar las variables ambientales y la biomasa de los esporomas reportados en las parcelas. Se registraron 50 especies de hongos ectomicorrizicos con una biomasa total de 12,691.3 g, y siete especies contribuyeron con el 67.8 % de la biomasa total (*Amanita caesarea*, *Russula foetens*, *Russula brevipes*, *Amanita virosa*, *Laccaria laccata*, *Austroboletus gracilis*, *Suillus granulatus*). Se demostró la relación entre el porcentaje de cobertura de herbáceas con la producción de *Suillus cothurnatus* y la densidad de pinos con la producción de *Laccaria*

Además el arbolado maduro está relacionado con una mayor producción de los géneros *Amanita*, *Boletus* y *Lactarius*, mientras que el arbolado joven se relaciona con una mayor producción de *Laccaria* y *Suillus*.

Como puede observarse, en México se han comenzado a realizar investigaciones que abordan el efecto que las diversas variables bióticas y abióticas tienen sobre la diversidad de hongos macroscópicos incluidos los HECM. Sin embargo, la información generada aún es incipiente, ya que los estudios realizados en este contexto son escasos, además estas investigaciones se han enfocado en la determinación de estas interrogantes sólo en algunos tipos de vegetación, poco se sabe de la diversidad de esporomas de HECM asociados con *Quercus*, además de los factores que pueden limitar la distribución y el desarrollo de las estructuras de reproducción sexual de los HECM en tipos de vegetación como los bosques de encino. Es por ello que el propósito de este trabajo es aportar información en este respecto, enriquecer el inventario fungico estatal y nacional, además de generar información sobre la fenología y disponibilidad de los esporomas de HECM asociados con *Quercus* que se desarrollan en el bosque de *Quercus-Juniperus* de Ixtacuíxtla Tlaxcala.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar la relación entre la diversidad de esporomas de hongos ectomicorrizógenos asociados a *Quercus* con la composición y estructura de los árboles del género *Quercus* variables ambientales en un bosque templado de Tlaxcala, México.

2.2. Objetivos específicos

1.- Determinar la riqueza y abundancia de esporomas de hongos ectomicorrizógenos asociados a *Quercus*.

2.- Determinar la diversidad y estructura de árboles del género *Quercus*.

3.- Describir la relación entre la diversidad de esporomas de hongos ectomicorrizógenos asociados a *Quercus* con la diversidad y estructura del arbolado y variables ambientales (humedad ambiental, temperatura ambiental, pH del suelo, textura del suelo, cantidad de materia orgánica y capacidad de retención de agua del suelo).

3. METODOLOGÍA

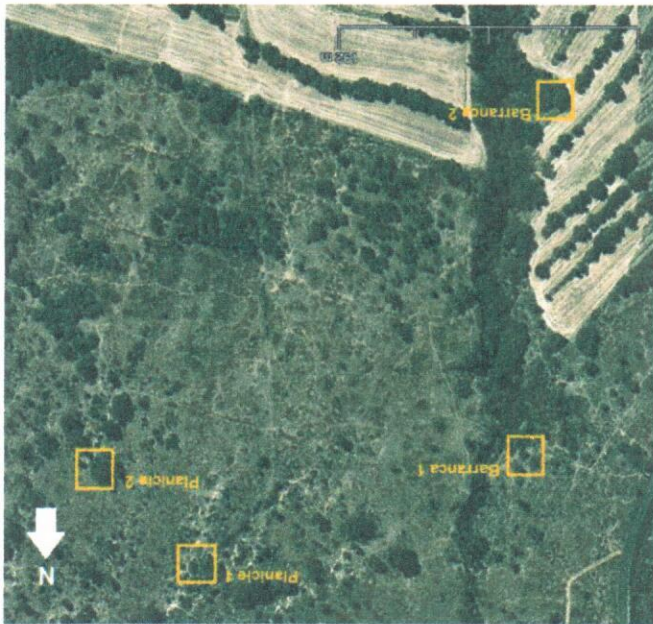
3.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el Municipio de Ixtacuixtla, el cual se ubica al suroeste del estado de Tlaxcala (19° 16' y 19° 25' norte y 98° 17' y 98° 29' oeste, a 2 100 - 2 700 msnm). Colinda al norte con los municipios de España y Hueyotlipan, al este con los municipios de Hueyotlipan, Panotla y Santa Ana Nopalucan, al sur con los municipios de Santa Ana Nopalucan, Nativitas, Tepetitla de Lardizábal y el estado de Puebla, al oeste con el estado de Puebla y el municipio de España. El clima en este municipio se considera templado subhúmedo con un régimen de lluvias en los meses de mayo a septiembre. La precipitación media anual es de 800 a 1000 mm. La temperatura media anual es de 12 a 16 °C. La máxima incidencia de lluvia se presenta en junio y julio, en tanto que el periodo más seco se presenta en los meses de diciembre a enero. Los meses más cálidos son abril, mayo y junio, mientras que los meses más fríos son diciembre y enero (INEGI 2009). El uso del suelo en el municipio de Ixtacuixtla se destina principalmente a la agricultura cubriendo el 53% de su extensión, mientras que el 47% restante se divide en pastizales (18%), Bosques (16%) y zonas urbanas (13%). La vegetación está compuesta principalmente por mezclas de bosques de *Juniperus* y *Quercus*, que en la mayoría de los casos se encuentra fuertemente perturbado o bien ha sido desplazado por la agricultura (INEGI 1998).

El área de estudio comprende cuatro ha de bosque de *Quercus-Juniperus* (Figura 1) con una altitud de 2,268 m snm. Se trata de una comunidad boscosa abierta, donde los árboles se distribuyen de forma agrupada dejando amplios espacios entre estas agrupaciones, el estrato arboreo va de los 2 a los 15 m de altura con escasos elementos que sobrepasan esta talla, cuenta con un estrato herbáceo inferior bien desarrollado, con algunos arbustos dispuestos de manera dispersa. El género *Quercus* es el dominante en la zona en conjunto con algunos individuos pertenecientes a la especie *Juniperus deppeana*, a estos elementos arbóreos se encuentran asociadas especies como *Buddleia cordata* (tepozán), *Mimosa binuncifera* (uña de gato), *Argemone platyceras* (chicalote blanco), *Reseda luteola* (lengua de vaca), *Agave salmiana* (pulquero), *Opuntia sp.* (nopal), *Brickellia veronicifolia* (gobernadora), *Adolphia infesta* (abrojo) y *Prunus serotina* (capulín) entre otros. Esta zona es parte de los

género *Quercus*, esto con el propósito de representar diferentes microambientes que pudieran estar presentes en el área de estudio.

Figura 2. Ubicación de los cuadros en el bosque de *Quercus-Juniperus* de Ixtacuitla, Tlaxcala.



Barranca 1: Se ubica al noreste de la zona de estudio, en la zona norte de la barranca, sobre la ladera oeste, en las coordenadas $19^{\circ}20'10.60''$ y $19^{\circ}20'11.20''$ norte y $98^{\circ}22'7.30''$ y $98^{\circ}22'8.50''$ oeste, se caracteriza por estar ubicado en la zona de transición entre la barranca y una zona plana, con una pendiente pronunciada en la zona sureste de este cuadro, la vegetación predominante es *Quercus* con pocos individuos del género *Juniperus*.

Barranca 2: Se ubica al suroeste de la zona de estudio, en la zona central de la barranca, sobre la ladera oeste, en las coordenadas $19^{\circ}20'2.78''$ y $19^{\circ}20'4.37''$ norte y $98^{\circ}22'7.04''$ y $98^{\circ}22'8.28''$ oeste, se caracteriza por estar ubicado dentro de la barranca con dos zonas de pendiente pronunciada y una zona plana en la base de la barranca, la vegetación arbórea predominante es *Quercus* con muy pocos individuos del género *Juniperus*.

Planicie 1: Se ubica al noroeste de la zona de estudio, en la parte superior de la planicie, en las coordenadas $19^{\circ}20'15.30''$ y $19^{\circ}20'14.40''$ norte y $98^{\circ}21'56.64''$ y $98^{\circ}21'57.74''$ oeste,

Los muestreos de esporomas se realizaron contemplando dos temporadas de lluvias, de septiembre de 2013 a octubre de 2014, con salidas semanales en las temporadas de lluvia y mensuales en temporada seca. Con el propósito de evitar la sobreestimación de los esporomas de HECM debida al crecimiento cespitoso (crecimiento de esporomas en forma

3.3.1. Esporomas

3.3. Muestreo



Ixtacuixtla, Tlaxcala.

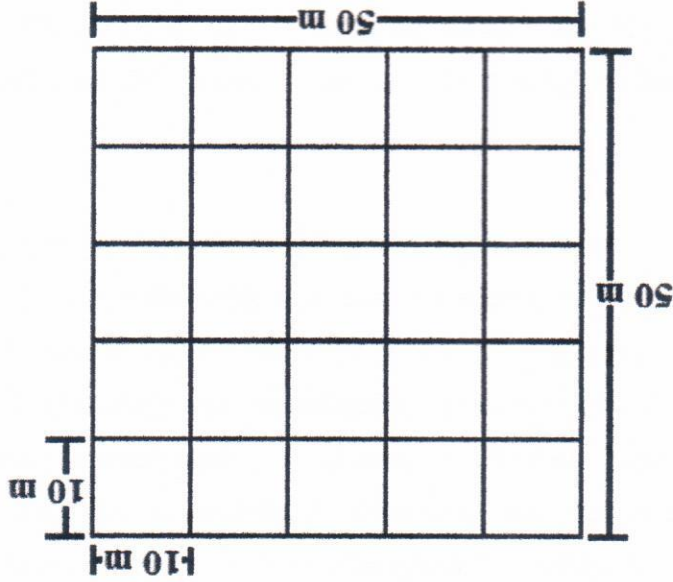
Figura 3. Fotografías de los cuadros establecidos en el Bosque de *Quercus-Juniperus* de

corresponde exclusivamente a individuos del género *Quercus*.
 similares a Planicie 1, relieve homogéneo con una ligera pendiente, la vegetación arborea aproximadamente 600 m de distancia de Planicie 1, en las coordenadas 19°20'11.06" y 19°20'9.57" norte y 98°21'57.83" y 98°21'56.38" oeste, con características bastante

se caracteriza por estar en una zona con relieve homogéneo con una ligera pendiente, la vegetación arborea corresponde exclusivamente a individuos del género *Quercus*.

de matas o muy cercanos entre sí) o gregario de estas estructuras en algunas especies, se dividieron los cuadros Barranca 1, Barranca 2, Planicie 1 y Planicie 2 en subcuadros de 10 x 10 m², obteniendo un total de 25 subcuadros respectivamente (Figura 4). Los esporomas de HECM fueron recolectados dentro de los 25 subcuadros en Planicie 1, Planicie 2, Barranca 1 y Barranca 2, evitando recolectar más de una vez aquellos esporomas que compartieran la misma morfología dentro de un mismo subcuadro (Brunner y cols. 1992, Schmit y cols. 1999, Gates y cols. 2011), en la recolección se procuró que los ejemplares fueran principalmente maduros, sin daños mecánicos o parasitados por otros hongos. Durante cada muestreo los esporomas recolectados se envolvieron en papel encerado y se transportaron al Laboratorio de Micorrizas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT).

Figura 4. Esquema de la división establecida en los cuadros usada para la recolección de esporomas de HECM.



Posteriormente, los ejemplares se fotografian y se realiza su caracterización macroscópica. Para ello se consideraron características del pileo (forma, color consistencia y ornamentación de la cutícula), estípite (forma, coloración y estructuras especiales), himenio (tipo, coloración), esporada, olor, sabor, hábitos de crecimiento (Delgado y cols. 2005). Los ejemplares se herborizaron deshidratándolos a 45°C por periodo de 5 días en una estufa de convección con sistema de circulación de aire mecánico (Quincy Lab,

- Densidad de arbolado. Esta se define como el número total de individuos presentes por unidad de área. Para cada cuadro (2500 m²) se calcularon tres densidades, una considerando todos los individuos pertenecientes al género *Quercus* (densidad total), otra tomando en cuenta los individuos de cada especie de *Quercus* (densidad por especie) y, finalmente, la densidad por etapas de desarrollo (Santillán 1986). Para poder realizar la clasificación de los individuos del género *Quercus* en las diferentes etapas de desarrollo se consideró la clasificación utilizada por Olivera-Morales (2011), en la cual se separa a los individuos de la siguiente forma,

consistieron en:

Pérez. Posteriormente, se calcularon las variables estructurales del arbolado, las cuales taxonómica fue el Dr. José Luis Martínez y Pérez y verificado por M en C. Roberto Acosta Ciencias Biológicas (C.I.C.B.) de la UAT. El encargado de realizar la identificación en las instalaciones del Laboratorio de Biodiversidad del Centro de Investigación en recolectaron estructuras foliares y reproductivas para su identificación, labor que se realizó ectomicorrizica. Además de los individuos pertenecientes al género *Quercus* se especie *Juniperus deppeana* debido a que esta especie no es capaz de establecer la simbiosis todos los individuos pertenecientes al género *Quercus* omitiendo a los individuos de la Dentro de cada cuadro (Planicie 1, Planicie 2, Barranca 1 y Barranca 2) se etiquetaron

3.3.2. Estructura y composición del arbolado

(Kuo 2013) y Mushroom Observer (Rockefeller 2013).
Mycology Resources (Bates 2012), Rogers Mushrooms (Phillips 2001), Mushrooms Expert cuales se enlistan enseguida: Macrofungi of Costa Rica (Halling y Mueller 2013), Mata (2003), Mueller y cols. (2004). Así mismo se consultaron páginas de internet las especializada como Phillips (1981), Moser (1983), García y cols. (1998), Barron (1999), de láminas y tubos, células de la cutícula del pileo y del estípite) con claves y literatura (características de las esporas, de las hifas, presencia ausencia de fibulas, cistidios, contexto Alejandro Kong Luz mediante la comparación de los datos macroscópicos y microscópicos Laboratorio de Biodiversidad del C.I.C.B. de la UAT con la asesora del M. en C. modelo: 40AF Lab Oven). La identificación taxonómica se realizó en las instalaciones del

plántulas: individuos menores de 15 cm de altura, juveniles: individuos mayores de 15 cm hasta 1 m de altura y adultos: individuos mayores de 1 m de altura con tallo leñoso.

- Cobertura arbórea. Es definida como la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos. Se calculó extrapolando el área de la copa al área de un círculo, para árboles agrupados se midieron dos diámetros de forma perpendicular de las proyecciones de las copas de los árboles que formaban la agrupación, para posteriormente calcular el área de cobertura arbórea utilizando la siguiente fórmula (Santillán 1986, Santibáñez 2009):

$$C = \frac{(D_1 + D_2)^2 \pi}{4}$$

Donde C = cobertura, D₁ = diámetro 1, D₂ = Diámetro 2.

- Altura promedio. Es el promedio de altura de todos los individuos adultos por cuadrado, para este caso se excluyeron las plántulas debido a que los individuos de esta categoría no corresponden al estrato superior del arbolado de los cuadros muestreados Para su determinación se utilizó un flexómetro para los individuos menores de 2 m, para los de mayor altura se utilizó un clinómetro (Santillán 1986).

- Área basal. Es definida como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, se expresa en metros de material vegetal por unidad de superficie de terreno. Con el DAP se calculó el área del tronco usando la fórmula del área de un círculo. Esta variable es un estimado de la dominancia relativa por especie en cada cuadro (en este caso 2500 m²) (Matteucci y Colma 1982). De los individuos adultos y juveniles se registró el diámetro a la altura del pecho a partir de 1.30 m de altura desde la parte basal del tronco con una cinta métrica.

$$Area\ basal = \pi \left(\frac{D_2}{4} \right)^2$$

3.3.3. Variables ambientales

Los factores ambientales que se consideraron fueron:

- Humedad. La humedad ambiental se midió con ayuda de un Data logging TFS-1365, a 1 m de altura del suelo, siempre el mismo día y hora (lunes a las 11 am) en el centro de cada cuadro de mayo de 2014 a abril de 2015, estas mediciones se llevaron a cabo de manera semanal y se utilizaron para calcular promedios mensuales para cada cuadro.

- Temperatura. La temperatura ambiental y del suelo se midió para cada cuadro con ayuda de ocho HOBOs data loggers modelo U23-003 de mayo de 2014 a abril de 2015, se colocaron dos por cada cuadro, estos dispositivos cuentan con dos sensores de temperatura como se indica en la Figura 5, el sensor de temperatura uno se colocó a nivel de suelo para determinar la temperatura ambiental, mientras que el sensor de temperatura dos se enterró a una profundidad de 15 cm, estos se programaron para tomar mediciones cada hora, las cuales se utilizaron para determinar promedios mensuales de temperatura ambiental y de suelo para cada cuadro.

Figura 5. Ubicación de los sensores de temperatura en HOBO data logger.



- Suelo. Se obtuvieron 5 muestras de suelo a 20 cm de profundidad por cada cuadro, se tomaron durante el mes de Noviembre de 2014 y se enviaron para su análisis al Laboratorio de análisis de suelos del Instituto de Ecología, A.C. de cada muestra se

obtuvo el pH, capacidad de retención de agua y porcentaje de materia orgánica, todas las pruebas fueron realizadas con base en la NOM-021-RECNAT-2000.

- Además de las variables ambientales medidas en cada cuadro se obtuvieron datos de temperatura y precipitación de los años 2013 y 2014, estos datos provienen de la estación meteorológica ubicada en la dentro de las instalaciones de la Licenciatura en Biología de la UAT (aledaña a la zona de estudio).

3.4. Análisis de datos

3.4.1. Análisis poblacional

Con los datos obtenidos de la recolección de esporomas de HECM y el censo de los árboles se calculó la diversidad alfa por cuadro para los esporomas de HECM y para el arbolado respectivamente. En el caso de los esporomas de HECM se calculó la diversidad alfa para toda la temporada de muestreo comprendida de septiembre de 2013 a octubre de 2014 además de la diversidad alfa mensual entre junio-octubre de 2014. Esto debido a que durante este periodo coincide la fructificación de los esporomas de HECM y la medición de las variables ambientales temperatura ambiental, humedad ambiental y temperatura del suelo en los cuadros. Por ello, los datos de las variables ambientales y los datos de riqueza y abundancia de los esporomas de HECM correspondientes a este periodo son los que se tomaron en cuenta para el análisis de escalamiento multidimensional. Para el caso particular del arbolado se consideraron únicamente a los individuos adultos de cada cuadro, ya que en plántulas e individuos juveniles la identificación taxonómica es menos precisa debido a la ausencia de estructuras reproductivas.

3.4.1.1. Diversidad alfa

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Whittaker 1972), esta puede ser estimada con el número de especies, la abundancia relativa de las mismas o con índices que combinen los dos componentes (Magurran 1988). En este caso se utilizó la riqueza específica (S) para describir el número total de especies presentes en los cuadros muestreados y se describió la

diversidad por cuadro utilizando métodos de dominancia (Índice de Simpson, λ) y de equidad (Índice de diversidad de Shannon-Wiener, H), además para identificar las diferencias de la diversidad entre cuadros se utilizó la prueba t de Hutcheson. Para el cálculo de los índices de diversidad utilizados en este estudio se usó el programa computacional SPADe (Species Prediction And Diversity Estimation 2012):

Índice de Simpson (λ):

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Índice de Shannon-Wiener (H):

$$H = - \sum (p_i)(\ln p_i)$$

Donde p_i es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno 2001).

t de Hutcheson

a) Para cada cuadro se calcula el índice de diversidad ponderado (H_p) en función de la frecuencia de cada especie:

$$H_p = \frac{(N \log N) - (\sum f_i \log f_i)}{N}$$

Donde f_i es la frecuencia (número de esporomas registrada para la especie i).

b) Para cada muestra calculamos la varianza del índice de diversidad ponderado:

$$var = \frac{[\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 / N]}{N}$$

c) Se calcula la diferencia de las varianzas de ambas muestras:

$$D_{var} = \sqrt{var_1 + var_2}$$

d) Se obtiene el valor de t :

$$t = \frac{D_{var}}{Hp_1 - Hp_2}$$

e) Se calculan los grados de libertad asociados con el valor de t :

$$g.l. = \frac{(var_1 + var_2)}{(var_1^2/N_1) + (var_2^2/N_2)}$$

Para determinar qué tan completos son los inventarios fungicos obtenidos a partir de las colectas realizadas en cada cuadro durante toda la temporada de muestreo (septiembre de 2013 a octubre de 2014) se graficaron curvas de acumulación de especies de HECM tomando el número de colectas como unidad del esfuerzo de muestreo, además de la riqueza de especies observada y el estimador de riqueza no paramétrico basado en abundancia Chao 1. Este estimador obtiene el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el

3.4.1.3. Curva de acumulación de especies de HECM

cuadros.

También se analizó la fenología de los esporomas por cada cuadro, utilizando promedios mensuales de los datos de la precipitación, temperatura ambiental, humedad ambiental recabados por cuadro y las fechas en que fueron colectados los esporomas, considerando la riqueza y la abundancia total por mes de cada cuadro, sin embargo para este caso solo se utilizaron las fechas de colecta y los datos de las variables ambientales mencionadas anteriormente que corresponden a los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre de 2014, debido a que durante este periodo coinciden la fructificación de los esporomas de HECM y la medición de las variables ambientales en los

El término fenología en el ámbito de la micología se refiere a la producción periódica de las estructuras reproductivas de los hongos (esporomas) y como esta puede variar en relación a diversos factores climáticos (Straatsama y cols. 2001, Garbay-Orjuel 2009). Se realizó el análisis de la fenología de los esporomas de los HECM de la zona de estudio con los datos obtenidos de los cuatro cuadros, para lo cual se utilizaron promedios mensuales de los datos de temperatura y precipitación obtenidos de la estación meteorológica y el registro de las fechas en que fueron colectados los esporomas, considerando la riqueza y la abundancia total por mes de todo el periodo de muestreo (septiembre de 2013 a octubre de 2014).

3.4.1.2. Fenología de esporomas de HECM

libertad calculados (Moreno 2001).

Se busca en tablas estadísticas el valor de la distribución de t para los grados de

La diversidad beta o diversidad entre habitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker 1972). A diferencia de la diversidad alfa que puede ser medida fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque esta basada en proporciones o diferencias (Magurran 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, disimilitud o distancia entre las muestras, a partir de datos cualitativos o cuantitativos.

3.4.2.1. Diversidad Beta

Con los datos obtenidos de la recolección de esporomas de HECM y el censo de los árboles se calculó la similitud entre comunidades de HECM y del arbolado respectivamente. Para los esporomas de HECM se utilizaron los datos correspondientes a los meses junio-octubre de 2014, mientras que para el arbolado se consideraron los datos correspondientes a los individuos adultos de cada cuadro.

3.4.2. Análisis de comunidades

Por otro lado, para evaluar si existen diferencias significativas entre los cuadros según las variables estructurales del arbolado (altura promedio y área basal) se utilizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, en conjunto con comparaciones múltiples entre las variables medidas por cuadro utilizando la prueba U de Mann-Whitney con ajuste de Bonferroni para determinar el origen de cualquier diferencia detectada entre las variables medidas en cada cuadro (Zar 1999). Para este análisis se utilizó el programa estadístico SPSS Statistics ver. 21. Para comparar la cobertura total, y la densidad de etapas de desarrollo por cuadro, se utilizó una prueba de independencia usando una χ^2 (Zar 1999).

3.4.1.4. Estructura del arbolado

número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons), en otras palabras es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Moreno 2001). Estos datos fueron obtenidos con ayuda del programa Estimates ver. 9.1.0 (Villarreal y cols. 2006).

Para el análisis de las variables ambientales (temperatura ambiental, temperatura de suelo y humedad ambiental) se consideraron las mediciones correspondientes a los meses junio- octubre de 2014, esto se debe a que durante este periodo los datos recabados coinciden con la fructificación de los esporomas de HECM. En el caso de las muestras de suelo se consideraron los resultados obtenidos del análisis de las cinco muestras colectadas por cuadro para las variables pH, capacidad de retención de agua y porcentaje de materia orgánica. En primera instancia se observó que las variables no tenían distribución normal por medio de la prueba de bondad de ajuste W de Shapiro-Wilk, por lo que el análisis utilizado para determinar si existía variación entre las variables ambientales y de suelo fue la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, en conjunto con comparaciones múltiples entre las variables medidas por cuadro utilizando la prueba U de Mann-Whitney con ajuste de Bonferroni para determinar el origen de cualquier diferencia detectada entre las variables

3.4.3. Análisis de variables ambientales

Donde a es el número de especies en el sitio A, b es el número de especies en el sitio B y c es el número de especies presentes en ambos sitios. Estos índices se expresaron de manera porcentual y fueron calculados de forma manual (Moreno 2001).

$$I_s = \frac{a+b}{2c}$$

Coefficiente de similitud de Sørensen (I_s):

$$I_j = \frac{a+b-c}{c}$$

Coefficiente de similitud de Jaccard (I_j):

Formulas:

En el caso de este estudio para determinar la similitud de las especies de esporomas de HECM y de árboles del género *Quercus* se calculó el coeficiente de Jaccard (I_j) y Sørensen (I_s) que da mayor peso a las especies compartidas (Moreno 2001) por medio de las

medidas en cada cuadro (Zar 1999). Para estos análisis se utilizó el programa estadístico SPSS Statistics ver. 21.

3.4.4. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico

Para analizar cuáles de las variables determinadas por cuadro (riqueza, abundancia y diversidad de especies de esporomas de HECM, estructura y riqueza del arbolado y las variables ambientales) se encuentran vinculadas entre sí se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS, Non-metric multidimensional scaling). Con el nombre de escalamiento multidimensional se conoce un conjunto de técnicas que persiguen como objetivo representar en dos dimensiones las relaciones multidimensionales de un conjunto de datos a través de la construcción de una configuración de puntos cuando se conoce una determinada información sobre proximidades entre objetos las cuales permiten expresar numéricamente el vínculo existente entre estos objetos (Lináres 2001). Particularmente el NMDS se considera como uno de los más efectivos para ordenar datos ecológicos al no requerir el supuesto de relación lineal entre las variables, además es un método de ordenación adecuado para datos que no son normales o que están en una escala discontinua o arbitraria. (Rocha-Loredo 2010). Aunque este análisis tiene la desventaja de encontrar más de una solución haciendo necesario el realizar un procedimiento de reiteración hasta encontrar el valor de stress más pequeño, este valor de stress se utiliza para medir la bondad de ajuste del modelo, su valor mínimo es 0, mientras que su límite superior para n estímulos es $\sqrt{(1 - (2/n))}$, siendo los valores cercanos a 0 indicadores de un buen ajuste (Lináres 2001). Esta prueba se realizó con el programa estadístico SPSS ver. 21, implementando el algoritmo ALSCAL usando el índice de distancia euclidiana, este programa computacional automáticamente realiza las reiteraciones necesarias hasta encontrar el valor de stress más pequeño, para posteriormente graficar los ejes de la ordenación. La gráfica de la configuración final obtenida del análisis de escalamiento multidimensional para las variables determinadas por cuadro se analizó considerando la cercanía entre los diferentes puntos que corresponden a las variables (riqueza, abundancia y diversidad de especies de esporomas de HECM, estructura y riqueza del arbolado y las variables ambientales).

4. RESULTADOS

4.1 Esporomas de hongos ectomicorrizógenos

Durante el periodo de muestreo (octubre de 2013 a septiembre de 2014) se registraron un total de 213 esporomas de HECM considerando en conjunto los datos de los cuatro cuadros. Estos esporomas correspondieron a 15 géneros y 31 especies (Tabla 2), los géneros más abundantes fueron *Russula* (78 esporomas), *Lactarius* (55 esporomas) y *Amanita* (54 esporomas), mientras que las especies más abundantes fueron *Amanita fulva* (30 esporomas), *Tylopilus rubrobrunneus* (25 esporomas) y *Russula mexicana* (21 esporomas) (Tabla 3).

Particularmente en barraña 1 se registraron 38 esporomas pertenecientes a 9 géneros y 17 especies, los géneros *Russula* e *Inocybe* fueron los más representativos con 7 esporomas cada uno, mientras que la especie más abundante fue *Inocybe aff. dulcamara* con 7 esporomas. En barraña 2 se obtuvieron 55 esporomas, correspondientes a 10 géneros y 18 especies, el género más representativo fue *Laccaria* y la especie más abundante fue *Laccaria ohlensis* con 16 esporomas. En planicie 1 se recolectaron 88 esporomas, pertenecientes a 7 géneros y 14 especies, el género más abundante fue *Amanita* con 29 esporomas, la especie más abundante fue *Amanita fulva* con 19 esporomas. En planicie 2 se recolectaron 32 esporomas, correspondientes a 6 géneros y 11 especies, de los cuales *Amanita* fue el género más abundante con 10 esporomas, mientras que *Tylopilus rubrobrunneus* fue la especie más abundante con 6 esporomas (Tabla 3).

La mayoría de las especies identificadas en el sitio de estudio son reportadas en la literatura como especies ectomicorrizicas, la única excepción la constituye *Gyroporus castaneus* que es reportado como un hongo ectomicorrizico y saprobio. De todas las especies identificadas en este estudio, 15 se reportan en la literatura como especies comestibles, 4 como especies no comestibles y 8 como especies tóxicas (Phillips 2001, Orson y cols. 2006, Bessette y cols. 2007, Kuo 2013) (tabla 2).

Nota: T (tóxico), C (comestible), N.D. (no determinado), N.C. (no comestible), E (ectomicorrizógeno), S (saprobio).

CLASE BASIDIOMYCETES		PHYLUM BASIDIOMYCOTA	
Orden	Familia	Especies	Uso
Agaricales	Ananiliaceae	<i>Amanita bisporigera</i> GF. Atk	T
		<i>Amanita fulva</i> Fr.	C
		<i>Amanita rubescens</i> Pers.	C
		<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	C
	Cortinariaceae	<i>Inocybe aff. dulcamara</i> (Pers.) P. Kumm.	T
		<i>Inocybe aff. perlati</i> (Cooke) Sacc.	T
		<i>Inocybe aff. mixtilis</i> (Britzelm.) Sacc.	T
		<i>Inocybe aff. tigrina</i> R. Heim	T
	Hydnangiaceae	<i>Laccaria ohiensis</i> (Mont.) Singer	N.D.
	Tricholomataceae	<i>Tricholoma aff. sejunctum</i> (Sowerby) Quel.	C
		<i>Tricholoma aff. ustale</i> (Fr.) P. Kumm.	T
	Boletaceae	<i>Boletus aff. fraternus</i> Peck	C
		<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quel.	C
		<i>Lectinum aff. oxydabile</i> (Singer) Singer	C
		<i>Tylophilus aff. obscurus</i> Halling	N.C.
		<i>Tylophilus aff. rubrobrunnus</i> Mazzer & A.H. Sm.	N.C.
		<i>Xerocomellus aff. chryseniteron</i> (Bull.) Sutara	C
Cantharales	Cantharallaceae	<i>Cantharellus aff. formosus</i> Corner	C
Compiales	Clavariadelphaceae	<i>Clavariadelphus americanus</i> (Corner) Methven	N.C.
	Sclerodermataceae	<i>Scleroderma aff. cepa</i> Pers.	T
Russulales	Russulaceae	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	C
		<i>Lactarius psammicola</i> A.H. Sm.	N.D.
		<i>Lactarius strigosipes</i> Montoya & Bandala	N.D.
		<i>Lactarius yazoensis</i> Hesler & A.H. Sm.	C
		<i>Russula aff. decipiens</i> (Singer) Kühner & Romagn.	N.C.
		<i>Russula aff. puellaris</i> Fr.	C
		<i>Russula densifolia</i> Secr. ex Gillet	C
		<i>Russula mariae</i> Peck	C
		<i>Russula mexicana</i> Burt.	C
		<i>Russula ornaticeps</i> Burt.	C
Total		9	30
PHYLUM ASCOMYCOTA			
Orden	Familia	Especies	Uso
Pezizales	Helvellaceae	<i>Helvella acetabulum</i> (L.) Quel.	C
Total		1	E

Tabla 2. Listado de esporomas de HECM recolectados en el sitio de estudio. Se incluyen los usos y hábitos de estas especies reportados en la literatura (Phillips 2001, Montoya 2004, Boa 2005, Orson y cols. 2006, Bessette y cols. 2007, Kuo 2013).

Tabla 3. Riqueza y diversidad alfa de HECM

La Tabla 3 muestra los datos de abundancia para las especies de HECM recolectadas por el equipo durante el periodo de muestreo comprendido de octubre de 2013 a septiembre de 2014. Los datos que se muestra en la Tabla 4 indican que el cuadro que presentó la mayor riqueza de especies de HECM fue Barranca 2 con 18 especies, seguido por Barranca 1 con 17 especies, Planicie 1 con 14 especies y por último Planicie 2, que mostró la menor riqueza con 11 especies de esporomas de HECM. En general, el índice de dominancia de Simpson indica que la dominancia de las especies de esporomas de HECM fue baja, encontrando el valor más grande en Planicie 1 (0.14) y el más bajo en Barranca 1 (0.09) (Tabla 4). En cuanto a la diversidad de esporomas de HECM calculada por cuadro mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener, sobresale Barranca 1 con el valor más alto (2.58), seguido por Barranca 2 (2.49), Planicie 2 (2.25) y Planicie 1 (2.19) que presentó el valor más bajo (Tabla 4). Al comparar la diversidad de esporomas de HECM por cuadro a través de la prueba estadística de Huchenson pudo observarse que todos los cuadros fueron estadísticamente diferentes entre sí (Tabla 5).

	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2
Riqueza (S)	17	18	14	11
Esporas	38	55	88	32
Simpson (λ)	0.09	0.13	0.14	0.12
Shannon (H)	2.58	2.49	2.19	2.25

Tabla 4. Diversidad alta de HECM (2013-2014).

	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2	Total
<i>Amanita bisporigera</i>	1	4	1	5	11
<i>Amanita fulva</i>	4	2	19	5	30
<i>Amanita rubescens</i>	0	2	0	0	2
<i>Amanita vaginata</i>	1	1	9	0	11
<i>Boletus aff. fraternus</i>	0	1	0	0	1
<i>Cantharellus aff. formosus</i>	0	1	0	0	1
<i>Clavariadelphus americanus</i>	1	0	0	0	1
<i>Gyroporus castaneus</i>	0	1	0	0	1
<i>Helvella acetabulum</i>	0	1	1	0	2
<i>Inocybe aff. dulcamara</i>	7	2	1	2	12
<i>Inocybe aff. perlata</i>	0	0	1	0	1
<i>Inocybe aff. mixtilis</i>	0	3	0	0	3
<i>Inocybe aff. tigrina</i>	0	4	0	0	4
<i>Laccaria ohioensis</i>	0	16	0	0	16
<i>Laccaria indigo</i>	2	0	11	2	15
<i>Laccaria psammicola</i>	0	0	0	3	3
<i>Laccaria strigosipes</i>	0	0	1	1	2
<i>Laccarius yazoensis</i>	4	0	4	2	10
<i>Lecinum aff. oxydabile</i>	1	0	8	0	9
<i>Russula aff. decipiens</i>	0	5	0	0	5
<i>Russula aff. puellaris</i>	1	0	0	0	1
<i>Russula densifolia</i>	2	0	1	3	6
<i>Russula mariae</i>	0	5	0	0	5
<i>Russula mexicana</i>	3	2	14	2	21
<i>Russula ornaticeps</i>	1	0	0	0	1
<i>Scleroderma aff. cepa</i>	1	0	0	0	1
<i>Tricholoma aff. sejunctum</i>	1	1	0	0	2
<i>Tricholoma aff. ustale</i>	2	1	0	1	4
<i>Tylophilus aff. obscurus</i>	1	0	3	0	4
<i>Tylophilus rubrobrunneus</i>	5	0	14	6	25
<i>Xerocomellus aff. chryseniteron</i>	0	3	0	0	3
Total	38	55	88	32	213

Tabla 3. Abundancia de especies de HECM (2013-2014).

En la Tabla 6 se muestran los datos de abundancia para las especies de HECM recolectadas por cuadro durante el periodo de muestreo comprendido de junio-octubre de 2014. La mayor riqueza de esporomas de HECM observada en este periodo se presentó en Barranca 2 con 16 especies, seguido por Planicie 1 y Planicie 2, ambos con 11 especies y por último Barranca 1, que mostró la menor riqueza con 9 especies de HECM (Tabla 7). Nuevamente, el índice de dominancia de Simpson calculado para los esporomas de HECM por cuadro presentó valores bajos, encontrando el valor más alto en Planicie 1 (0.19) y el más bajo en Planicie 2 (0.12) (Tabla 7). La diversidad de esporomas de HECM calculada por cuadro con el índice de diversidad de Shannon-Wiener indica que Barranca 2 (2.39) fue el cuadro donde se presentó el valor más alto, seguido por Planicie 2 (2.26), Barranca 1 (2.02) y Planicie 1 que presentó el valor más bajo (1.94) (Tabla 7). Al comparar la diversidad de esporomas de HECM por cuadro a través de la *t* de Hutchenonson pudo observarse que todos los cuadros fueron estadísticamente diferentes entre sí (Tabla 8).

	<i>t</i>	<i>p</i>
Barranca 1 vs Barranca 2	1228.32	< 0.05
Barranca 1 vs Planicie 1	4793.36	< 0.05
Barranca 1 vs Planicie 2	687.38	< 0.05
Barranca 2 vs Planicie 1	2088.75	< 0.05
Barranca 2 vs Planicie 2	1352.54	< 0.05
Planicie 1 vs Planicie 2	2241.48	< 0.05

Tabla 5. Comparaciones por cuadro con *t* de Hutchenonson para especies de HECM (2013-

Tabla 7. Diversidad alta de HECM (junio-octubre 2014).

	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2
Riqueza (S)	9	16	11	11
Esporas	20	44	49	25
Simpson (λ)	0.16	0.13	0.19	0.12
Shannon (H)	2.02	2.39	1.94	2.26

	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2	Barranca 2	Total
<i>Amanita bisporigera</i>	0	1	3	2	2	6
<i>Amanita fulva</i>	2	14	5	1	1	22
<i>Amanita rubescens</i>	0	0	0	2	2	2
<i>Amanita vaginata</i>	0	7	0	0	0	7
<i>Boletus aff. fraternus</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Cantharellus aff. formosus</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Helvella acetabulum</i>	0	1	0	1	1	2
<i>Inocybe aff. dulcamara</i>	6	0	2	1	1	9
<i>Inocybe aff. mixtilis</i>	0	0	0	2	2	2
<i>Inocybe aff. tigrina</i>	0	0	0	3	3	3
<i>Laccaria ohioensis</i>	0	0	0	13	13	13
<i>Laccarius indigo</i>	0	3	1	0	0	4
<i>Laccarius psammicola</i>	0	0	3	0	0	3
<i>Laccarius strigosipes</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Laccarius yazoensis</i>	2	2	1	0	0	5
<i>Lecinum aff. oxydabile</i>	0	4	0	0	0	4
<i>Russula aff. decipiens</i>	0	0	0	5	5	5
<i>Russula aff. puelaris</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Russula densifolia</i>	2	1	3	0	0	6
<i>Russula mariae</i>	0	0	0	5	5	5
<i>Russula mexicana</i>	2	13	2	2	2	19
<i>Russula ornaticeps</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Tricholoma aff. sejunctum</i>	0	0	0	1	1	1
<i>Tricholoma aff. ustale</i>	1	0	1	1	1	3
<i>Tylophilus aff. obscurus</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Tylophilus rubrobrunnus</i>	3	2	3	0	0	8
<i>Xerocomellus aff. chrysesteron</i>	0	0	0	3	3	3
Total	20	49	25	44	138	

Tabla 6. Abundancia de HECM (junio-octubre 2014).

En la Figura 6 se muestra la riqueza y la abundancia de esporomas de HECM recolectados durante cada mes dentro de los cuatro cuadros durante toda la temporada de muestreo (septiembre de 2013 a octubre de 2014) y el promedio mensual de la precipitación y la temperatura, respectivamente. La riqueza de esporomas de HECM mostró una relación directamente proporcional con la precipitación ($rS = 0.682, p = 0.007$), encontrando que la riqueza de HECM seguía un patrón similar al mostrado por la precipitación registrada en la zona (Figura 6a). Sin embargo, la abundancia de HECM no mostró tener relación con la precipitación ($rS = 0.483, p = 0.080$). De igual forma la abundancia y la riqueza de especies de HECM no mostraron estar relacionadas con la temperatura (Figura 6b) ($rS = 0.438, p = 0.117$ y $rS = 0.503, p = 0.067$).

4.1.2. Fenología de esporomas de HECM

	t	p
Barranca 1 vs Barranca 2	825.75	< 0.05
Barranca 1 vs Planicie 1	997.20	< 0.05
Barranca 1 vs Planicie 2	441.83	< 0.05
Barranca 2 vs Planicie 1	813.57	< 0.05
Barranca 2 vs Planicie 2	937.19	< 0.05
Planicie 1 vs Planicie 2	417.77	< 0.05

Tabla 8. Comparaciones por cuadro con t de Hutcheson para especies de HECM (junio-octubre 2014).

Para la fenología de los meses de junio a octubre de 2014, se incluyeron en los análisis además de precipitación y temperatura las variables temperatura de suelo y humedad ambiental. En el Planicie 1, la abundancia y la riqueza de HECM mostraron una relación directamente proporcional con la humedad ambiental ($rS = 0.975$, $p = 0.005$ y $rS = 1$, $p = 0.0001$, respectivamente), encontrando que tanto la abundancia como la riqueza de especies de HECM

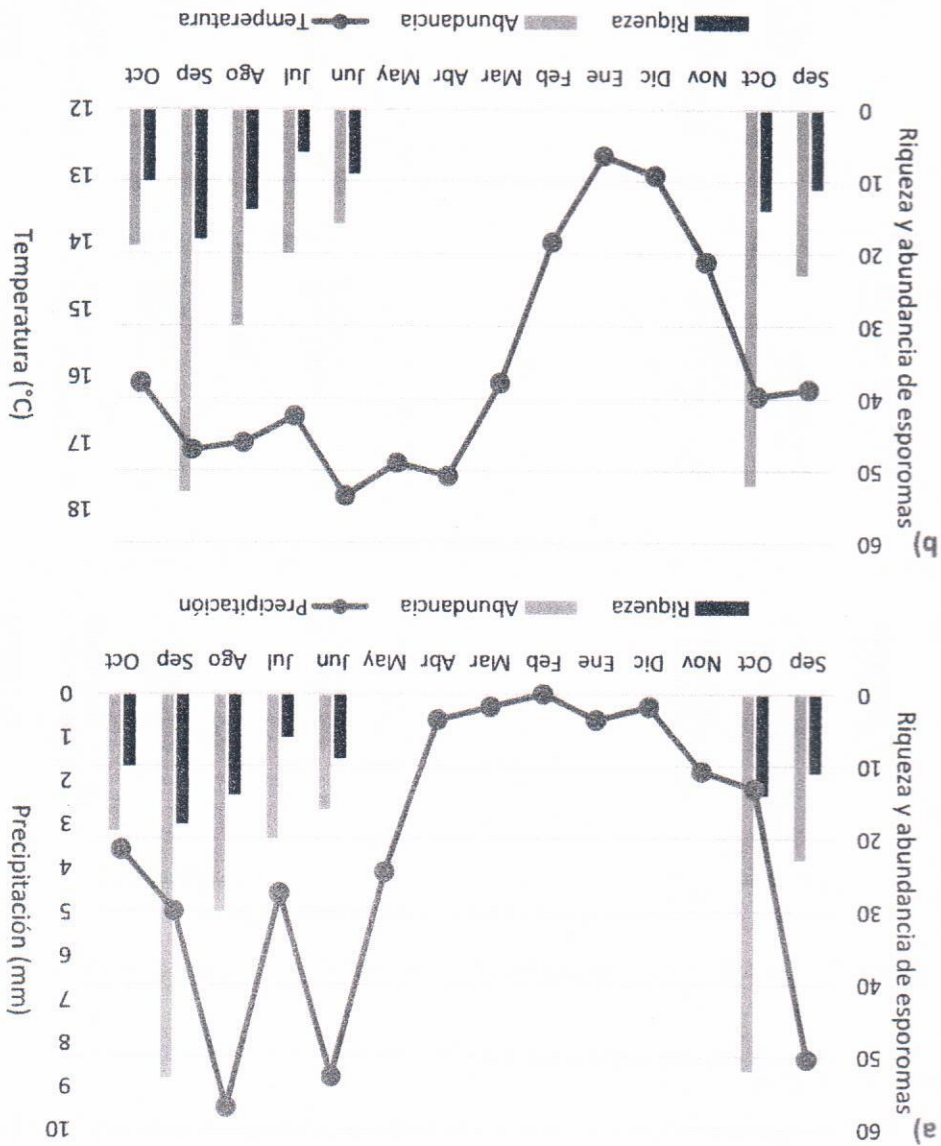
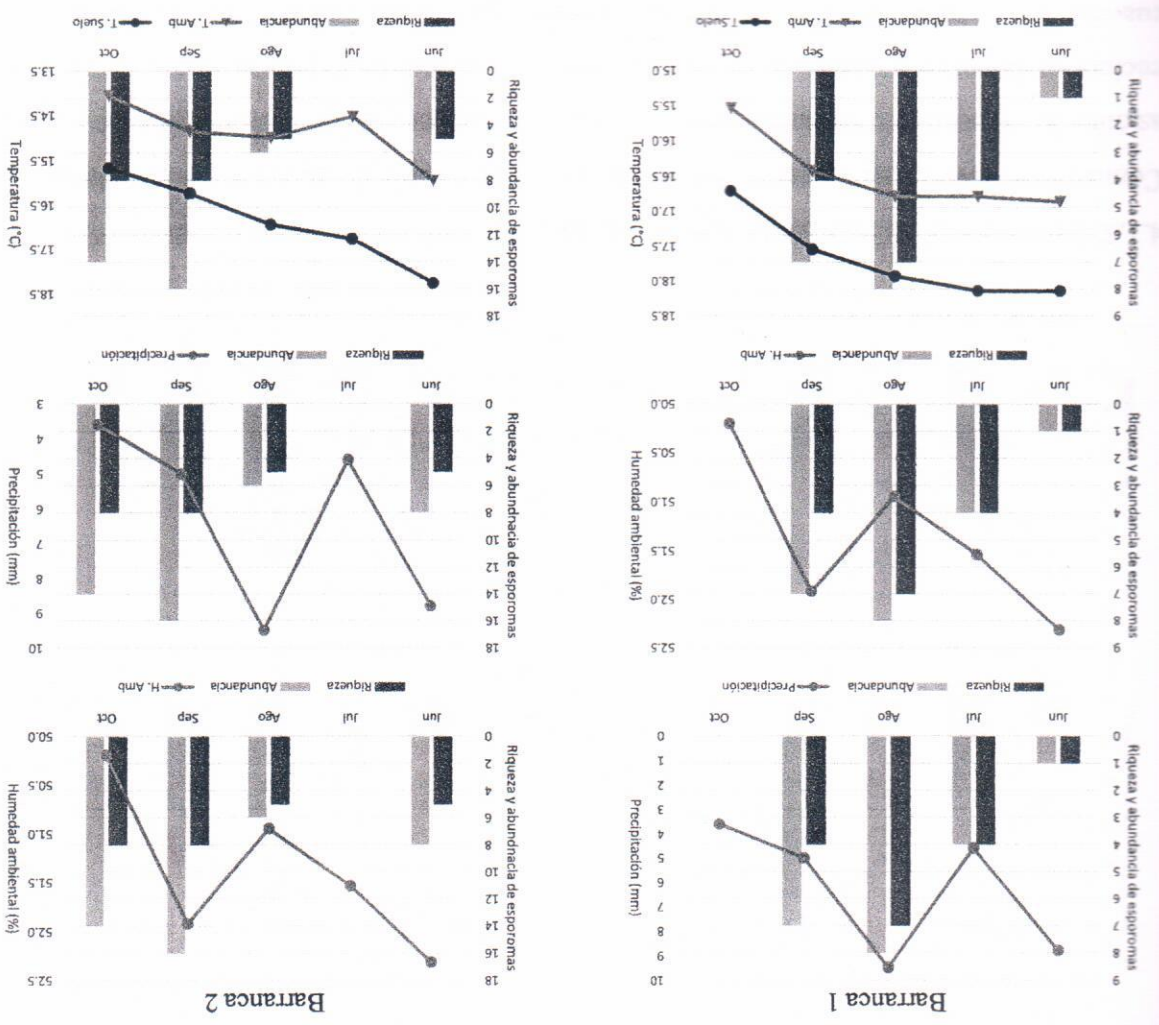


Figura 6. Fenología de la producción de esporomas de HECM para la zona de estudio (2013-

siguen un patrón similar a los valores de humedad ambiental registrados en este cuadro (Figura 8). En los cuadros restantes (Barranca 1, Barranca 2 y Planicie 2) la riqueza y la abundancia de HECM no mostraron tener una relación significativa con ninguna de las variables evaluadas (Figuras 7 y 8).

Figura 7. Fenología de esporomas de HECM para Barranca 1 y 2 (junio-octubre 2014).



Como se observa en la figura 9, las curvas de acumulación de especies de HECM no son asintóticas y la curva trazada con el estimador de riqueza esperada Chao 1 finaliza muy por encima de la curva trazada con los valores observados, esta tendencia se repite en todos los cuadros. En el porcentaje de inventario obtenido para cada cuadro sobresale Planicie 2, seguido por Barranca 2, Planicie 1 y por último Barranca 1 (tabla 9).

4.1.3. Curva de acumulación de especies de HECM

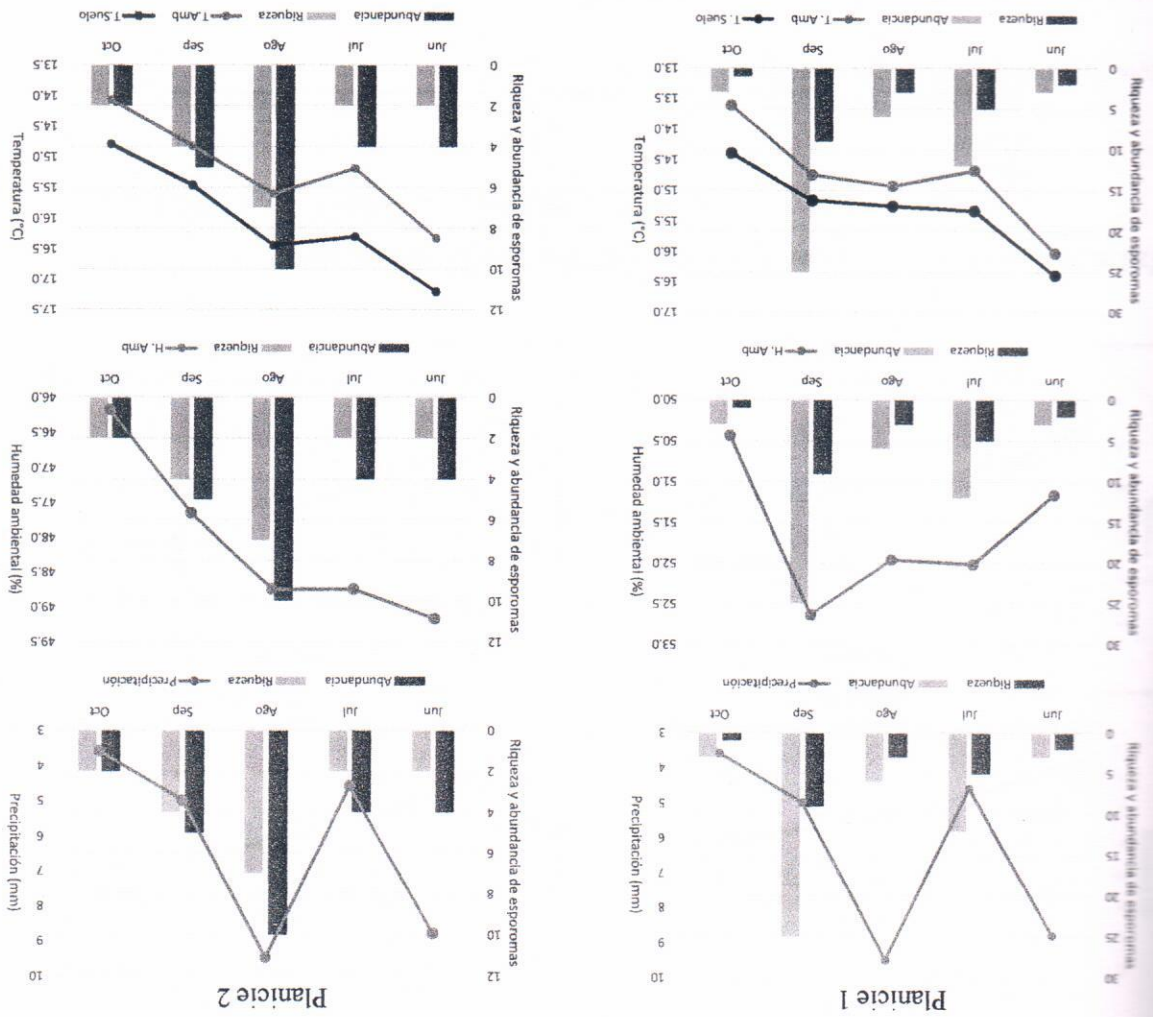


Figura 8 Fenología de esporomas de HECM para Planicie 1 y 2 (junio-octubre 2014).

Los coeficientes de Similitud de Jaccard y Sørensen para las especies de HECM entre los cuadros indicaron que el grado de similitud fue mayor entre Barranca 1 y Planicie 2 (Tabla 10). Estos presentaron el 57.14% en el coeficiente de similitud de Jaccard y el 70% en el coeficiente de similitud de Sørensen. Mientras que los cuadros con menor grado de similitud fueron Barranca 2 y Planicie 1, con 17.39% en el coeficiente de similitud de Jaccard y 29.63% en el coeficiente de similitud de Sørensen (Tabla 10). Aunque los índices difieren respecto a sus porcentajes calculados se encontraron resultados similares entre los cuadros con ambos índices.

4.1.4. Diversidad beta de especies de HECM

Nota: S_{obs} (riqueza observada), S_{est} (riqueza estimada).

	S _{obs}	Chao 1 (S _{est})	Nivel de inventario (%)
Barranca 1	17	31.54	53.9
Barranca 2	18	25.71	70.01
Planicie 1	14	22.89	61.16
Planicie 2	11	13.75	80

Tabla 9. Riqueza de especies de HECM estimadas y nivel de inventario.

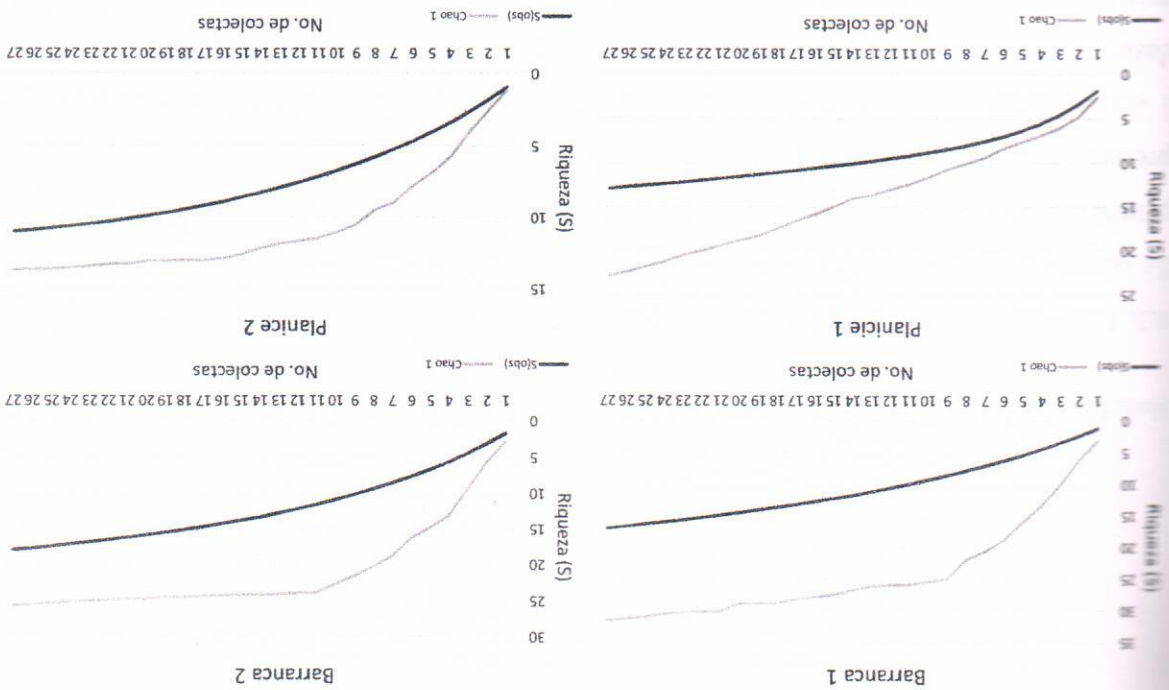


Figura 9. Curvas de acumulación de las especies de HECM.

4.2. Estructura y composición del arbolado

Se censaron un total de 352 individuos pertenecientes al género *Quercus*, considerando a las plántulas, los individuos juveniles y los adultos de los cuatro cuadros, la mayor abundancia se presentó en Planicie 1 con 141 individuos, seguida por Barranca 2 con 96 individuos, Barranca 1 con 86 individuos y Planicie 2 con 29 individuos (Tabla 11). Con relación a las etapas de desarrollo se encontró que la densidad de individuos por las etapas de desarrollo fue estadísticamente diferente entre los cuadros ($\chi^2_{0.05, 6} = 77.75, p < 0.05$), predominando las plántulas en Barranca 2, los individuos juveniles en Planicie 1 y adultos en Planicie 2, mientras que en Barranca 1 dominaron las plántulas y los individuos juveniles (tabla 11). Asimismo, en la evaluación de las variables estructurales, la altura presentó diferencias estadísticas significativas entre los cuadros ($\chi^2_{3, 0.05} = 43.589, p = 0.0001$), en Planicie 1 y Barranca 1 se encontraron los valores más bajos (Tabla 11). El área basal presentó diferencias estadísticas significativas entre los cuadros ($\chi^2_{3, 0.05} = 43.589, p = 0.0001$), la Planicie 2 mostró los valores más altos, seguido por Barranca 2, Planicie 1 y Barranca 1 que mostró los valores más bajos de área basal (Tabla 11). La cobertura entre los cuadros fue estadísticamente diferente ($\chi^2_{0.05, 6} = 3321980.42, p < 0.05$), sobresaliendo Barranca 2 con la mayor área de cobertura, seguido por Planicie 2, Planicie 1 y Barranca 1 con la menor área de cobertura (tabla 11).

Note: Los valores mínimos se presentan subrayados y los valores máximos en negritas.

Jaccard %		Sorensen %	
Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2
1	60.00	60.00	60.00
75.00	1	80.00	66.67
75.00	66.67	1	83.33
50.00	50.00	71.43	1

Tabla 10 Índices de similitud de Jaccard y Sorensen (porcentajes) para las especies de HECM.

	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2	Total
<i>Q. crassipes</i>	1	5	1	3	10
<i>Q. futeux</i>	0	1	0	0	1
<i>Q. glabrescens</i>	0	7	0	1	8
<i>Q. glaucoides</i>	2	14	14	2	32
<i>Q. laeta</i>	0	0	1	0	1
<i>Q. mexicana</i>	0	1	1	7	9
<i>Q. obtusata</i>	0	1	0	0	1
<i>Q. potosina</i>	3	4	4	2	13
Total	6	33	21	15	75

Tabla 12. Abundancia de individuos por especies del género *Quercus* (Adultos).

4.2.1. Abundancia, riqueza y diversidad alfa del arbolado

En la tabla 12 se presentan los datos de abundancia de los individuos adultos por especie de *Quercus* utilizados para el cálculo de los índices de diversidad y dominancia del arbolado de los cuadros. La mayor riqueza de especies fue Barranca 2 con 7 especies, seguido por Planicie 1 y 2, con 5 especies respectivamente y, por último Barranca 1, con 3 especies (Tabla 13). En general el índice de dominancia de Simpson presentó valores bajos en los cuadros, encontrando el valor más alto en Planicie 1 (0.49) (Tabla 13). En cuanto a la diversidad de encinos adultos sobresale Barranca 2 con el valor más alto del índice de diversidad de Shannon, seguido por Planicie 2, Planicie 1 y Barranca 1 que presentó el valor más bajo (Tabla 13). Al comparar el índice de diversidad de Shannon calculado para cada cuadro puede observarse que todos los cuadros son diferentes entre sí (tabla 14).

	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2
Individuos	86	96	141	29
Etapas des:	40(P), 40(J), 6(A)	44(P) 19(J) 33(A)	28(P) 92(J) 21(A)	7(P) 7(J) 15(A)
Alt. prom. (m)	2.10±2.20, 46, c	6.85±5.10, 52, a	2.90±2.56, 113, b	7.25±4.93, 22, a
A. basal prom. (m ³)	0.11±0.33, 46, c	0.33±0.44, 52, ab	0.18±0.57, 113, b	0.44±0.46, 22, a
Cob. total (m ²)	499.98	2209.49	1794.96	1184.03

Tabla 11. Variables estructurales del arbolado.

Nota: Literales diferentes denotan diferencias $p < 0.05$. Etapas des. (etapas de desarrollo), Alt. prom. (altura promedio), A. basal prom. (área basal promedio), Cob. total (cobertura total). Etapa de desarrollo: (P) plántula, (J) juvenil, (A) adulto. Media, ± desviación estándar, n.

Nota: Los valores mínimos se presentan subrayados y los valores máximos en negritas.

		Sorensen %	
Barranca 1	Barranca 1	1	60.00
Barranca 2	Barranca 1	75.00	75.00
Barranca 1	Barranca 2	60.00	60.00
Barranca 2	Barranca 2	1	80.00
Planicie 1	Planicie 1	83.33	83.33
Planicie 2	Planicie 1	50.00	71.43
Planicie 1	Planicie 2	42.86	50.00
Planicie 2	Planicie 2	42.86	42.86
Jaccard %			

Quercus.

Tabla 15 Índices de similitud de Jaccard y Sorensen (porcentajes) para las especies del género

Los coeficientes de Similitud de Jaccard y Sorensen calculados para las especies del género *Quercus* entre los cuadros indicaron que el grado de similitud fue mayor entre Planicie 1 y Planicie 2 (Tabla 15). Estos presentaron el 73.43% en el coeficiente de similitud de Jaccard y el 83.33% en el coeficiente de similitud de Sorensen. Mientras que los cuadros con menor grado de similitud fueron Barranca 1 y Planicie 2, con 42.86% en el coeficiente de similitud de Jaccard y 60.00% en el coeficiente de similitud de Sorensen (Tabla 15). Aunque los índices difieren respecto a sus porcentajes calculados se encontraron resultados similares entre los cuadros con ambos índices.

4.2.2. Diversidad beta del arbolado

	t	p
Barranca 1 vs Barranca 2	536.13	< 0.05
Barranca 1 vs Planicie 1	230.78	< 0.05
Barranca 1 vs Planicie 2	165.86	< 0.05
Barranca 2 vs Planicie 1	429.28	< 0.05
Barranca 2 vs Planicie 2	512.74	< 0.05
Planicie 1 vs Planicie 2	120.49	< 0.05

Tabla 14. Comparaciones por cuadro con t de Huichenson para *Quercus* (adultos).

	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2
Riqueza (S)	3	7	5	5
Individuos	6	33	21	15
Simpson (λ)	0.39	0.27	0.49	0.30
Shannon (H')	1.01	1.55	1.02	1.40

Tabla 13. Diversidad alfa de *Quercus* (adultos).

4.3. Variables ambientales

En relación a las variables ambientales, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en las variables temperatura ambiental, humedad ambiental y temperatura del suelo entre los cuadros ($X^2_{3,0.05} = 492.712, p = 0.0001, X^2_{3,0.05} = 61.191, p = 0.0001$ y $X^2_{3,0.05} = 6029.755, p = 0.0001$, respectivamente). Para el caso de la temperatura ambiental los valores más altos se registraron en Barranca 1 (16.48 °C), mientras que en los cuadros restantes se registraron valores más bajos y similares entre sí que no fueron estadísticamente diferentes (Barranca 2 14.88 °C, Planicie 1 14.79 °C y Planicie 2 15.20 °C). Para la humedad ambiental, se registraron los valores más altos en Planicie 1 y Barranca 1 (51.65 y 51.39 %, respectivamente), seguidos por Planicie 2 (48.10 %), mientras que los valores más bajos de registraron en Barranca 2 (46.84 %). En la temperatura del suelo se encontraron diferencias estadísticas significativas entre todos los cuadros, observando los valores más altos en Barranca 1 (17.69 °C), seguidos por Barranca 2 y Planicie 2 (16.88 y 16.04 °C, respectivamente), mientras que los valores más bajos se registraron en Planicie 1 (15.31 °C) (tabla 16). Por otro lado, las variables del suelo no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los cuadros (tabla 16).

Tabla 16. Variables ambientales.

Var Ambientales	Barranca 1	Barranca 2	Planicie 1	Planicie 2
Temperatura (°C)	16.48±3.51, 3672, a	14.88±3.55, 3672, b	14.79±3.15, 3672, b	15.20±3.95, 3672, b
Humedad (%)	51.39±1.04, 20, a	46.84±0.75, 20, c	51.65±1.09, 20, a	48.10±1.34, 20, b
Temperatura (°C)	17.69±1.06, 3672, a	16.88±1.44, 3672, b	15.31±0.94, 3672, d	16.04±1.18, 3672, c
pH	6.44±0.11, 5, a	6.88±0.23, a	6.56±0.13, a	6.84±0.25, a
Mat. Org. (%)	3.94±2.54, 5, a	1.76±1.08, a	2.79±0.94, a	4.11±1.91, a
Cap. Ret. Agua (%)	25.34±0.39, 5, a	18.39±0.46, a	18.09±0.38, a	23.24±0.92, a
Textura del suelo	M. A. A.	M. A. A.	M. A. A.	M. A. A.

Nota: Literales diferentes denotan diferencias $p < 0.05$. Media, \pm desviación estándar, n. Var. Suelo (variables del suelo), Mat. Org. (% de materia orgánica), Cap. Ret. Agua (% de capacidad de retención de agua), M.A.A. (Región Arcillo-Arenoso).

4.4. Resumen de variables por cuadro

La Tabla 17 se presenta un resumen de todas las variables evaluadas considerando los esporomas de HECM correspondientes a las recolecciones realizadas en los meses de junio a octubre de 2014.

Tabla 17. Variables evaluadas de junio a octubre de 2014. Esporomas de HECM, características del arbolado (*Quercus* diversidad alta y estructura) y variables ambientales y del suelo.

	Barranca 1	Barranca 2	Planticie 1	Planticie 2
Esporomas HECM				
Riqueza (S)	9	11	16	11
Esporomas	20	25	44	49
Simpson (λ)	0.16	0.12	0.13	0.19
Shannon (H)	2.02	2.26	2.39	1.94
<i>Quercus</i> (Div. A.)				
Riqueza (S)	3	7	5	5
Individuos	6	33	21	15
Simpson (λ)	0.39	0.27	0.49	0.30
Shannon (H)	1.01	1.55	1.02	1.40
<i>Quercus</i> (Estructura)				
Individuos	86	96	141	29
Etapas de desarrollo	40(P), 40(J), 6(A)	44(P) 19(J) 33(A)	28(P) 92(J) 21(A)	7(P) 7(J) 15(A)
Alt. promedio (m)	2.10±2.20, 46, c	6.85±5.10, 52, a	2.90±2.56, 113, b	7.25±4.93, 22, a
A. basal prom. (m ³)	0.11±0.33, 46, c	0.33±0.44, 52, ab	0.18±0.57, 113, b	0.44±0.46, 22, a
Cob. total (m ²)	499.98	2209.49	1794.96	1184.03
Var. Ambientales				
Temperatura (°C)	16.48±3.51, 3672, a	14.88±3.55, 3672, b	14.79±3.15, 3672, b	15.20±3.95, 3672, b
Humedad (%)	51.39±1.04, 20, a	46.84±0.75, 20, c	51.65±1.09, 20, a	48.10±1.34, 20, b
Var. Suelo				
Temperatura (°C)	17.69±1.06, 3672, a	16.88±1.44, 3672, b	15.31±0.94, 3672, d	16.04±1.18, 3672, c
pH	6.44±0.11, 5, a	6.88±0.23, a	6.56±0.13, a	6.84±0.25, a
Mat. Org. (%)	3.94±2.54, 5, a	1.76±1.08, a	2.79±0.94, a	4.11±1.91, a
Cap. Ret. Agua (%)	25.34±0.39, 5, a	18.39±0.46, a	18.09±0.38, a	23.24±0.92, a
Textura del suelo	M. A. A.	M. A. A.	M. A. A.	M. A. A.

Nota: Literales diferentes denotan diferencias $p < 0.05$. Etapa de desarrollo: (P) planta, (J) juvenil, (A) adulto. Media, \pm desviación estándar, n. Div. A. (Diversidad arbolado, Alt. promedio (altura promedio), A. basal prom. (área basal promedio), Cob. total (cobertura total) Var. Ambientales (variables ambientales), Var. Suelo (variables del suelo), Mat. Org. (% de materia orgánica), Cap. Ret. Agua (% de capacidad de retención de agua), M.A.A (Migajón Arcillo-Arenoso).

4.5. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

Como puede observarse en la configuración final obtenida del análisis de escalamiento multidimensional el valor de stress calculado fue de 0.04058, lo que indica que el modelo tiene un buen ajuste. Las variables ambientales que se encuentran más relacionadas a la diversidad de esporomas de HECM (D.E en la Figura 10) son la diversidad del género *Quercus* (D.Q en la Figura 10), la materia orgánica del suelo (M.O.S en la Figura 10) y la cobertura arbórea (C.A en la Figura 10), mientras que las variables que se encontraron más relacionadas con la riqueza de HECM (R.E en la Figura 10) fueron la temperatura ambiental y del suelo (T.A y T.S en la Figura 10, respectivamente). Por último, las variables más relacionadas con la abundancia de HECM (A.E en la Figura 10) fueron la densidad de *Quercus* adultos por cuadro y la capacidad de retención de agua del suelo (D.Q.A y C.A.S de la Figura 10, respectivamente). Sin embargo, estas variables se mostraron más distantes que las variables relacionadas con la riqueza y la diversidad de esporomas de HECM.

Nota: DE (diversidad de esporomas), RE (riqueza de esporomas), AE (abundancia de esporomas), D.Q (abundancia de esporomas), A.Q (riqueza *Quercus*), D.Q.P (densidad *Quercus* plántulas), D.Q.J (densidad *Quercus* juveniles), D.Q.A (densidad *Quercus* adultos), C.A (cobertura del arbolado), AB.A (área basal del arbolado), D.A (densidad del arbolado), TA (temperatura ambiental), M.O.S (materia orgánica del suelo), P.H.S (pH del suelo), T.S (temperatura del suelo), C.A.S (capacidad de retención de agua del suelo).

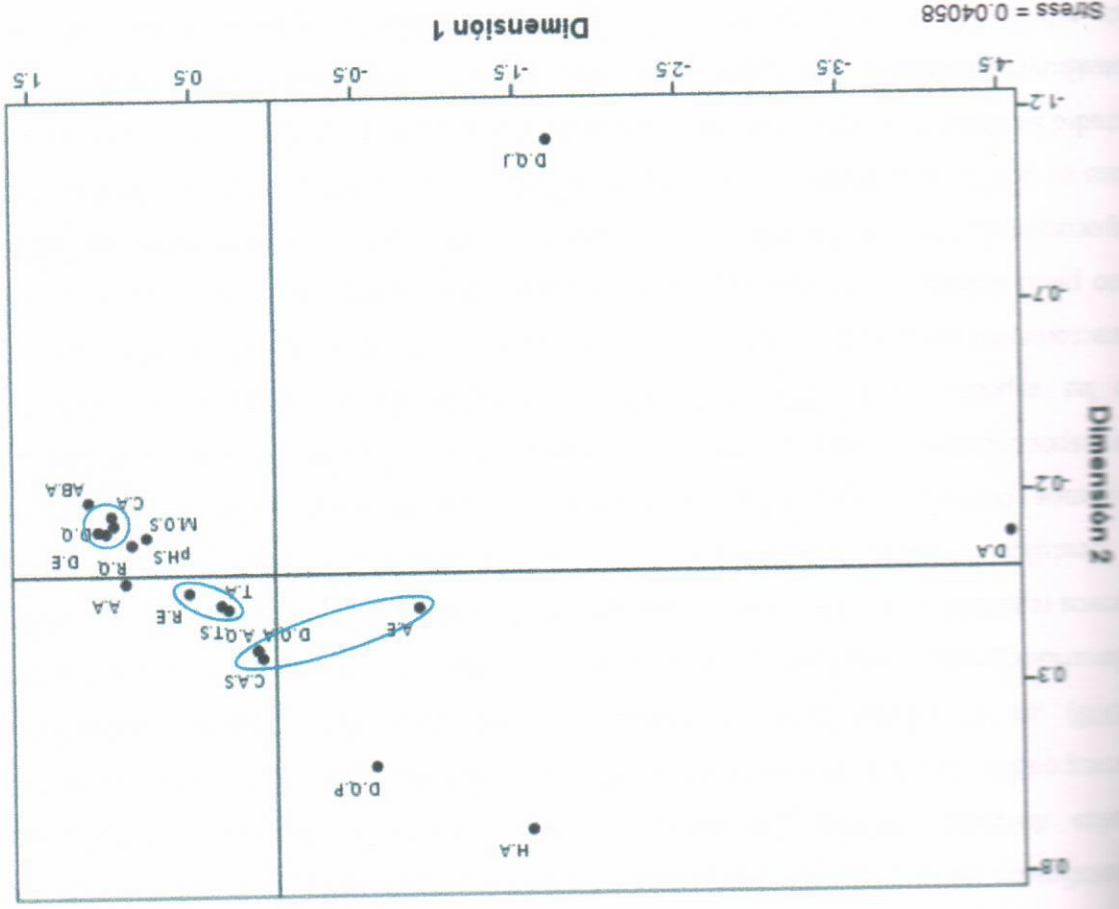


Figura 10. Configuración final del NMDS de las variables evaluadas. Dentro de los círculos se resaltan las variables más relacionadas con la riqueza, abundancia y diversidad de

5.1. Esporomas de hongos ectomicorrizógenos

Durante el periodo de muestreo comprendido de octubre de 2013 a septiembre de 2014 se identificaron 31 especies de esporomas de HECM pertenecientes a 15 géneros, de los cuales *Amanita*, *Boletus*, *Lactarius*, *Lecinum*, *Tyloporus*, *Russula* y *Scleroderma* corresponden con los siete géneros de HECM reportados previamente por Altamirano (2000) en el mismo sitio de estudio. Sin embargo, los géneros *Cantharellus*, *Clavariadelphus*, *Gyroporus*, *Helvella*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Tricholoma* y *Xerocomellus* son nuevos registros en la zona. Cabe resaltar que en el estudio realizado por Altamirano (2000) la identificación de los esporomas de HECM solo se realizó hasta nivel de género, por lo podemos considerar que todas las especies de HECM identificadas en mi estudio corresponden con nuevos registros. En este sentido, la identificación taxonómica de algunas de las especies de HECM recolectados no correspondieron completamente con las características morfológicas macro o microscópicas señaladas en las claves taxonómicas, esto pudo deberse a que aún no hay demasiadas claves taxonómicas especializadas para esporomas de México. Por ello, recurri a claves taxonómicas europeas y norteamericanas, pues es posible que algunos de los esporomas identificados como especies afines en este estudio se encuentren estrechamente relacionados con las especies descritas en estas claves constituyendo complejos de especies crípticas. De las 31 especies de HECM reportadas en este estudio 16 de ellas (51.61%) se identificaron hasta nivel de especie, mientras que las 15 especies de esporomas de HECM restantes (48.38%) solo lograron identificarse como especies afines, es probable que algunas de estas especies afines correspondan a nuevas especies, sin embargo, para poder comprobar esto sería necesario llevar a cabo otro tipo de análisis como la secuenciación genética de estos ejemplares. Por otro lado, según lo reportado en la literatura (Phillips 2001, Orson y cols. 2006, Bessette y cols. 2007, Kuo 2013) la gran mayoría de las especies identificadas son ectomicorrizas encontrándose asociadas a especies del género *Quercus* y *Pinus* en bosques templados, la única excepción es la especie *Gyroporus castaneus*, la cual se ha reportado como una especie saprobia por algunos autores (Kuo 2013).

El hecho de que hay una mayor dominancia de plantas y juveniles en Barranca 1 y 2 y en Planicie 1, no corresponde con la dominancia de los géneros de hongos de etapas tardías e como *Russula*, *Lactarius* y *Amanita*, pues al observar la dominancia de plantas e individuos juveniles del género *Quercus* se esperaría que los géneros de HECM dominantes fueran los de etapas tempranas (como *Inocybe* y *Laccaria*). Este fenómeno biológico podría explicarse si se considera que el género *Quercus* es capaz de formar una doble asociación micorrizica (micorriza arbuscular y ectomicorriza). Esta característica tan peculiar no es única del género *Quercus* por el contrario se encuentra presente en una amplia variedad de géneros de plantas vasculares como *Abies*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Pinus* (Cázarez y Trappe 1993, Horton y cols. 1998), *Alnus* (Molina 1981), *Populus* (Lodge y Wentworth 1990), *Adenostoma* (Allen y cols. 1999), algunas leguminosas (Fiori y cols. 1999), *Helianthemum* (Read y cols. 1977), *Salix* (Dhillon 1994, Van der Heijden y Kuyper 2001) y *Eucalyptus* (Chen y cols. 2000) y, puede presentarse de forma co-dominante, donde cada tipo micorrizico puede encontrarse presente en un mismo segmento de raíz o de forma sucesional, es decir, hay un recambio temporal de los tipos micorrizicos (Read y cols. 1977). Para el caso del género *Quercus* se ha reportado que ambos tipos de micorriza pueden estar presentes en el sistema radical de una misma planta de forma co-dominante y conforme la planta se va desarrollando la ectomicorriza se vuelve más abundante y desplaza gradualmente a la micorriza vesículo-arbuscular (Egerton-Warburton y Allen 2001). La presencia de esta dualidad en el tipo de micorriza asociada al género *Quercus*

De los 15 géneros de HECM reportados para la zona de estudio, *Russula* con 78 esporomas, *Lactarius* con 55 esporomas y *Amanita* con 54 esporomas fueron los más abundantes. La dominancia de estos tres géneros de HECM considerados por diversos autores como géneros de etapas tardías (Mason y cols. 1982, Dighton y Mason 1985, Bowen 1994) podría ser un indicativo de que el bosque estudiado se encuentra en una edad madura, ya que estos géneros de HECM necesitan forzosamente asociarse a la raíz de una planta hospedera madura para poder obtener los compuestos carbonados necesarios para su desarrollo y permanencia (Salerni y cols. 2002). Sin embargo, al analizar la densidad de árboles del género *Quercus* por etapa de desarrollo, se hace evidente que las etapas de desarrollo dominantes en Barranca 1, Barranca 2 y Planicie 1 son plantas y juveniles.

Los cuadros estudiados muestran una clara variación en las características estructurales del arbolado. En primera instancia estas variaciones podrían atribuirse a la densidad de individuos total por cuadro, sin embargo, las diferencias en la densidad de individuos por etapa de desarrollo por cuadro explican de mejor forma la variación encontrada en las características estructurales evaluadas. Santillán (1986) menciona que las variables estructurales de un rodal se encuentran altamente relacionadas con la etapa de desarrollo de los individuos que lo componen. En este contexto la altura, la cobertura y el área basal (variables estructurales determinadas en este estudio) se vieron afectadas por la cantidad de árboles juveniles y árboles adultos encontrados por cuadro. Un ejemplo de esto puede observarse con los resultados obtenidos en las variables estructurales evaluadas en Planicie 1. A pesar de que este cuadro mostró la mayor densidad total (141 individuos), no obtuvo mayor cobertura ni altura promedio, además en cuanto al área basal no se encontraron diferencias estadísticas significativas con Barranca 2, que tuvo una densidad total menor

5.2. Estructura y composición del género *Quercus*.

puede explicar la escasa riqueza de géneros de etapas tempranas en los cuadros donde predominaron las plántulas y los árboles juveniles del género *Quercus*. Por otro lado, a pesar de que las curvas de acumulación de especies de HECM no lograron alcanzar la asintota y se presentaron porcentajes de inventario inferiores al 80% en tres de los cuatro muestreos, estos resultados no se considerarían desfavorables. Esto es debido a que para realizar un inventario fúngico completo se requiere de un muestreo que abarque un periodo de tiempo mayor al considerado en este trabajo. Salguero (2007) menciona que el análisis de diversidad de hongos a partir de esporomas presenta la dificultad de que los muestreos deben coincidir con el momento de fructificación de las especies y no todas las especies fructifican todos los años. Por otra parte, hay especies que presentan fructificación muy regular, pero en otros casos son muy excepcionales, pudiendo tener lugar cada 10 años o más. Estas circunstancias complican los muestreos, siendo necesarios los inventarios continuos semanales o quincenales en épocas productivas, durante series de varios años. Tomando en cuenta estas consideraciones y los resultados obtenidos se puede considerar que el muestreo realizado en la zona fue aceptable.

observado que la diversidad de hospederos puede ser una fuerte influencia para la Este patron concuerda con lo reportado en diferentes investigaciones, en las cuales se ha estrechamente relacionada con la diversidad de especies del género *Quercus* (Figura 9). multidimensional (Figura 9), la diversidad de esporomas de HECM se encontró Como pudo observarse en la configuración final del análisis de escalamiento y composición del arbolado y variables ambientales.

5.3. Relación entre diversidad de esporomas de hongos ectomicorrizógenos, estructura

Q. microphylla, *Q. obtusata* y *Q. rugosa* (López-Domínguez y cols. 2004). *Q. camdicans*, *Q. crassifolia*, *Q. crassipes*, *Q. dysophylla*, *Q. laeta*, *Q. laurina*, *Q. mexicana*, en el estado) resulta interesante observar que la riqueza de especies es muy similar ya que protegida que aun posee zonas altamente conservadas de bosque de encino y pino-encino especies de este mismo género reportada para el Parque Nacional la Malinche (área natural comparar la riqueza de especies del género *Quercus* de la zona de estudio con la riqueza de con técnicas moleculares que podrían validar los resultados obtenidos en este estudio. Al del estado, y cabe señalar que sería indicado complementar la identificación taxonómica bosque de *Juniperus-Quercus* se encuentra catalogado como uno de los más conservados de cultivo y al libre acceso que tiene la población local. Sin embargo, este reducido de en gran parte porque la zona de estudio es un fragmento que está muy cercano a las zonas encontrar estas nueve especies del género *Quercus* en la zona de estudio fue algo novedoso, *Q. glaucoides* y *Q. potosina* de las cuales no se tenía registro (Santacruz y Espejel 2004). El realizado por Altamirano (2000), a nivel estatal resulta destacable el reporte de las especies municipio, ya que únicamente se contaba con el registro de la especie *Quercus deserticola* especies reportadas constituyen nuevos reportes no sólo para la zona sino también para el *glabrescens*, *Q. glaucoides*, *Q. laeta*, *Q. mexicana* y *Q. potosina*. Ocho de las nueve identificación taxonómica de las especies *Q. crassipes*, *Q. deserticola*, *Q. frutex*, *Q.* En lo referente a la composición del arbolado del género *Quercus* se destaca la

(96 individuos). Estos resultados pueden comprenderse al observar que la etapa de desarrollo dominante en el cuadro 2 fue la juvenil (89 de los 141 individuos totales).

comunidad fúngica asociada (Kernaghan, 2005). En este sentido, Tederso y cols. (2014) reportaron que la riqueza de HECM responde positivamente a la proporción relativa y la riqueza de especies de hospederos ectomicorrizicos a escala global. Aunado a esto, otros estudios realizados en diferentes partes del mundo confirman que alteraciones en la diversidad de hospederos, como la reducción de diversidad o el cambio de especies de hospederas (actividad común en el ámbito forestal) de una zona en particular es un factor que afecta negativamente a la comunidad de hongos ectomicorrizicos asociados (Buée y cols. 2011). Estos estudios aportan evidencia acerca de la estrecha relación que existe entre los HECM y sus plantas hospederas. Además, para el caso particular del género *Quercus* se ha observado que la comunidad de especies de HECM asociados a una especie del género puede cambiar ampliamente en otra especie de este mismo género, aun cuando ambas especies hospederas se encuentren en una misma zona y sean filogenéticamente cercanas (Morris y cols. 2008, 2009). Estos estudios corroboran la estrecha relación que existe entre la diversidad de hospederos y la comunidad de HECM incluyendo a las especies de simbiontes fúngicos que son capaces de producir esporomas a una escala global y local como es el caso de lo observado en este estudio.

Otra variable que se encontró relacionada con la diversidad de esporomas de HECM fue la cobertura total del arbolado (Figura 9). Existen reportes que indican que la estructura de la comunidad vegetal es un factor de importancia en la diversidad de esporomas. Por ejemplo Pilz y Molina (2002) afirman que la edad del arbolado aunado a la composición y la estructura de la comunidad vegetal tienen una gran influencia sobre la producción de esporomas silvestres, y son elementos que limitan o promueven la densidad y la distribución espacial de los esporomas. Particularmente, para la cobertura vegetal, Richard y cols. (2004) obtuvieron evidencia de que la riqueza y la producción de macromicetos mejoraron en claros del dosel. En mi estudio puede observarse una tendencia similar en la abundancia de esporomas, ya que Barranca 2, cuadro en el cual se obtuvo un área de cobertura mayor presentó menor abundancia de esporomas en comparación con la abundancia reportada en los cuadros Planicie 1 y Planicie 2 que obtuvieron áreas de cobertura menores a Barranca 2. Por otro lado, se ha reportado que la abundancia de esporomas se encuentra relacionada a las precipitaciones como lo evidencia O'Dell y cols.

Por otro lado, se ha documentado que las variables edáficas influyen de manera significativa en la diversidad de esporomas HECM. Factores como la cantidad de materia orgánica del suelo, puede ser determinante para la riqueza y abundancia de esporomas de HECM. Por ejemplo, Baar y Braak (1996), mostraron que la remoción de materia orgánica afecta positivamente a la riqueza de esporomas de HECM, el proceso de remoción de

ambiental-riqueza de esporomas.

que estos factores tengan influencia en la direccionalidad de la relación humedad específicamente a hongos ectomicorrizicos si no a macromicetos en general y, es posible de *Quercus-Juniperus*), además de que los muestreos de esporomas no fueron dirigidos de montaña) en comparación con el ecosistema donde se llevó a cabo este estudio (bosque mencionado que ese estudio fue llevado a cabo en un ecosistema diferente (bosque mesófilo variable guardan una relación importante con la fructificación de esporomas. Cabe negativamente correlacionada con la riqueza de macromicetos, resulta evidente que esta Williams-Linera (2011) se reporta que la temperatura ambiental se encontraba o la productividad fúngica. Sin embargo, en el estudio realizado por Gómez-Hernández y temperatura ambiental no mostraba tener ninguna influencia en general sobre la diversidad de esporomas de HECM (Figura 8). En este sentido Salerni y cols. (2002) encontraron que la métrico mostró que la temperatura ambiental se encontraba relacionada con la riqueza de En relación a las variables ambientales el análisis de escalamiento multidimensional no o limite la abundancia de esporomas en una zona determinada.

ectomicorrizicas asociadas (Dighton y Mason 1985) sea un factor importante que promueva las plantas hospedadas al constituir la principal fuente de energía para las especies fúngicas influenciada por la densidad de las etapas de desarrollo de las plantas hospedadas, ya que que (como pasa con la riqueza de esporomas) la abundancia de esporomas se vea las edades o etapas de desarrollo en plantaciones forestales (Durrall y cols. 2006). Es posible esporomas. En relación a esto se conoce que la riqueza de especies de HECM difiere entre densidad de una tapa de desarrollo en particular pueda influir en la abundancia de densidad del arbolado pueda tener sobre la abundancia de esporomas y menos aún si la (1999) y Salerni y cols. (2002). Sin embargo, poco se sabe sobre la influencia que la

materia orgánica provocó reducción en la concentración del N disuelto, NH_4^+ , NO_3^- , P y K^+ y un incremento de pH. Estos efectos podrían explicar la relación observada entre la diversidad de esporomas de HECM y el porcentaje de materia orgánica obtenida en el análisis de escalamiento multidimensional (Figura 9). La temperatura del suelo también ha sido reportada como una variable ambiental de importancia para la producción de esporomas de macromicetos. Estudios realizados en diversas especies de macromicetos sugieren que la producción de esporomas se ve favorecida por las altas temperaturas del suelo (Hering 1966, Peredo y cols. 1983).

El presente estudio constituye uno de los pocos trabajos en México en los cuales se investigan las relaciones que diversas variables bióticas y abióticas tienen con la diversidad de esporomas de HECM dentro de un ecosistema tan particular como lo son los bosques de encino. De este trabajo se obtiene evidencia de la relación que guarda la diversidad de esporomas HECM con el componente biótico analizado (diversidad del género *Quercus*, cobertura total del arbolado y porcentaje de materia orgánica del suelo), factores de importancia que pueden favorecer o limitar la riqueza y abundancia de esporomas como se reporta en otros estudios.

CONCLUSIONES

En cuanto a la riqueza de esporomas HECM, se registraron 31 especies pertenecientes a 15 géneros de los cuales *Cantharellus*, *Clavariadelphus*, *Gyroporus*, *Helvella*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Tricholoma* y *Xerocomellus*, corresponden con nuevos reportes para la zona.

La estructura del arbolado fue muy variable debido a las diferencias observadas en las etapas de desarrollo por cuadro. Además cabe destacar que las especies *Q. crassipes*, *Q. frax*, *Q. glabrescens*, *Q. glaucoides*, *Q. laeta*, *Q. mexicana* y *Q. potosina* constituyen nuevos reportes para la zona de estudio, mientras que *Q. glaucoides* y *Q. potosina* constituyen nuevos reportes para el estado de Tlaxcala.

La diversidad de esporomas HECM estuvo principalmente relacionada al componente biótico analizado en este estudio, específicamente a la diversidad del género *Quercus*, la cobertura total del arbolado y el porcentaje de materia orgánica del suelo. Obteniendo resultados similares a lo reportado en otros estudios.

Esta investigación constituye uno de los pocos trabajos en México que abordan la relación de la diversidad de esporomas de HECM con la composición y estructura de especies del género *Quercus* además de variables ambientales y de suelo, por lo que con la realización de este proyecto se está aportando información básica de importancia para el desarrollo de futuras investigaciones.

Este trabajo provee un marco de referencia para estudios posteriores sobre la asociación ectomicorrizica en el género *Quercus* y los factores que afectan la diversidad de HECM. Sugerimos que futuros trabajos desarrollen investigación en esta línea, enfocándose a temas como:

1- Realizar un inventario fungico en la zona de estudio que contemple un periodo de tiempo más largo.

2- Evaluar el grado de especificidad entre las diferentes especies del género *Quercus* y las diferentes especies de HECM registradas en la zona de estudio.

3- Examinar la posible influencia de otros factores que pueden afectar la diversidad de simbiontes fungicos ectomicorrizogenos, como la microbiota del suelo y el impacto humano.

4- Realizar investigaciones enfocadas al estudio particular de las ectomicorrizas del sistema radical de los árboles del género *Quercus*, como su caracterización macro y microscópica detallada y su identificación molecular.

5- Corroborar en campo el fenómeno de la doble micorrización (micorriza vesículo-arbuscular y ectomicorriza) en los árboles del género *Quercus*.

6- Identificar las especies de hongos micorrizicos arbusculares en asociación con los árboles del género *Quercus*.

- Acosta-Pérez R, Delgado JL y Cervantes P. 1991. La vegetación del estado de Tlaxcala, México. Folleto número 6. Jardín Botánico Tizatlán-Gobierno del estado de Tlaxcala. p. 31-32.
- Atropoulos CJ y Mims CW. 1985. Introducción a la micología. Ediciones Omega. España.
- Allen MF, Egerton-Warburton LM, Allen EB y Karen O. 1999. Mycorrhizae in *Adenostoma fasciculatum* Hook. & Arn.: a combination of unusual ecto- and endoforms. Mycorrhiza. 8: 225-228.
- Aguilar-Cruz Y y Villegas M. 2010. Especies de Gomphales comestibles en el municipio de Villa del Carbón Estado de México. Revista Mexicana de Micología. 31: 1-8.
- Agreda T, Fernández M y Martínez F. 2010. Los hongos y el bosque. Principales especies, su ecología y aprovechamiento en Soria. Serie Técnica. Junta de Castilla y León. España.
- Arzaga S, Martínez-Cruz J, Salcedo-Cabrales M y Bello-González MA. 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México.
- Arnolds E. 1981. Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands, Part 1, Introduction and Synecology. Bibliotheca Mycologica. 83: 1-407.
- Arnolds E. 1988. Status and classification of fungi communities. En: Dependent plant communities. Barkman JJ y Sykora KV (eds). Academic Publication. Amsterdam. p. 153-165.
- Altamirano E. 2000. Géneros de Macromicetos, Myxomicetos y Líquenes de un Bosque de *Juniperus* en el estado de Tlaxcala: Un estudio preliminar de su biodiversidad. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Baar J y Braak C.J.F. 1996. Ectomycorrhizal sporocarp occurrence as affected by manipulation of litter and humus layers in Scots pine stands of different age. Applied Soil Ecology. 4: 61-73.

- Bandala V, Montoya L y Mata M. 2008. New species and records of *Crepidotus* from Costa Rica and Mexico. *Fungal Diversity*. 32: 9-29.
- Barkman JJ. 1979. The investigation of vegetation texture and structure. En: The study of vegetation. Werger MJA (ed). Junk. The Hague. E.U.A. Boston. p. 125-160.
- Bates S. 2012. <http://www.azfungi.org/states/mycology.html>. Consultado durante Marzo y Abril de 2015.
- Barton G. 1999. Field Guide: Mushrooms of Ontario and Eastern Canada. Lone Pine. Canada.
- Bessette AE, Roody WC, Bessette AR y Dunaway DL. 2007. Mushrooms of the southeastern United States. Syracuse University Press. E.U.A.
- Boa E. 2005. Los hongos silvestres comestibles. Perspectiva global de su uso e importancia para la población. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Boddy L y Watkinson SC. 1995. Wood decomposition, higher fungi, and their role in nutrient redistribution. *Canadian Journal of Botany*. 73: 1377-1383.
- Bowen GD. 1994. The ecology of ectomycorrhiza formation and functioning. *Plant and Soil*. 159: 61-67.
- Brundrett MC. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist*. 154: 275-304.
- Brunner I, Brunner F. y Laursen GA. 1992. Characterization and comparison of macrofungal communities in an *Alnus tenuifolia* and an *Alnus crispa* forest in Alaska. *Canadian Journal of Botany*. 70: 1247-1258.
- Buée M, Maurice JP, Andriamantsoa S, RANGER J, Courtecuisse R, Margais B y Le Tacon F. 2011. Influence of tree species on richness and diversity of epigeous fungal communities in a French temperate forest stand. *Fungal Ecology*. 4: 22-31.
- Burrola-Aguilar C, Garibay-Orijel R, y Arguelles-Moyao A. 2013. *Abies religiosa* forests harbor the highest species density and sporocarp productivity of wild edible mushrooms among five different vegetation types in a neotropical temperate forest region. *Agroforestry Systems*. 87: 1101-1115.
- Cázares E y Trappe JM. 1993. Vesicular endophytes in roots of the Pinaceae. *Mycorrhiza*. 2: 153-156.

- Y L, Brundrett MC y Dell B. 2000. Effects of ectomycorrhizas and vesicular-arbuscular mycorrhizas, alone or in competition, on root colonization and growth of *Eucalyptus globulus* and *E. urophylla*. New Phytologist. 146: 545-556.
- Capley J. 2000. Ecology goes underground. Nature. 406: 452-454.
- CONABIO. 2015. <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueTemplado.html>. Consultado en septiembre de 2015.
- Dalberg A. 2001. Community ecology of ectomycorrhizal fungi: an advancing interdisciplinary field. New Phytologist. 150: 555-562.
- Deacon JW y Fleming LV. 1992. Interactions of ectomycorrhizal fungi. Mycorrhizal Functioning. En: Integrative Plant-Fungal Process. Allen MF (ed.). Chapman & Hall. E.U.A. p. 249-300.
- Delgado A, Villegas M y Cifuentes J. 2005. Glosario ilustrado de los caracteres macroscópicos en Basidiomicetes con himenio laminar. Las prensas de Ciencias. UNAM. México.
- Dighton SS. 1994. Ectomycorrhizae, arbuscular mycorrhizae, and *Rhizoctonia* spp. of alpine and boreal *Salix* spp. in Norway. Arctic Antarctic and Alpine Research. 26: 304-307.
- Díaz H, Fèfer F y Valenzuela R. 1988. Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. Acta Botánica Mexicana. 2: 21-44.
- Díaz R, Marmolejo JG y Valenzuela R. 2005. Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango. Ciencia UANL. 8: 362-369.
- Dickman A. 1992. Plant pathogens and long-term ecosystem changes. En: The fungal community, its organization and role in the ecosystem. Carroll GC y Wicklow DT (eds.). Marcel Dekker, Inc. E.U.A. p. 499-522.
- Dighton J y Mason PA. 1985. Mycorrhizal dynamics during forest tree development. En: Developmental biology of higher fungi. Moore D, Castellano LA, Wood D y Frankland JC (eds.). University Press Cambridge, Inglaterra. p. 117-140.
- Dighton J, Poskitt JM y Howard DM. 1986. Changes in the occurrence of basidiomycete fruit bodies during forest stand development: with specific reference to mycorrhizal species. Transactions of the British Mycological Society. 87: 163-171.

- Domingo JM, Fernandez R, Corral E y Rapp I. 2006. Estimación de la capacidad de retención de agua en el suelo: revisión del parámetro CRA. Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales. 15: 14-23.
- Durrall DM, Garnier S, Simard SW, Kudrna L y Sakakibara SM. 2006. Effects of clearcut logging and tree species composition on the diversity and community composition of epigeous fruit bodies formed by ectomycorrhizal fungi. Canadian Journal of Botany. 84: 966-980.
- Egerton-Warburton L y Allen MF. 2001. Endo and ectomycorrhizas in *Quercus agrifolia* Née. (Fagaceae): patterns of root colonization and effects on seedling growth. Mycorrhiza 11:283-290.
- Filay RD. 2004. Mycorrhizal fungi and their multifunctional roles. Mycologist. 18: 91-96.
- Flores M, Jiménez J, Madrigal X, Moncayo F y Takaki T. 1971. Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.
- Froni L, Minasian H y Volfovic R. 1999. Arbuscular mycorrhizae and ectomycorrhizae in native tree legumes in Uruguay. Forest Ecology and Management. 115: 41-47.
- García J, Pedraza D, Silva C, Andrade R y Castillo J. 1998. Hongos del Estado de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro.
- García J. 2013. Diversidad de macromicetos en el estado de Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León.
- Garbay-Orijel R, Martínez-Ramos M y Cifuentes J. 2009. Disponibilidad de esporas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Revista Mexicana de Biodiversidad. 80: 521-534
- Gates GM, Mohammed C, Ratkowsky DA, Wardlaw T y Davidson NJ. 2011. Diversity and ecology of epigeous ectomycorrhizal macrofungal assemblages in a native wet eucalypt forest in Tasmania, Australia. Fungal Ecology. 4: 290-298.
- Gómez-Hernández M. y Williams-Linera G. 2011. Diversity of macromycetes determined by tree species, vegetation structure, and microenvironment in tropical cloud forests in Veracruz, Mexico. Botany. 89: 203-216.

- Gómez V. 2014. Micocenosis del Parque Nacional Barranca del Cupatitzo, México. Memoria de tesis doctoral. Universidad de León. León, España.
- Gómez V, Gómez M y Terrón A. 2011. Efecto de las variables ambientales sobre la biomasa de macromicetos ectomicorrizicos. *Biológicas*. 13: 70-76.
- Govarts R. y Frodin DG. 1998. World Checklist and Bibliography of Fagales (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae and Ticodendraceae). Royal Botanical Gardens, Kew, Inglaterra.
- Galien G, Asensio S, Pérez M y Benavente V. 2004. Iniciación a la micología. Revista de Educación del CPR de Toledo. 6: 98-132.
- Guzmán G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 7: 369-384.
- Halling R y Mueller G. 2013. <http://www.nybg.org/bsci/res/hall/index.html>. Consultado durante marzo y abril de 2015.
- Hawksworth DL. 2001. The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimates revisited. *Mycological Research*. 105: 1422-1432.
- Heredia G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Botánica Mexicana*. 7: 1-18.
- Hering TF. 1966. The terricolous higher fungi of four lake district woodlands. *Transactions of the British Mycological Society*. 49: 369-383.
- Honrubia M, Torres P, Diaz G y Cano A. 1992. Proyecto LUCDEME VIII. Manual para micorrizar plantas en viveros forestales. ICONA. España.
- Horton TR, Cázares E y Bruns T. 1998. Ectomycorrhizal, vesicular-arbuscular and dark septate fungal colonization of bishop pine (*Pinus muricata*) seedlings in the first 5 months of growth after wildfire. *Mycorrhiza*. 8: 11-18.
- INEGI. 1998. Los municipios de Tlaxcala. Monografía de Ixtacuilta de Mariano Matamoros, Tlaxcala.
- INEGI. 2009. Pronuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.
- Kaul RB. 1985. Reproductive morphology of *Quercus* (Fagaceae). *American Journal of Botany*. 72: 1962-1977.

- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey.
- Martinez P. 2008. Producción de carpóforos de macromicetos epigeos en masas ordenadas de *Pinus sylvestris* L. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, España.
- Martinez P, Minter DN y Stalpers JA. 2008. Dictionary of the fungi, 10th Edition, CBS. Países Bajos.
- M. 2013. <http://www.mushroomexpert.com/identifying.html>. Consultado durante marzo y abril de 2015.
- Lagera A, Loppi S y De Dominicis V. 1999. Relationship between environmental factors and the proportions of fungal trophic groups in forest ecosystems of the central Mediterranean area. Forest Ecology and Management. 124: 145-151.
- Lambo O. 1970. *Paxillus involutus* as a mycorrhizal symbiont of forest trees. Acta Forestalia Fennica. 79: 1-35.
- Linares G. 2001. Escalamiento multidimensional: conceptos y enfoques. Revista Investigación Operacional. 22: 173-183.
- Lodge DJ y Wentworth TR. 1990. Negative associations among VA-mycorrhizal fungi and some ectomycorrhizal fungi inhabiting the same root system. Oikos. 57: 347-356.
- Lopez-Dominguez JC, Acosta R y Sanchez AI. 2004. Plantas En: Biodiversidad del Parque Nacional Malinche. Tlaxcala, México. Fernández JA y López JC (eds). Coordinación General de Ecología del Estado de Tlaxcala. México. p. 73-100.
- Lopez-Eustaquio L, Portugal D, Bautista N y Venegas R. 2010. Biodiversidad fungica de la Reserva ecológica "Corredor Biológico Chichinautzin", Morelos, México. En: Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. Martinez-Carrera D, Curvetto N, Sobla M, Morales P y Mora VM (Eds.). Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales-COLPOS-UNSCONACYT-AMC-UAEM-UPAEP-IMINAP, Puebla. p. 45-58.

- Martínez-Cruz J, Téllez O, y Ibarra-Mambríguez G. 2009. Estructura de los encinares de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80: 145-156.
- Mason P, Last F, Palma J y Ingleby K. 1982. Ecology of some fungi associated with an ageing stand of birches (*Betula pendula* and *B. pubescens*). *Ecology*. 4: 19-39.
- Mata M. 2003. Macrohongos de Costa Rica. 2ed. Instituto Nacional de Biodiversidad. INBio. Vol. 1. Santo Domingo de Heredia. Costa Rica.
- Matteucci SD y Colma A. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. E.U.A.
- Medel R, Guzmán G y Castillo R. 2010. Adiciones al conocimiento de *Xylaria* (Ascomycota, Xylariales) en México. *Revista Mexicana de Micología*. 31: 9-18.
- Miller SL y Allen EB. 1992. Mycorrhizae, nutrient translocation, and interactions between plants. En: *Mycorrhizal functioning: An integrative plant-fungal process*. Allen MF (ed.). Chapman and Hall, E.U.A. p. 301-332.
- Molina R. 1981. Ectomycorrhizal specificity in the genus *Alnus*. *Canadian Journal of Botany*. 59: 325-334.
- Molina R, Massicoté H y Trappe JM. 1992. Specificity phenomena in mycorrhizal symbioses: community-ecological consequences and practical implications. En: *Mycorrhizal functioning: An integrative plant-fungal process*. Allen MF (ed.). Chapman and Hall, E.U.A. p. 357-423.
- Montoya A. 2004. Etnomicología. En: *Aportes etnobiológicos. Red regional de recursos bióticos*. Red Bio. Rafael Monroy y Hortensia Colín (Eds). Morelos, México. p.
- Montaño A, Valenzuela R, Sánchez A, Coronado M y Esqueda M. 2006. Aphylliphorales de Sonora, México. Algunas especies de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe. *Revista Mexicana de Micología*. 23: 17-26.
- Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza.
- Morris MH, Pérez-Pérez MA, Smith ME y Bledsoe CS. 2009. Influence of host species on ectomycorrhizal communities associated with two co-occurring oaks (*Quercus* spp.) in a tropical cloud forest. *Microbiology Ecology*. 60: 274-287.

- Morris MH, Smith ME, Rizzo DM, Rejmanek M y Bledsoe CS. 2008. Contrasting ectomycorrhizal fungal communities on the roots of co-occurring oaks (*Quercus* spp.) in a California woodland. *New Phytologist*. 178: 167-176.
- Moser M. 1983. Keys to Agarics and Boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). Roger Phillips. Inglaterra.
- Muller G, Bills G y Foster M. 2004. Biodiversity of fungi. Inventory and Monitoring Methods, Elsevier Academic Press. California. E.U.A.
- NOM-021-RECNAT-2000. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=717582&fecha=31/12/2002. Consultada en septiembre de 2015.
- O'Dell T, Ammirati J y Schreiner E. 1999. Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycete sporocarps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. *Canadian Journal of Botany*. 77: 1699-1711.
- Olivera-Morales D, Castillo-Argüero S, Guadarrama P, Ramos-Zapata J, Alvarez-Sánchez J y Hernández-Cuevas L. 2011. Establecimiento de plántulas de *Quercus rugosa* Née inoculadas con hongos micorrizógenos arbusculares en un bosque templado de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 89: 115-121.
- Orson K, Miller JR y Miller HH. 2006. North American Mushrooms. A field guide to edible and inedible fungi. The Globe Pequot Press. E.U.A.
- Pardavé M y Terán M. 1999. Estudio comparativo de dos comunidades de Macromicetos en el área protegida de Sierra Fria. *Investigación y Ciencia*. 20: 2-10.
- Peredo H, Oliva M y Huber A. 1983. Environmental factors determining the distribution of *Suillus luteus* fructifications in *Pinus radiata* grazing-forest plantations. *Plant Soil*. 71: 367-370.
- Pérez-Moreno J y Read DJ. 2004. Los hongos ectomicorrizicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *INCI*. 29: 54-75.
- Pérez-Silva E, Esqueda M, Herrera T y Coronado M. 2006. Nuevos registros de Agaricales de Sonora, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 77: 23-33.
- Phillips R. 1981. Mushrooms and other fungi of Great Britain & Europe, Pan Books. Inglaterra.
- Phillips R. 2001. <http://www.rogersmushrooms.com/>. Consultado durante Marzo y Abril de 2015.

- Miz D y Molina R. 2002. Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management*. 1: 3-16.
- Rangel JO y Velázquez A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: *Diversidad Biótica II*. Instituto de Ciencias Naturales. Rangel JO (ed.). Universidad Nacional de Colombia. 59-87.
- Raymundo T, Decock C, Valenzuela R, Arnalí M, Cifuentes J y Pacheco-Mota L. 2012. Nuevos registros del género *Fomitiporia* (Hymenochaetales, Basidiomycota). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 313-326.
- Read DJ. 1991. Mycorrhizas in ecosystems. *Experientia*. 47: 376-391.
- Read DJ. 1998. Plants on the web. *Nature* 396: 22-23.
- Read DJ, Kiammehr H y Malibari A. 1977. The biology of mycorrhiza in *Helianthemum* Mill. *New Phytologist*. 78: 305-312.
- Richard F, Monreau PA, Selosse MA y Gardes M. 2004. Diversity and fruiting patterns of ectomycorrhizal and saprobic fungi in an old-growth Mediterranean forest dominated by *Quercus ilex* L. *Canadian Journal of Botany*. 82: 1711-1729.
- Rocha-Loredo AG, Ramirez-Marcial N y Gonzales-Espinoza M. 2010. Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la depresión central de Chiapas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 87: 89-103.
- Rodríguez E. 2009. Biodiversidad de la familia Boletaceae en dos bosques de *Fagus grandifolia* var. *Mexicana* del estado de Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. México.
- Rocketfeller A. 2013. En línea: <http://mushroomobserver.org/>. Consultado durante marzo y abril de 2015.
- Ramero-Bautista L, Pulido-Flores G y Valenzuela R. 2010. Estudio micoflorístico de los hongos poliporoides del estado de Hidalgo, México. *Polibotánica*. 29: 1-28.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Salinas-Salgado E, Valenzuela R, Raymundo T, Cipriano-Salazar M, Cruz-Lagunas B y Hernández-Castro E. 2012. Macromicetos xilófagos del bosque tropical caducifolio en el municipio de Cocula, Guerrero, México. *Polibotánica*. 34: 137-155.

Santillán J. 1986. Elementos de Diagnóstico Ambiental. Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México.

Santibañez G. 2009. Composición y estructura del bosque de *Abies religiosa* en función de la heterogeneidad ambiental y distribución de su grado de conservación en la cuenca del río Magdalena. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM, México.

Salerni E, Lagana A, Perini C, Lopez S. 2012. Effects of temperature and rainfall on fruiting of *Macrorhynchus* in the Mediterranean area. *Journal of Plant Sciences*. 50: 189-198.

Salguero JA. 2007. Hongos y sus roles en los ecosistemas. Calamo, Palencia.

Sanchez S, Martinez A, Cruz-Leyva B, Ramirez A. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por áreas protegidas. En: *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y restauración de áreas protegidas. CONABIO, México. 75-130.

Santacruz N y Espejel A. 2004. *Las Especies Exóticas de Tlaxcala*. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Centro de Investigación Interdisciplinaria Sobre el Desarrollo Regional. Tlaxcala, Tlaxcala.

Sarrionandia-Aretilo E. 2006. Estudio de los micromicetos de los encinares del País Vasco. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco.

Schmit JP, Murphy JF y Mueller GM. 1999. Macrofungal diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany*. 77: 1014-1027.

Schmit JP y Longe DJ. 2005. Classical methods and modern analysis for studying fungal diversity. En: *The Fungal Community: its organization and role in the ecosystem*. Dighton J, White JF y Oudemans J (Eds.). Taylor & Francis. Boca Raton, FL. p. 193-214.

SEMARNAT-Gobierno del estado de Tlaxcala. 2001. Ordenamiento Ecológico del estado de Tlaxcala. Tlaxcala.

Smith SE y Read DJ. 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press. Londres.

Straatsma G, Ayer F y Egli S. 2001. Species richness, abundance and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest. *Mycological research*. 5: 515-532.

- Federsoo L, Bahram M, Põlme S, Kõljalg U, Yoron NS, Wijesundera R, Villarreal L, Vasco-Palacios AM, Thu PQ, Suiza A, Smith ME, Sharp C, Saluveer E, Satta A, Rosas M, Riit T, Ratkowsky D, Pritsch K, Põldmaa K, Piepenbring M, Phost C, Peterson M, Parts K, Partel K, Otsing E, Nouhra E, Njouonkou AL, Nilsson RH, Morgado LN, Mayor J, May TW, Majunakim L, Lodge DJ, Lee SS, Karl-Henrik L, Kohout P, Hosaka K, Hiiesalu I, Henkel TW, Harend H, Liang-dong G, Greetham A, Grelet G, Geml J, Gates G, Dunstan W, Dunk C, Drenkhan R, Dearnaley I, De Kesel A, Dang T, Chen X, Buegger F, Brearley FQ, Bonito G, Anslan S, Abell S, Abarenkov K. 2014. Global diversity and geography of soil fungi. *Science* 346: 1078-1090.
- Taylor A. 2002. Fungal diversity in ectomycorrhizal communities: sampling effort and species detection. *Plant and Soil* 244: 19-28.
- Termorshuizen AJ y Schaffers AP. 1991. The decline of carpophores of ectomycorrhizal fungi in stands of *Pinus sylvestris* L. in The Netherlands: possible causes. *Nova Hedwigia* 53: 267-289.
- Trappe J y Louma D. 1992. The Ties that bind: fungi in ecosystems. En: *The fungal community-its organization and role in the ecosystems*. Carroll G y Widdow D, Marcel Dekker (Eds.). E.U.A. p. 17-27.
- Valencia A. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 33-53.
- Valenzuela E, Leiva S y Godoy R. 2001. Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados con la descomposición de hojarasca de *Nothofagus pumilus*. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 737-749.
- Valenzuela R, Palacios-Pacheco M, Raymundo T y Bautista-Hernández S. 2006. Especies de poliporáceos poco conocidas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 36-49.
- Van Der Heijden MGA, Klironomos JN, Ursic M, Moutoglis P, Streitwolf-Engel R, Boller T, Wiemken A y Sanders IR. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396: 69-72.

- van der Heijden EW y Kuyper TW. 2001. Laboratory experiments imply the conditionality of mycorrhizal benefits for *Salix*: role of pH and nitrogen to phosphorus ratios. Plant Soil. 228: 275-290.
- Vazquez S. 2008. Ecología de comunidades de macromicetos a los largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca.
- Villarreal H, Alvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M y Umaña AM. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Segunda edición. Bogotá, Colombia.
- Villanuel J y Cifuentes J. 2007. Macromicetos de la cuenca del Río Magdalena y zonas adyacentes, Delegación Magdalena Contreras, México, D.F. Revista Mexicana de Micología. 25: 59-68.
- Whittaker RH. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon. 21: 213-251.
- Zar JH. 1999. Biostatistical analysis. Cuarta edición. Editorial. Prentice Hall Inc. E.U.A.

9. ANEXOS

Anexo 1. Muestreros de esporomas de HECM (totales mensuales) por cuadro separados por abundancia y riqueza.

	2013												2014													
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Abundancia	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	7
Barranca 1	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	7
Barranca 2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Barranca 2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Planicie 1	11	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	28
Planicie 1	11	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	28
Planicie 2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Planicie 2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Acumulado	23	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	52	
Riqueza	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7
Barranca 1	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7
Barranca 2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Barranca 2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Planicie 1	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Planicie 1	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Planicie 2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Planicie 2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Acumulado	21	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	26

Anexo 2. Promedios mensuales para temperatura y precipitación de la estación meteorológica aledaña a la facultad de Biología UAT.

	2013		2014	
	Sep	Oct	Sep	Oct
Precipitación (mm)	8.4±10.25	2.2±5.30	16.3±7.4, 61	14.3±7.7, 57
Temperatura (°C)	16.2±5.4, 51	16.3±7.4, 61	13±9.1, 61	16.1±10.7, 61
	0.6±1.8, 30	0.3±1.3, 30	12.7±8.1, 61	17.5±10.3, 55
Ene	0.6±1.8, 30	0.3±1.3, 30	14±11.4, 53	17.3±8.4, 61
Feb	0±0.27	1.8±5.28	17.8±6.58	17.8±6.58
Mar	0.3±1.1, 31	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61
Abr	0.6±2.27	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61
May	4.1±8.1, 30	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61
Jun	8.8±7.29	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61
Jul	4.6±7.30	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61
Ago	9.5±7.30	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61
Sep	5±9.29	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61
Oct	3.6±7.4, 29	1.8±5.28	17.3±8.4, 61	17.3±8.4, 61

Nota: Media, ±desviación estándar, n.

Anexo 3. Muestras de esporas de HECM por cuadro.

	Muestras																										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27
<i>Amanita bisporigera</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amanita fulva</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amanita vaginata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clavariadelphus americanus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inocybe aff. dulcamara</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Lactarius indigo</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius yezoensis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lecaninum aff. oxidabile</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula aff. phellaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula densifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula mexicana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula ornaticeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scleroderma aff. cepa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tricholoma aff. sejunctum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tricholoma aff. ustale</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Tylopius aff. obscurus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tylopius rubrobrunneus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Barranca 2

Muestras

	Muestras																										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27
<i>Amanita bisporigera</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Amanita fulva</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Amanita rubescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Amanita vaginata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Boletus aff. foeternus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cantharellus aff. formosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyroporus castaneus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helvella acetabulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inocybe aff. dulcamara</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Inocybe aff. mixtilis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Inocybe aff. tigrina</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
<i>Laccaria ohivensis</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	1	2	1	1
<i>Russula aff. decipiens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
<i>Russula mariae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Russula mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Tricholoma aff. sejunctum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Tricholoma aff. ustale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xerocomellus aff. chrysenteron</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Planicie 1

Muestreos

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	
<i>Amanita bisporigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amanita fulva</i>	0	1	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	1	1	5	0	1	1	0	0	0	0	
<i>Amanita vaginata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Helvella acetabulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>hocybe aff. dulcamara</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>hocybe aff. perlata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lactarius indigo</i>	0	2	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
<i>Lactarius strigosipes</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lactarius yazoensis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
<i>Leccinum aff. oxydabile</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	
<i>Russula densifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Russula mexicana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	1	1	5	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Tylopilus aff. obscurus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Tylopilus rubrobrunneus</i>	0	2	2	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	

Planicie 2

Muestreos

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27
<i>Amanita bisporigera</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
<i>Amanita fulva</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>hocybe aff. dulcamara</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lactarius indigo</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius psammicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lactarius strigosipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lactarius yazoensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula densifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Russula mexicana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tricholoma aff. ustale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tylopilus rubrobrunneus</i>	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Anexo 4. Datos estructurales del arbolado por cuadro (Individuos juveniles y adultos).

Barranca I			
Arbol	E Des.	DAP	Altura
A1	Juvenil	0.17	1.97
A2	Adulto	1.2	10.36
A4	Juvenil	0.14	1.53
A18	Juvenil	0.19	1.45
A19	Juvenil	0.17	1.17
A23	Juvenil	0.13	1.25
A24	Juvenil	0.14	1.1
A25	Juvenil	0.12	1.07
A26	Juvenil	0.13	1.2
A28	Juvenil	0.16	1.38
A29	Juvenil	0.11	1.2
A30	Juvenil	0.16	1.45
A31	Juvenil	0.13	1.1
A32	Juvenil	0.14	1.01
A34	Juvenil	0.12	1.04
A35	Juvenil	0.14	1.46
A36	Juvenil	0.11	1.17
A37	Juvenil	0.14	1.2
A38	Juvenil	0.17	1.82
A40	Juvenil	0.2	1.19
A41	Juvenil	0.16	1.24
A42	Juvenil	0.12	1.05
A43	Juvenil	0.1	1
A44	Juvenil	0.13	1.4
A47	Juvenil	0.13	1
A49	Juvenil	0.14	1.1
A50	Juvenil	0.29	3.1
A51	Adulto	0.81	4.36
A52	Juvenil	0.14	1.35
A53	Juvenil	0.18	1.68
A54	Juvenil	0.22	2.58
A55	Juvenil	0.19	1.65
A56	Adulto	0.37	3.89
A57	Juvenil	0.19	2.2
A58	Juvenil	0.14	1.32
A59	Juvenil	0.18	1.6
A60	Juvenil	0.16	1.87
A61	Juvenil	0.23	2
A64	Juvenil	0.21	1.5
A67	Adulto	0.84	5.26
A71	Juvenil	0.15	1.45
A73	Adulto	0.4	2.69
A74	Juvenil	0.12	1.1
A77	Juvenil	0.16	1.65
A78	Adulto	1.56	12.36
A79	Juvenil	0.11	1

Barranca 2			
Arbol E.Des.	DAP	A. Basal	Altura
A46	Adulto	0.42	0.14
A48	Adulto	0.91	0.65
A50	Juvenil	0.18	0.03
A51	Adulto	0.42	0.14
A56	Adulto	0.68	0.36
A58	Adulto	0.86	0.58
A59	Juvenil	0.16	0.02
A62	Juvenil	0.2	0.03
A63	Juvenil	0.13	0.01
A66	Adulto	0.22	0.04
A67	Adulto	1.45	1.65
A70	Juvenil	0.16	0.02
A71	Adulto	0.5	0.20
A72	Adulto	0.44	0.15
A74	Adulto	0.28	0.06
A77	Juvenil	0.13	0.01
A80	Adulto	0.77	0.47
A81	Adulto	0.58	0.26
A83	Juvenil	0.16	0.02
A87	Adulto	0.59	0.27
A88	Juvenil	0.13	0.01
A89	Juvenil	0.24	0.05
A92	Adulto	0.63	0.31
A93	Adulto	1.1	0.95
A94	Adulto	1.5	1.77
A95	Adulto	0.8	0.50

Barranca 2			
Arbol E.Des.	DAP	A. Basal	Altura
A1	Adulto	1.13	1.00
A2	Juvenil	0.15	0.02
A3	Juvenil	0.25	0.05
A4	Juvenil	0.18	0.03
A5	Juvenil	0.14	0.02
A7	Adulto	1.51	1.79
A13	Juvenil	0.19	0.03
A15	Adulto	0.7	0.38
A18	Juvenil	0.24	0.05
A25	Adulto	0.54	0.23
A26	Juvenil	0.13	0.01
A27	Adulto	0.15	0.02
A29	Adulto	0.97	0.74
A30	Adulto	0.7	0.38
A31	Adulto	0.57	0.26
A32	Adulto	0.58	0.26
A33	Adulto	0.62	0.30
A35	Adulto	0.78	0.48
A36	Adulto	0.69	0.37
A37	Adulto	0.62	0.30
A38	Juvenil	0.14	0.02
A39	Juvenil	0.11	0.01
A40	Adulto	0.9	0.64
A41	Adulto	0.2	0.03
A44	Juvenil	0.15	0.02
A45	Adulto	1	0.79

Planicie I
Arbol E Des. DAP A. Basal Altura

A51	Juvenil	0.28	0.06	1.9
A52	Juvenil	0.31	0.08	2.38
A53	Juvenil	0.24	0.05	2.6
A55	Juvenil	0.26	0.05	2.28
A56	Juvenil	0.25	0.05	2.2
A58	Juvenil	0.14	0.02	1.32
A59	Juvenil	0.29	0.07	2.3
A60	Juvenil	0.28	0.06	2.5
A62	Juvenil	0.35	0.10	2.28
A63	Juvenil	0.26	0.05	2.4
A65	Juvenil	0.24	0.05	2.9
A66	Adulto	0.86	0.58	10.7
A67	Juvenil	0.18	0.03	1.82
A70	Juvenil	0.29	0.07	2.12
A71	Juvenil	0.25	0.05	1.18
A73	Juvenil	0.18	0.03	1.6
A74	Juvenil	0.2	0.03	1.88
A75	Juvenil	0.15	0.02	1.21
A76	Juvenil	0.23	0.04	1.94
A77	Juvenil	0.18	0.03	1.51
A78	Juvenil	0.24	0.05	2.15
A79	Juvenil	0.26	0.05	1.56
A81	Juvenil	0.26	0.05	1.56
A82	Juvenil	0.19	0.03	1.63
A83	Juvenil	0.16	0.02	1.26
A84	Adulto	0.85	0.57	6
A85	Juvenil	0.28	0.06	2.16
A86	Adulto	0.53	0.22	9.2
A87	Adulto	1.01	0.80	1.2
A88	Adulto	0.63	0.31	9.9
A89	Juvenil	0.26	0.05	2.39
A90	Juvenil	0.24	0.05	1.92
A91	Juvenil	0.21	0.03	1.9
A92	Juvenil	0.23	0.04	2.5
A93	Juvenil	2.6	5.31	2.38
A94	Juvenil	0.28	0.06	2.36
A95	Juvenil	0.23	0.04	2.2
A96	Juvenil	0.26	0.05	2.8

Planicie I
Arbol E Des. DAP A. Basal Altura

A1	Adulto	1.69	2.24	14.4
A3	Adulto	0.3	0.07	3.1
A6	Adulto	1.37	1.47	14.4
A14	Adulto	0.74	0.43	10.2
A15	Adulto	0.79	0.49	8.9
A16	Adulto	0.59	0.27	8.3
A17	Juvenil	0.26	0.05	1.28
A18	Juvenil	0.24	0.05	1.36
A19	Juvenil	0.19	0.03	1.65
A20	Adulto	0.77	0.47	7.5
A21	Juvenil	0.36	0.10	1.07
A22	Juvenil	0.23	0.04	2.12
A23	Juvenil	0.28	0.06	1.08
A24	Juvenil	0.21	0.03	2.1
A27	Juvenil	0.29	0.07	1.71
A28	Juvenil	0.32	0.08	1.77
A29	Juvenil	0.25	0.05	1.63
A30	Adulto	0.25	0.05	2.2
A31	Juvenil	0.18	0.03	1.36
A32	Adulto	0.67	0.35	2.1
A33	Juvenil	0.26	0.05	2.6
A34	Juvenil	0.21	0.03	2.4
A35	Juvenil	0.26	0.05	1.89
A36	Adulto	0.45	0.16	4.7
A37	Juvenil	0.19	0.03	2.1
A38	Juvenil	0.24	0.05	2.9
A39	Adulto	0.37	0.11	3.9
A40	Adulto	0.17	0.02	3.4
A41	Adulto	0.36	0.10	5.8
A42	Juvenil	0.21	0.03	2.45
A43	Adulto	0.67	0.35	7.5
A44	Juvenil	0.36	0.10	2.26
A45	Juvenil	0.26	0.05	1.98
A46	Juvenil	0.24	0.05	2.37
A47	Juvenil	0.14	0.02	2.39
A48	Juvenil	0.16	0.02	2.37
A49	Juvenil	0.26	0.05	2.59
A50	Adulto	0.45	0.16	4.7

Planicie 1				Planicie 2			
Arbol	E.Des.	DAP	Altura	Arbol	E.Des.	DAP	Altura
A97	Juvenil	0.15	1.12	A1	Adulto	0.63	1.6
A98	Juvenil	0.18	1.54	A2	Adulto	0.24	4
A99	Juvenil	0.2	1.44	A3	Adulto	0.96	10.6
A101	Juvenil	0.25	1.55	A4	Adulto	0.55	11.9
A105	Juvenil	0.2	1.22	A5	Adulto	0.78	9.5
A106	Juvenil	1.4	1.3	A6	Adulto	1.21	14.3
A108	Juvenil	0.13	1.02	A7	Adulto	1.24	15
A109	Juvenil	0.17	1.13	A12	Juvenil	0.19	1
A110	Juvenil	0.21	2.06	A13	Juvenil	0.21	1.48
A112	Juvenil	0.19	1.85	A14	Juvenil	0.19	1.15
A113	Juvenil	0.14	1.55	A15	Adulto	0.64	5.9
A114	Juvenil	0.18	1.54	A16	Juvenil	0.16	1.15
A115	Juvenil	0.12	1.7	A17	Adulto	0.46	3.6
A116	Juvenil	0.24	1.28	A18	Adulto	0.92	8
A117	Juvenil	0.16	1.84	A19	Adulto	0.77	9.5
A119	Juvenil	0.14	1.28	A20	Adulto	1.32	12.4
A121	Juvenil	0.11	1.39	A21	Adulto	0.56	5.6
A122	Juvenil	0.16	1.7	A22	Juvenil	0.24	2.1
A123	Juvenil	0.29	3.1	A23	Adulto	1.34	11.5
A124	Juvenil	0.19	1.75	A24	Adulto	0.9	10.2
A125	Juvenil	0.26	2.2	A25	Juvenil	0.26	2.34
A126	Juvenil	0.23	2.7	A27	Juvenil	0.19	2.2
A127	Juvenil	0.21	2.2				
A128	Juvenil	0.17	1.66				
A129	Juvenil	0.15	1.75				
A130	Juvenil	0.18	1.62				
A131	Juvenil	0.21	2.6				
A132	Juvenil	0.18	1.87				
A133	Juvenil	0.14	1.71				
A134	Juvenil	0.28	3.2				
A135	Juvenil	0.19	2.1				
A136	Juvenil	0.31	2.36				
A137	Juvenil	0.35	2.9				
A138	Juvenil	0.31	2.8				
A139	Adulto	0.7	8.01				
A140	Juvenil	0.19	1.68				
A141	Juvenil	0.36	3.5				

Anexo 5. Promedios humedad ambiental por mes y por cuadro.

Nota: Media, \pm desviación estándar, n.			
Junio	52.32 \pm 0.86, 4	Barranca 1	51.16 \pm 0.86, 4
Julio	51.54 \pm 0.84, 4	Barranca 2	52.02 \pm 0.94, 4
Agosto	50.95 \pm 0.89, 4	Planicie 1	51.97 \pm 0.88, 4
Septiembre	51.92 \pm 0.85, 4	Planicie 2	48.75 \pm 1.01, 4
Octubre	50.20 \pm 0.36, 4		48.18 \pm 0.78, 4
Promedio	51.39 \pm 1.04, 20, a		51.65 \pm 1.09, 20, a
	46.84 \pm 0.75, 20, c		48.10 \pm 1.34, 20, b

Anexo 6. Promedios temperatura ambiental por mes y por cuadro.

Nota: Media, \pm desviación estándar, n.			
Junio	16.87 \pm 3.29, 720	Barranca 1	16.03 \pm 2.63, 720
Julio	16.79 \pm 2.95, 744	Barranca 2	14.68 \pm 3.02, 744
Agosto	16.78 \pm 3.41, 744	Planicie 1	14.93 \pm 3.08, 744
Septiembre	16.43 \pm 3.26, 720	Planicie 2	14.75 \pm 2.97, 720
Octubre	15.54 \pm 3.31, 744		13.61 \pm 3.51, 744
Promedio	16.48 \pm 3.51, 3672, a		14.79 \pm 3.15, 3672, b
	14.88 \pm 3.55, 3672, b		15.20 \pm 3.95, 3672, b

Anexo 7. Promedios temperatura del suelo por mes y por cuadro.

Nota: Media, \pm desviación estándar, n.			
Junio	18.14 \pm 0.88, 720	Barranca 1	16.40 \pm 0.52, 720
Julio	18.14 \pm 0.90, 744	Barranca 2	15.34 \pm 0.40, 744
Agosto	17.93 \pm 0.93, 744	Planicie 1	15.26 \pm 0.47, 744
Septiembre	17.55 \pm 1.07, 720	Planicie 2	15.17 \pm 0.40, 720
Octubre	16.71 \pm 0.77, 744		14.40 \pm 1.25, 744
Promedio	17.69 \pm 1.06, 3672, a		15.31 \pm 0.94, 3672, d
	16.88 \pm 1.44, 3672, b		16.04 \pm 1.18, 3672, c

Escalamiento multidimensional (NMDS).

```

PROGRAMAS R.E.A.E.D.E.A.A.AB.A.D.A.D.O.P.D.O.U.D.O.A.R.O.A.O.D.O.H.A.T.A.T.S.P.H.S.M.O.S.C.A.S
METS NONE
MATRIX OUT('C:\Users\Alberto\AppData\Local\Temp\spss5756\spssalasc.tmp')
MODEL=EUCLID
CONDENSE=NONE
/CONCAT=NONE
/TEMP=TEMPORARY.

```

Distancias

[Programa de datos] C:\Users\Alberto\Desktop\Teas nuevo\Analisis\KDS\KDS variables.sav

Resumen de procesamiento de los casos

Casos		Perdidos		Total	
N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

a. Distancia euclídea usada

```

MATRIX IN('C:\Users\Alberto\AppData\Local\Temp\spss5756\spssalasc.tmp')
/TEMP=ORDINAL
/CONDITION=MATRIX
/MODEL=EUCLID
/CRITERIA=CONVERGE(0.001) STRESSMIN(0.005) ITER(30) CUTOFF(0) DIMENS(2,2)
/BIOT=DEFAULT
/PRINT=DATA.

```

Escalamiento multidimensional

Raw (unscaled) Data for Subject 1

Iteration	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50.448	69.196	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776
2	19.824	14.526	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882
3	50.448	69.196	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776
4	19.824	14.526	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882
5	50.448	69.196	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776
6	19.824	14.526	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882
7	50.448	69.196	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776
8	19.824	14.526	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882
9	50.448	69.196	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776	69.776
10	19.824	14.526	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882	19.882
11	13.748	13.748	13.748	13.748	13.748	13.748	13.748	13.748	13.748	13.748
12	20.347	20.347	20.347	20.347	20.347	20.347	20.347	20.347	20.347	20.347
13	21.550	21.550	21.550	21.550	21.550	21.550	21.550	21.550	21.550	21.550
14	76.006	76.006	76.006	76.006	76.006	76.006	76.006	76.006	76.006	76.006
15	9.445	9.445	9.445	9.445	9.445	9.445	9.445	9.445	9.445	9.445
16	10.967	10.967	10.967	10.967	10.967	10.967	10.967	10.967	10.967	10.967
17	11.258	11.258	11.258	11.258	11.258	11.258	11.258	11.258	11.258	11.258
18	18.527	18.527	18.527	18.527	18.527	18.527	18.527	18.527	18.527	18.527
19	21.744	21.744	21.744	21.744	21.744	21.744	21.744	21.744	21.744	21.744
20	38.756	38.756	38.756	38.756	38.756	38.756	38.756	38.756	38.756	38.756
21	2.879	2.879	2.879	2.879	2.879	2.879	2.879	2.879	2.879	2.879
22	6.258	6.258	6.258	6.258	6.258	6.258	6.258	6.258	6.258	6.258
23	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692	5.692
24	8.867	8.867	8.867	8.867	8.867	8.867	8.867	8.867	8.867	8.867
25	27.927	27.927	27.927	27.927	27.927	27.927	27.927	27.927	27.927	27.927
26	32.484	32.484	32.484	32.484	32.484	32.484	32.484	32.484	32.484	32.484
27	165.930	165.930	165.930	165.930	165.930	165.930	165.930	165.930	165.930	165.930
28	109.375	109.375	109.375	109.375	109.375	109.375	109.375	109.375	109.375	109.375
29	98.557	98.557	98.557	98.557	98.557	98.557	98.557	98.557	98.557	98.557
30	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803
31	1.981	1.981	1.981	1.981	1.981	1.981	1.981	1.981	1.981	1.981
32	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003
33	184.071	184.071	184.071	184.071	184.071	184.071	184.071	184.071	184.071	184.071
34	37.283	37.283	37.283	37.283	37.283	37.283	37.283	37.283	37.283	37.283
35	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003
36	68.710	68.710	68.710	68.710	68.710	68.710	68.710	68.710	68.710	68.710
37	104.547	104.547	104.547	104.547	104.547	104.547	104.547	104.547	104.547	104.547
38	134.436	134.436	134.436	134.436	134.436	134.436	134.436	134.436	134.436	134.436
39	192.810	192.810	192.810	192.810	192.810	192.810	192.810	192.810	192.810	192.810
40	65.691	65.691	65.691	65.691	65.691	65.691	65.691	65.691	65.691	65.691
41	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803	41.803
42	9.842	9.842	9.842	9.842	9.842	9.842	9.842	9.842	9.842	9.842
43	102.048	102.048	102.048	102.048	102.048	102.048	102.048	102.048	102.048	102.048
44	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003	158.003
45	6.082	6.082	6.082	6.082	6.082	6.082	6.082	6.082	6.082	6.082
46	187.980	187.980	187.980	187.980	187.980	187.980	187.980	187.980	187.980	187.980
47	181.211	181.211	181.211	181.211	181.211	181.211	181.211	181.211	181.211	181.211
48	163.988	163.988	163.988	163.988	163.988	163.988	163.988	163.988	163.988	163.988
49	38.419	38.419	38.419	38.419	38.419	38.419	38.419	38.419	38.419	38.419
50	40.533	40.533	40.533	40.533	40.533	40.533	40.533	40.533	40.533	40.533
51	48.850	48.850	48.850	48.850	48.850	48.850	48.850	48.850	48.850	48.850
52	63.885	63.885	63.885	63.885	63.885	63.885	63.885	63.885	63.885	63.885
53	100.664	100.664	100.664	100.664	100.664	100.664	100.664	100.664	100.664	100.664
54	80.355	80.355	80.355	80.355	80.355	80.355	80.355	80.355	80.355	80.355
55	95.321	95.321	95.321	95.321	95.321	95.321	95.321	95.321	95.321	95.321
56	32.265	32.265	32.265	32.265	32.265	32.265	32.265	32.265	32.265	32.265
57	39.977	39.977	39.977	39.977	39.977	39.977	39.977	39.977	39.977	39.977
58	65.474	65.474	65.474	65.474	65.474	65.474	65.474	65.474	65.474	65.474
59	21.835	21.835	21.835	21.835	21.835	21.835	21.835	21.835	21.835	21.835
60	20.736	20.736	20.736	20.736	20.736	20.736	20.736	20.736	20.736	20.736
61	80.407	80.407	80.407	80.407	80.407	80.407	80.407	80.407	80.407	80.407
62	92.592	92.592	92.592	92.592	92.592	92.592	92.592	92.592	92.592	92.592
63	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820
64	77.083	77.083	77.083	77.083	77.083	77.083	77.083	77.083	77.083	77.083
65	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765
66	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820
67	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944
68	4.203	4.203	4.203	4.203	4.203	4.203	4.203	4.203	4.203	4.203
69	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944	30.944
70	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820	37.820
71	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765	25.765
72	40.546	40.546	40.546	40.546	40.546	40.546	40.546	40.546	40.546	40.546
73	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853
74	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898
75	24.421	24.421	24.421	24.421	24.421	24.421	24.421	24.421	24.421	24.421
76	17.390	17.390	17.390	17.390	17.390	17.390	17.390	17.390	17.390	17.390
77	2.538	2.538	2.538	2.538	2.538	2.538	2.538	2.538	2.538	2.538
78	68.419	68.419	68.419	68.419	68.419	68.419	68.419	68.419	68.419	68.419
79	66.195	66.195	66.195	66.195	66.195	66.195	66.195	66.195	66.195	66.195
80	85.748	85.748	85.748	85.748	85.748	85.748	85.748	85.748	85.748	85.748
81	92.769	92.769	92.769	92.769	92.769	92.769	92.769	92.769	92.769	92.769
82	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853	56.853
83	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898	12.898
84	10.971	10.971	10.971	10.971	10.971	10.971	10.971	10.971	10.971	10.971
85	29.860	29.860	29.860	29.860	29.860	29.860	29.860	29.860	29.860	29.860
86	7.357	7.357	7.357	7.357	7.357	7.357	7.357	7.357	7.357	7.357
87	36.532	36.532	36.532	36.532	36.532	36.532	36.532	36.532	36.532	36.532
88	19.860	19.860	19.860	19.860	19.860	19.860	19.860	19.860	19.860	19.860
89	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
90	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

Iteration history for the 2 dimensional solution (in squared distances)

Young's S-stress formula 1 is used.

Iteration S-stress Improvement

1	.01434	.00223	.00039
2	.01211	.00110	.00039
3	.01101	.00110	.00039
4	.01061	.00110	.00039

Iterations stopped because S-stress improvement is less than .001000

Stress and squared correlation (RSQ) in distances
 RSQ values are the proportion of variance of the scaled data (disparities)
 in the partition (row, matrix, or entire data) which
 is accounted for by their corresponding distances.
 Stress values are Kruskal's stress formula 1.

For matrix
 Stress = .04058
 RSQ = .99665

Configuration derived in 2 dimensions

Stimulus Coordinates
 Dimension

Stimulus Number
 Stimulus 1 2

Stimulus Number	Stimulus 1	Stimulus 2
1	R.E	.5304
2	A.E	-.8900
3	D.E	1.0438
4	A.A	.9238
5	C.A	1.0088
6	AB.A	1.1500
7	D.A	-4.5870
8	D.O.P	-.6141
9	D.O.A	-.11297
10	D.O.A	.1103
11	R.O	.8843
12	A.O	.1103
13	D.O	1.0920
14	H.A	-.1177
15	T.A	.3337
16	T.S	.2890
17	PH.S	.7947
18	M.O.S	-.9964
19	C.A.S	.0799



V Congreso Mexicano de Ecología

Fronteras de la Ecología en un Mundo Globalizado



La Sociedad Científica Mexicana de Ecología,
la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
y la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica AC

oforgan la presente **CONSTANCIA 2**

Alberto Campos López, Gema Galindo Flores, Citlalli Castillo Guevara,
Carlos Alberto Lara Rodríguez & Irene Sánchez Gallén

Por su contribución con la ponencia oral

Diversidad de hongos ectomicorrizógenos y ectomicorrizas asociados a *Quercus spp.*
en un bosque templado de Tlaxcala


Arq. Manuel Ferrn Villar Rubio
Rector de la UASLP


Dr. Miguel Martínez Ramos
Presidente de la SCME


Dr. José Luis Lara Miralles
Director de la FAV.UASLP


Dr. David Ríos Jara
Director del IPICYT

San Luis Potosí, SLP., del 19 al 24 de abril de 2015



Consortio de
Universidades
Mexicanas

Otorgan la presente

Constancia

A
Campos-López A., Galindo-Flores G., Castillo-Guevara C,
Lara C. Sánchez-Gallén I.

Por su participación con el cartel *Diversidad de esporomas de hongos ectomicorrizógenos asociados con Quercus spp. en un bosque templado de Itzacuixtla, Taxcala*

En la 2ª Sesión Cátedra Nacional de Biología CUMex "Juan Luis Cifuentes", llevada a cabo en la Universidad Autónoma de Taxcala del 3 al 6 de noviembre de 2015 en Taxcala, Tax.

C.D. José Luis Aytón de la Concha

Coordinador de las Cátedras CUMex