

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

DIVERSIDAD DE HONGOS GASTEROIDES EN EL MATORRAL ESPINOSO,
MUNICIPIO DE LA COLORADA, SONORA, MÉXICO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CON ESPECIALIDAD EN: RECURSOS NATURALES TERRESTRES

PRESENTA:

OSCAR EDUARDO HERNÁNDEZ NAVARRO

Hermosillo, Sonora

Junio de 2010

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE APÉNDICES	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	6
IV. HIPÓTESIS.....	7
V. OBJETIVOS.....	8
V.1 Objetivo General	8
V.2 Objetivos Específicos.....	8
VI. METODOLOGÍA	9
VI.1 Descripción del Área de Estudio.....	9
VI.1.1. Características generales	9
VI.1.2. Aspectos climáticos y geológicos	9
VI.1.3. Aspectos bióticos	10
VI.2. Trabajo de campo.....	11
VI.2.1. Selección de la localidad de muestreo	11
VI.2.2. Recolección de hongos gasteroides.....	12
VI.2.3. Muestreo de Vegetación.....	13
VI.2.4. Muestras de suelo.....	15
VI.3. Trabajo de Laboratorio.....	16

VI.3.1 Determinación de hongos gasteroides.....	16
VI.4 Índices de diversidad y similitud (cualitativos y cuantitativos) para vegetación y hongos gasteroides.....	16
VII.5. Análisis estadístico	19
VII. RESULTADOS.....	20
VII.1. Micobiota.....	20
VII.2. Diversidad fúngica con base en los cuadrantes	21
VIII.3 Diversidad fúngica con base a las estaciones del año	24
VIII.2 Análisis de vegetación.....	31
VII.2.1 Diversidad florística.....	31
VII.3. Análisis de Suelo	35
VII.4 Análisis estadístico	40
VII.4.1 Análisis cofenético.....	40
VII.4.2 Análisis de Varianza de una Sola Vía (ANOVA).....	43
VII.4.3 Análisis Multivariado	47
VIII. DISCUSIÓN	49
IX. CONCLUSIÓN	59
RECOMENDACIONES	60
LITERATURA CITADA.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado y arreglo taxonómico de las especies recolectadas de hongos gasteroides	27
Tabla 2. Distribución de especies de hongos gasteroides por estación del año	29
Tabla 3. Listado y arreglo taxonómico de las especies de plantas.	33
Tabla 4. Análisis de vegetación de la localidad.	34
Tabla 5. Análisis de Fertilidad del Suelo.	37
Tabla 6. Análisis de la Salinidad del Suelo.	38
Tabla 7. Resultados del ANOVA de una sola vía del suelo	44
Tabla 8. Componentes principales de las variables del suelo evaluadas	47
Tabla 9. Vectores propios (Eigenvalues) por factor.	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del municipio de La Colorada y la localidad de muestreo.	11
Figura 2. Imagen satelital del área de muestreo	12
Figura 3. Diagrama del muestreo por intercepción de Línea de Canfield.	13
Figura 4. Recolección de basidiomas por cuadrante.	22
Figura 5. Riqueza de especies de hongos gasteroides por cuadrante.	23
Figura 6. Índices de Shannon, Pielou y Simpson de hongos gasteroides por cuadrante.	23
Figura 7. Riqueza de especies y recolección de basidiomas durante las cuatro estaciones	25
Figura 8. Índices de Shannon, Pielou y Simpson de la micobiota, según la estación del año.	25
Figura 9. Curva de acumulación de especies por orden de muestreo.	26
Figura 10. Riqueza de especies vegetales por cuadrante.	31
Figura 11. Índices de Shannon, Pielou y Simpson de la vegetación de cada cuadrante.	32
Figura 12. Dendrograma con base a la composición de hongos por cuadrante.	41
Figura 13. Dendrograma con base a la composición de plantas por cuadrante.	41
Figura 14. Dendrograma con base a la composición del suelo por cuadrante.	42
Figura 15. Dendrograma con base a la composición de hongos por estación del año.	42

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Hongos gasteroides registrados para Sonora.	66
Apéndice 2. Índices de Similitud de Jaccard de la micobiota por cuadrante	70
Apéndice 3. Índices de similitud de la vegetación por cuadrante.	71

RESUMEN

Los hongos gasteroides, son los principales descomponedores y recicladores de materia orgánica en las zonas áridas. Se conocen 122spp. Para el estado de Sonora, de los cuáles muchas son especies poco frecuentes a nivel mundial. Se elaboró un estudio taxonómico y ecológico con el objetivo de contribuir al conocimiento de la diversidad y caracterización del hábitat de hongos gasteroides en el matorral espinoso del Municipio La Colorada, Sonora, México. Se realizó un muestreo en cada estación del año en veinte cuadrantes en los que se caracterizaron los factores bióticos y abióticos con base en cartas topográficas y temáticas de INEGI, análisis físico y químico de suelo, y de vegetación. Las especies fúngicas se determinaron con claves especializadas y la caracterización micro- y macro-morfológica de los especímenes recolectados. Los datos de la flora y la micobiota se procesaron estadísticamente, estimándose la riqueza, índices de diversidad (Shannon), equidad (Pielou), dominancia (Simpson) y de similitud de Jaccard. Se determinaron 48 especies, en dos órdenes, tres familias y 15 géneros. A saber, Orden: Agaricales: Agaricaceae (31), Phelloriniaceae (1), Geastrales: Geastraceae (14). *Geastrum elegans*, *G. morganii*, *G. smithii*, *Tulostomalongii*, *T. membranaceum*, se registra por primera vez para la micobiota Mexicana. Los géneros mejor representados fueron: *Tulostoma* (16 spp.), *Geastrum* (13 spp.) y *Disciseda* (6 spp.). Se aumenta el catálogo de gasteroides a 127spp. La diversidad total de especies de la localidad fue de 3.46. La distribución de los hongos gasteroides parece estar influenciada tanto por el tipo de vegetación y por la combinación parámetros físicos y químicos del suelo.

I. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad se define como la variedad de seres vivos existentes en el planeta, su variabilidad genética, los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y los paisajes o regiones en donde se ubican dichos ecosistemas, también incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (CONABIO, 2011).

México es uno de los 18 países mega diversos en el mundo con alrededor de 200,000 especies, alberga de 10–12% de la biodiversidad mundial (SEMARNAT, 2001), califica en primer lugar en biodiversidad de reptiles con 812 especies, segundo en mamíferos con 535 especies, cuarto en anfibios y flora con 361 y 25,000 especies respectivamente (Sarukhán *et al.*, 2009). Además, alcanza el segundo lugar en ecosistemas y ocupa el cuarto lugar mundial de especies (CONABIO, 2008). Una parte importante de esta biodiversidad, son los hongos.

A escala mundial se estima que los hongos ocupan el segundo lugar después de los insectos en cuanto a número de especies, con un total aproximado de 1'500,000; sin embargo sólo se ha estudiado cerca del 4.5% de las especies estimadas (unas 70,000 spp.) y en México se conocen más de 6,500 especies (Rodríguez *et al.*, 2002). Los hongos son organismos importantes por sus funciones vitales en el ecosistema como degradadores de materia orgánica en descomposición, reciclaje o transporte de nutrientes y por la influencia que tienen en las actividades humanas (Mueller *et al.*, 2004). Estos organismos son eucariontes, aclorófilos, heterotróficos y con nutrición osmotrófica, es decir que el hongo secreta enzimas para descomponer materia orgánica, la cual una vez convertida en sustancias más simples, pasa por difusión a través de una membrana semipermeable (Herrera y Ulloa, 2004).

Recientemente Schmit y Mueller (2007), realizaron una estimación conservadora sobre el número de especies a nivel mundial, considerándose la distribución geográfica y la diversidad morfológica y ecológica de estos organismos, con el fin de estimar una relación mínima en el número de especies de hongos por especie de planta en diferentes regiones del mundo. Esta relación se acopló con los datos de endemismos y especificidad de hospederos, en total estimaron un mínimo de 712,285 especies de hongos en el mundo, de los que más de 82% serían micromicetos asociados con plantas terrestres. Únicamente se han descrito cercadel 13% del total de especies estimadas y sólo el 7% de los micromicetos asociados con plantas.

Clasificar a estos organismos no ha sido fácil, durante años pertenecieron al reino de las plantas e incluso se les ha relacionado con los animales, ya que comparten características con ambos grupos. Por ejemplo, con las plantas comparten la estructura de la pared celular, el hecho de que son sésiles, algunos hongos poseen carotenoides, sin embargo su función es la de pigmento accesorio, no relacionado con fotosíntesis. Comparten con los animales el hecho de ser heterótrofos, almacenar glucógeno como reserva y que muchos poseen quitina en la pared celular, un compuesto abundante en algunos animales como artrópodos.

Keeling *et al.* (2009), dividieron a los Eucariotas en cuatro grupos, uno de ellos corresponde a Archaeplastida donde se encuentran las plantas y algas; otro es los Unicontos o Unikonta, que se separa en un grupo de Amebozoa y otro llamado Opisthokonta u Opisthokonta, los cuales son organismos que forman un clado monofilético y comprende tanto a algunas formas unicelulares junto a animales verdaderos (Animalia) y a hongos verdaderos (Fungi). Esto deja en claro que los hongos son más cercanos a los animales que a las plantas (Keeling *et al.*, 2009). El grupo de los Opisthokonta fue propuesto en 1987 por Cavalier-Smith.

En 1969, Whittaker los agrupó en el Reino Fungi y comprendía una subclase llamada Gasteromycetidae o Gasteromycetes, un grupo heterogéneo de organismos (Herrera y Ulloa, 2004), caracterizados por ser angiocárpicos debido a que sus esporas se desarrollan en un tejido interno llamado gleba, protegido por el peridio (Pegler *et al.*, 1995).

La diversidad fúngica de Sonora, México, incluyendo algunos Protozoa afines, es de 658 especies, de los cuales 461 pertenecen a Basidiomycetes y de éstos, 121 especies corresponden a gasteromicetos (Esqueda *et al.*, 2010).

II. ANTECEDENTES

Los hongos gasteroides se clasificaban tradicionalmente en la Subclase Gasteromycetidae (Gasteromycetes), la primera referencia de este nombre aparece en la obra de 1801 de Persoon, que incluía además de esta clase, a los Myxomycetes y Phycomycetes. En el segundo volumen de la obra de Fries (1823) “Systema mycologicum”, se englobaron una serie de hongos cuyo único carácter común era el cuerpo fructífero globoso, por lo menos durante la fase joven. De esta forma denominó a este grupo Gasteromycetes del griego “*gaster*”, estómago. La mayoría de los autores usan ese nombre. No obstante, podemos citar algunos autores como Fischer (1933) y Jülichque (1989) quienes optan por llamar a esta clase “Gastromycetes”, aunque ambos términos significan lo mismo. El concepto de Fries era tan superficial que incluía representantes de otros grupos como Zygomycota (*Endogone*, *Pilobolus*), Ascomycota (*Tuber*) y Basidiomycota (la mayoría de los hongos Gasteromycetes actuales). Sin embargo, los micólogos han sugerido durante mucho tiempo, que esta clase no representa un conjunto monofilético de hongos (Heim, 1971).

Los hongos gasteroides exhiben una gran diversidad de formas y estructuras del basidioma que en cualquier otro grupo de hongos de dimensiones comparables (Calonge, 1998). Muchos de ellos tienen un desarrollo hipógeo (Pegler *et al.*, 1995). Dring (1973) manifiesta que existe cierta dificultad para encontrar una definición general que abarque a todos ellos.

Las fructificaciones de los hongos gasteroides son también conocidas como basidiomas, carpóforos, esporocarpos, cuerpos fructíferos ogasterocarpos. Estos presentan una gran variabilidad de tamaño desde 0.5 (*Nia*) hasta 900mm (*Langermania*). Son polimórficos: Globosos (*Bovista*, *Disciseda*, *Calvatia*), en forma de estrella (*Gaeastrum*, *Astraeus*, *Myriostoma*), con saco esporífero globoso y pié largo (*Tulostoma*, *Battarrea*, *Battarreoides*), infundibuliformes (*Cyathus*, *Crucibulum*), faloideos (*Phallus*, *Mutinus*, *Lysurus*), clatrados (*Clathrus*, *Colus*, *Ileodictyon*), principalmente (Calonge, 1998).

Sin embargo, los caracteres por los que se agrupaban en esta subclase eran: Angiocárpicos, del griego “*angeion*”, cerrado y “*karpos*”, fruto. Es decir los cuerpos fructíferos de mantienen cerrados incluso en la madurez; forman estatigmosporas, es decir no descargan violentamente estas estructuras de reproducción; y la presencia de la gleba, donde

se encuentran las esporas protegidas por el peridio. A pesar de lo anterior, existen diversas características de transición entre Agaricales, Afloforales y Gasteromicetos (Herrera y Ulloa, 2004).

Los micólogos sistemáticos produjeron taxonomías alternativas, colocando a miembros de los Gasteromicetos en el grupo de los Agaricales, Boletales y Russulales (Singer, 1962; Heim, 1971; Thiers, 1984); así, el término correcto de los Gasteromycetes es 'Hongos Gasteroides' (Pegler *et al.*, 1995).

Los hongos se conocen como los organismos saprobios del mundo. Sin embargo, muchas especies no se desarrollan en zonas áridas y semiáridas, donde los hongos gasteroides son los principales descomponedores de materia orgánica (Miller, 1983). Este grupo de hongos viven generalmente de forma saprofita en el suelo; a veces lo hacen en madera muerta o estiércol y ocasionalmente pueden formar micorrizas (Calonge, 1998).

Los estudios sobre la micobiota sonorense son limitados, la primera publicación de hongos gasteroides en Sonora corresponde a *Podaxis pistillaris* por Ellis en 1893, denominado antes *Podaxon mexicanus* y colectado en 1890. Desde 1948 hasta 1996, se registraron 65 especies de las familias: Astraeaceae (1), Phallaceae (2), Nidulariaceae (3), Podaxaceae (5), Geasteraceae (7), Sclerodermateaceae (7), Tulostomataceae (12) y Lycoperdaceae (28). Los avances más importantes han sucedido en los últimos años, ya que de 1997 a la fecha, los registros prácticamente se duplicaron. Aunque el conocimiento sobre la mayoría de los grupos es escaso, diversos géneros de hongos gasteroides característicos de zonas áridas se han estudiado con mayor énfasis (Esqueda *et al.*, 1996; 1998a,b; 1999; 2003; 2004; 2006; 2009).

La micobiota Sonorense posee varios taxones muy particulares. En la familia Lycoperdace se encuentran géneros como *Calvatia*, *Disciseda* y *Lycoperdon*, de los que destacan taxones como *Calvatia pygmaea*, una especie frecuentemente colectada en las planicies del Desierto Sonorense, en suelos básicos bajo *Bursera*, *Cercidium* y *Olneya*, sin embargo se tiene muy poca información de esta especie a nivel mundial (Moreno *et al.*, 2007a).

En la micobiota mexicana, *Lycoperdon excipuliforme*, *L. utriforme*, *Disciseda cervina* sólo se han citado para Sonora (Esqueda *et al.*, 1990, 1995a y 1996; Aparicio-Navarro *et al.*, 1994; Pérez-Silva *et al.*, 1994). En el continente americano, *Disciseda verrucosa* se ha citado

únicamente para Sonora, encontrándose en ambientes áridos, semiáridos y templados, predominando en los dos primeros (Pérez-Silva *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2007a).

En la familia Tulostomataceae se cuenta con 32 taxones en los géneros *Battarrea*, *Battarreoides*, *Chlamydopus*, *Phellorinia*, *Schizostoma* y *Tulostoma*. De este último, en Sonora se conocen 27 especies, siendo el estado donde se tiene el mayor número de registros para el género; de las cuales: *T. cyclophorum*, *T. floridanum*, *T. mohavei*, *T. involucreatum*, *T. portoricense*, *T. squamosum*, *T. striatum* y *T. xerophilum*, únicamente se conocen para Sonora en la micobiota mexicana. Solo existen dos registros de *T. portoricense* a escala mundial en la localidad tipo en Puerto Rico y Sonora, México; la cual se considera una buena especie con base a su combinación de caracteres morfológicos, particularmente por su ornamentación esporal (Esqueda *et al.*, 1998a). Recientemente se registró *T. gracilipes* por primera vez para el continente americano, recolectado en la Sierra de Mazatán, un área natural protegida. Dicho taxón sólo se conocía para el Continente Africano (Piña *et al.*, 2010).

Esqueda *et al.* (2000) realizaron 15 muestreos de septiembre de 1995 a agosto de 1998, abarcando las cuatro estaciones del año en siete tipos de vegetación, estudiando 14 localidades. Seis de ellas corresponden a zonas áridas y semi-áridas, de éstas seis, dos están ubicadas en los kilómetros 31 y 40 de la Carretera Hermosillo-Yécora correspondiendo a Matorral Subinerme, donde se identificaron 16 y 12 especies respectivamente, otra fue el Kilómetro 100, dominado por Matorral Espinoso, se identificaron 31 especies. En los kilómetros 137.5 y 151, correspondientes a Selva Baja Caducifolia se identificaron 13 y 12 spp respectivamente y por último el Kilómetro 162.5, con Matorral Espinoso, donde identificaron 14 spp. De las 31 especies encontradas en el Kilómetro 100, ubicadas en las familias Geasteraceae (8), Lycoperdaceae (5), Podaxaceae (4) y Tulostomataceae (14), de estas especies, destacan taxones como *Geastrum pouzarii*, *G. pseudolimbium*, *Disciseda verrucosa*, *Tulostoma amnicola*, *T. involucreatum*, *T. operculatum* y *T. punctulosum*, que fueron nuevos registros para México gracias al estudio mencionado.

III. JUSTIFICACIÓN

La importancia de los inventarios de la biodiversidad ha aumentado a la par con las necesidades de la población humana y su expansión. Estas evaluaciones brindan información indispensable en la identificación de la diversidad biológica con el fin de tomar decisiones pertinentes sobre la conservación, el uso y el manejo de los recursos naturales.

Realizar investigaciones consecutivas sobre la biodiversidad existente en un área previamente estudiada, tal como el kilómetro 100 de la carretera Hermosillo-Yécora; donde se observó una gran riqueza de especies de hongos gasteroides en comparación con otras localidades con vegetación similar, así como se registraron varias especies nuevas para la Micobiota Mexicana; ayuda a determinar el grado de alteración actual de la zona.

IV. HIPÓTESIS

La combinación del tipo de especies vegetales presentes y las diferentes variables edáficas, son determinantes para el establecimiento y diversidad de hongos gasteroides en un matorral espinoso. Por lo que las especies de hongos, dependerán de las condiciones microambientales.

V. OBJETIVOS

V.1 Objetivo General

Relacionar la diversidad de especies de hongos gasteroides y su ecología, mediante muestreos durante las cuatro estaciones del año, para contribuir al conocimiento sobre la biodiversidad y la ecología en un matorral espinoso.

V.2 Objetivos Específicos

Determinar las especies de hongos gasteroides presentes en un matorral espinoso.

Caracterizar la vegetación y el suelo presentes en el área de estudio.

Relacionar los factores ambientales y la diversidad de hongos gasteroides.

VI. METODOLOGÍA

VI.1 Descripción del Área de Estudio

VI.1.1. Características generales

La localidad se encuentra en el municipio La Colorada, Sonora, México, que está ubicado en el centro del estado de Sonora, su cabecera es la población de La Colorada y se localiza en el paralelo 28° 48' de latitud Norte y a los 110° 34' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich; a una altura de 400 msnm. Posee una superficie de 4,701.34 km², que representa el 2.54 % del total estatal y el 0.24 % del nacional. Además de la cabecera se tienen otras localidades como Cobachi, Tecoripa, Estación Torresy San José de Pima (INAFED, 2005) (Figura 1).

VI.1.2. Aspectos climáticos y geológicos

El clima dominante en la localidad es BS1(h')hw(x'), según la clasificación de climas de Köppen modificada por García(1988), el cual está dentro del grupo secos (B), tipo semisecos (BS1), subtipo semisecos muy cálidos y cálidos, con temperatura media anual de 22 a 24°C. La precipitación media anual es de 350 a 500mm, siendo la invernal mayor de 10.2 mm (SPP, 1981a). Las heladas e presentan ocasionalmente en los meses de febrero y marzo (INAFED, 2005). Se encuentra en la región hidrológica Sonora Sur dentro de la cuenca río Yaqui y subcuenca río Chico, con un porcentaje de escurrimiento de 0 a 5% (SPP, 1981c,d).

Las formaciones geológicas del sustrato datan de la era Cenozoica, período Cuaternario, conformado por rocas sedimentarias como gravas, depósito de aluvión y suelos residuales. Asimismo posee formaciones geológicas de la era Mesozoica, período Cretácico, constituido por rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias, principalmente andesitas (INEGI, 1982).

La fisiografía del Km 100 está formada por lomeríos bajos, medianos y laderas de pequeñas sierras. La topografía es compleja, con pendientes que varían del 15 al 30%. El

relieve es normal y en algunas áreas se considera escarpado; se encuentra entre 160 a 950m (SPP, 1981b). Los suelos son de formaciones *in-situ* y coluvial, representado por las asociaciones de regosoleútrico, feozem háplico y xerosol lúvico. La profundidad generalmente es somera y no supera los 30cm. La coloración es castaño-rojizo, castaño rojizo claro, castaño claro, castaño-grisáceo y gris claro (SPP, 1983). La textura es media, areno-arcillosa, franco arenosa, areno-limosa o arcillo-arenosa; con drenaje interno de medio a rápido. La pedregosidad cubre del 15 al 30% del terreno y la rocosidad es menor del 25%, aunque existen áreas donde la pedregosidad y rocosidad alcanzan hasta un 60%. La erosión hídrica es laminar y en surcos con grado moderado.

VI.1.3. Aspectos bióticos

La vegetación que predomina es matorral espinoso, con especies arbustivas como *Encelia farinosa*, *Mimosa laxiflora*, *Randia thurberi*, *Jatropha cordata*, *Lycium andersonii*, *Hyptis emoryi*, *Coursetia glandulosa* y *Acacia occidentalis*, principalmente. En el estrato arbóreo destacan especies como *Olneya tesota*, *Piscidia mollis*, *Stenocereu sthurberi*, *Cercidium floridium*, *Prosopis velutina* y *Celtis pallida* (Esqueda et al., 2000).

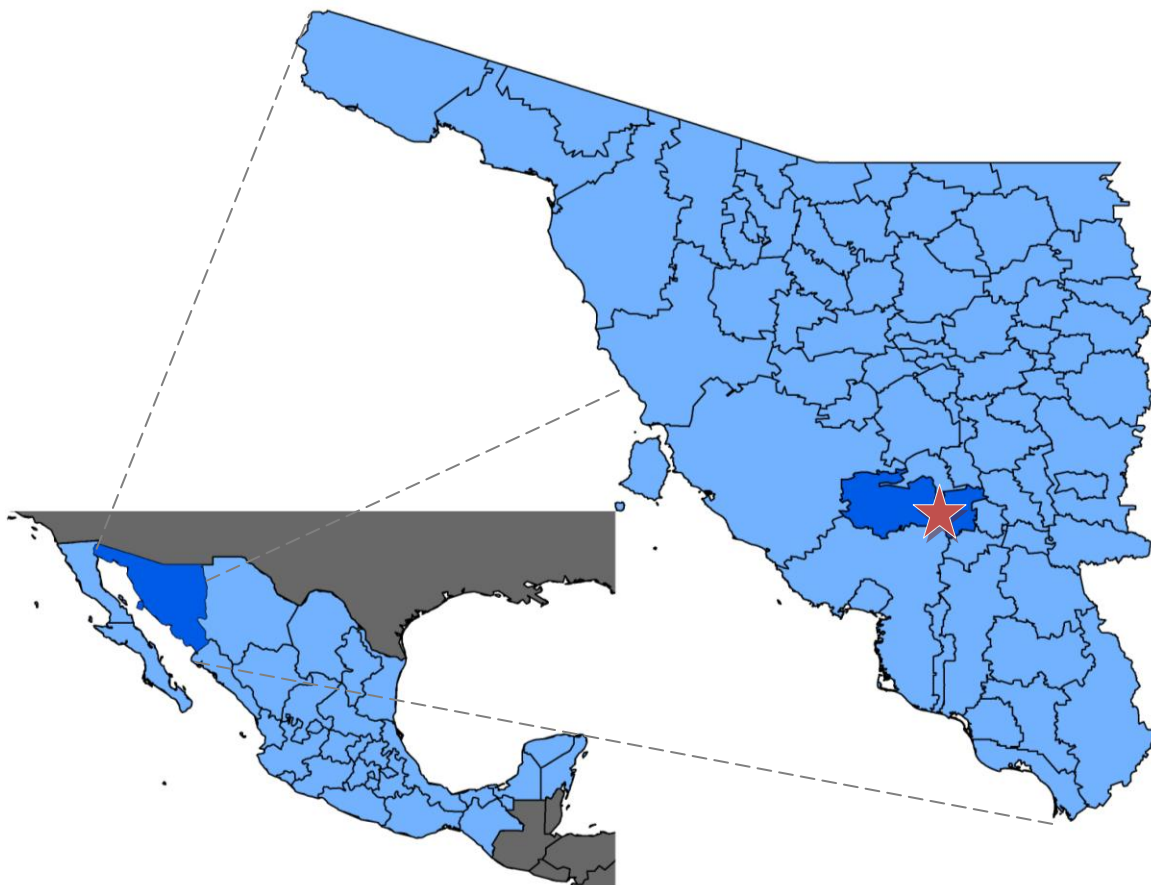


Figura 1. Mapa de localización del municipio de La Colorada y la localidad de muestreo.

VI.2. Trabajo de campo

VI.2.1. Selección de la localidad de muestreo

La localidad se eligió en base a imágenes satelitales, se seleccionó un área de 50 ha, dividida en dos zonas: Norte y Sur, cada una de 25 ha. Dentro de cada zona se trazaron 20 cuadrantes de 125 x 100 m, dando un total de 40. En cada cuadrante se hicieron puntos de 50 x 20 m (Figura 2). Se muestrearon los cuadrantes impares, con un esfuerzo de muestreo de 40 minutos por punto. **En el texto, se abrevian los Cuadrantes con su número (C1, C2, etc.).**

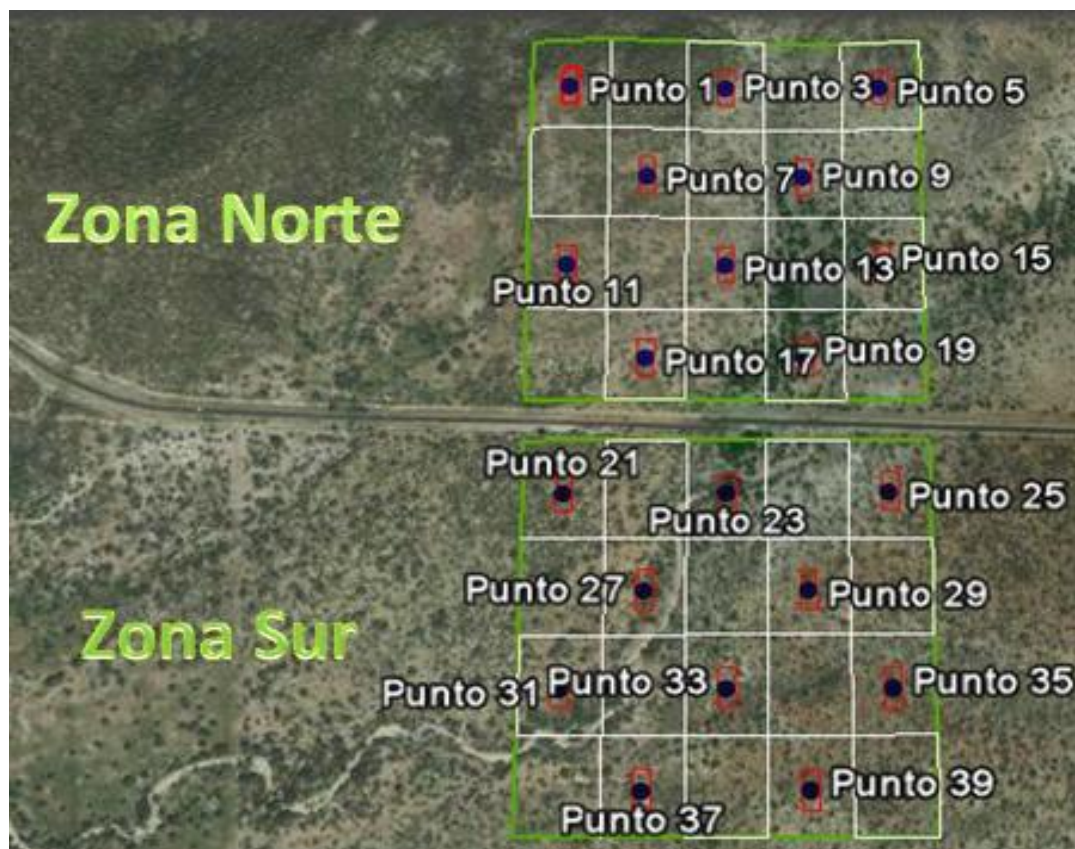


Figura 2. Imagen satelital del área de muestreo, se marcan en verde las zonas, en blanco los cuadrantes y en rojo los puntos.

VI.2.2. Recolecta de hongos gasteroides

Se realizaron cuatro muestreos, uno al final de cada estación, principios de septiembre y diciembre de 2009, así como marzo y junio de 2010. Se tomaron datos del hábitat, hábito, tamaño, tipo de sustrato, color, entre otros, según técnicas convencionales en micología (Cifuentes *et al.*, 1986).

Cada hongo se referenció con un GPS Garmin eTrex Vista HCx, utilizando el Datum WGS84 como procesador de imágenes digitales. Los hongos recolectados se colocaron en una bolsa de papel estraza, etiquetaron y llevaron al laboratorio donde se congelaron a -20 °C por 24 h y secaron a 40 °C por 72 h.

VI.2.3. Muestreo de Vegetación

En cada punto se realizó la técnica de la intercepción por línea de Canfield de 50 m de Norte a Sur, en cada línea se anotó la porción de suelo desnudo y se tomó en cuenta los árboles y arbustos cuyo dosel estaba dentro de la línea, a cada organismo se le midió la altura y la cobertura foliar (Figura 3).

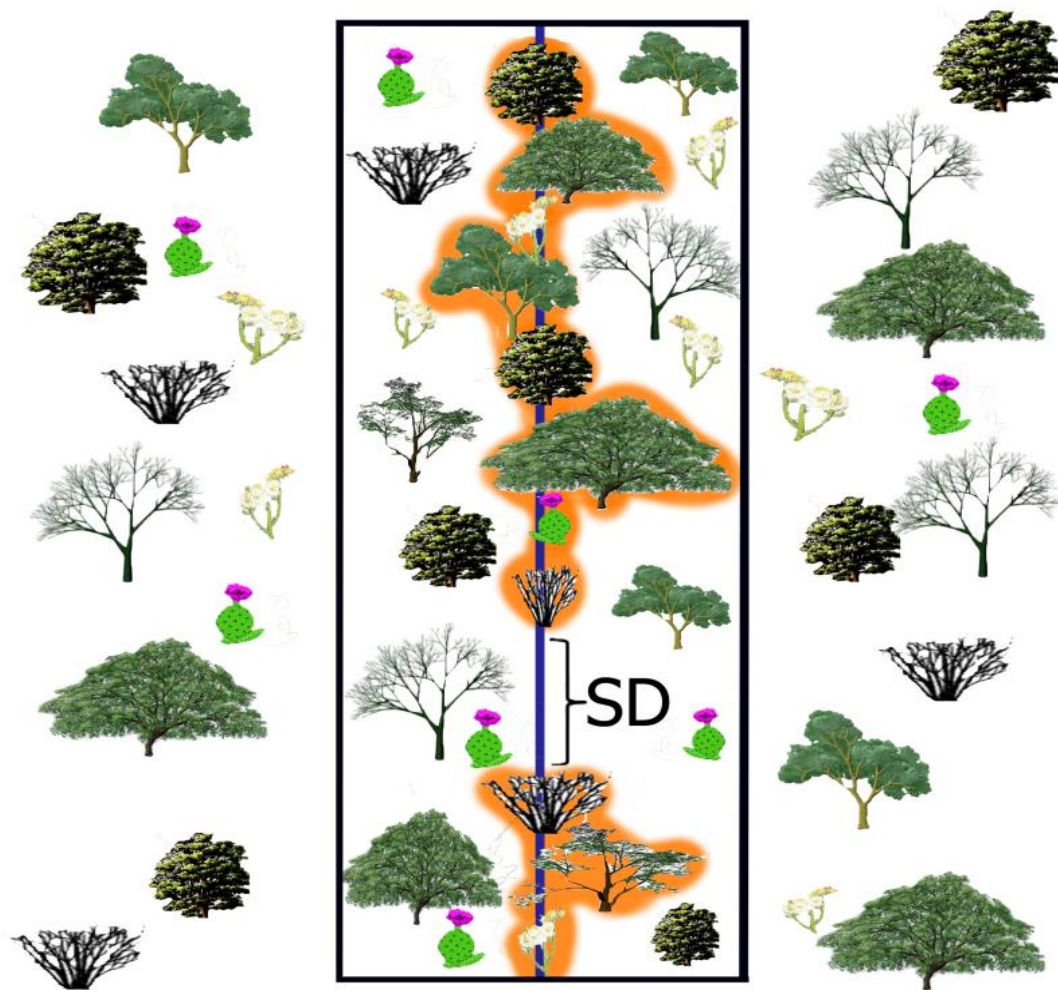


Figura 3. Diagrama del muestreo por intercepción de Línea de Canfield.

En negro, se delimita el punto a muestrear; en azul, se marca la línea de 50 m de Norte a Sur; en sombra naranja se señala la vegetación cuyo dosel intercepte la línea; el corchete con las Siglas “SD” Marcan la porción de Suelo Desnudo.

Para el cálculo de densidad, densidad relativa, cobertura, cobertura relativa y frecuencia ponderada de cada especie, basándonos en la obra de Fránco-López *et al.*, (1985) se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad de la especie } i. \quad i = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{M} \right) \left(\frac{\text{Unidad del área}}{L} \right)$$

$$\text{Densidad relativa de la especie } i. \quad i = \frac{\text{Densidad de la sp } i \times 100}{\text{Densidad de todas las especies}}$$

$$\text{Cobertura de la especie } i. \quad i = 100 \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{L} \right)$$

$$\text{Cobertura relativa de la especie } i. \quad i = \frac{\text{Cobertura de la sp } i \times 100}{\text{Cobertura de todas las spp.}}$$

$$\text{Frecuencia ponderada de la especie } i. \quad i = F * R$$

$$\text{Dónde: } F = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{1}{M}}{N}$$

Frecuencia relativa de la especie i.

$$i = \frac{\text{Frecuencia de la sp } i \times 100}{\text{Frecuencia de todas las spp.}}$$

Valor de importancia de la especie i.

$$i = \text{Densidad relativa} + \text{cobertura relativa} + \text{frecuencia relativa}$$

La cobertura total de la vegetación puede obtenerse a partir de:

$$\text{Cobertura total} = \frac{100 (L - \text{longitud del suelo desnudo})}{L}$$

Dónde:

N = Número total de intercepciones o de “individuos”, $\sum_{i=1}^N I$ =Longitud total interceptada para la especie i , R = Número de intervalos en los cuales se presenta la especie, $\sum_{i=1}^N \frac{1}{M}$ =Total de recíprocos de las anchuras máximas y L = Sumatoria de longitudes de todos los transectos trabajados.

El cálculo de todas las fórmulas mencionadas se realizaron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Office Excel 2010.

VI.2.4. Muestras de suelo

Se realizó un análisis físico y químico del suelo por cuadrante. Se recolectaron muestras compuesta de aproximadamente 1.5 kg a una profundidad de 5-30cm en Octubre de 2010, cada una conformada por tres sub-muestras tomadas en el extremo norte, sur y al centro de la línea de Canfield, se removió la capa superficial de materia orgánica. Para el análisis edafológico se determinó la salinidad y la fertilidad (Castellanos *et al.*, 2000).

VI.3. Trabajo de Laboratorio

VI.3.1 Determinación de hongos gasteroides

Para la caracterización y descripción de los especímenes a nivel microscópico, se realizaron cortes sagitales con navaja y se observaron las estructuras internas con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Se elaboraron preparaciones de la gleba (esporas y capilicio) que fueron montadas utilizando agua, KOH 5%, solución de Melzer, rojo neutro, azul de algodón y líquido de Hoyer, para su observación en el microscopio, determinación de la ornamentación y medición de las esporas.

Ya caracterizados macro y microscópicamente, los gasterocarpos se identificaron a nivel de género utilizándose la clave de Herrera y Guzmán (1969) y Calonge (1998). En algunos géneros fue necesario el uso de claves específicas como Sunhede (1989), Wright (1987) entre otras y se siguió el sistema de clasificación de Kirk *et al.* (2008). Se tomaron fotografías y se realizaron esquemas de estructuras clave en la determinación de los distintos taxones. Los ejemplares forman parte de la colección del Herbario de Hongos Dr. Martín Esqueda Valle del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora.

VI.4 Índices de diversidad y similitud (cualitativos y cuantitativos) para vegetación y hongos gasteroides

Para determinar las relaciones entre los gasterocarpos y la vegetación presente, se calcularon los índices de diversidad (Shannon), similitud (Jaccard), equidad (Pielou) y dominancia (Simpson).

VI.4.1. 1 Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

Dónde:

H' = incertidumbre promedio por especies en una comunidad, S = número de especies, $\log_2$ = logaritmo base dos. P_i = Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i (es decir la abundancia relativa de la especie i) P_i se obtiene mediante:

$$p_i = \frac{n_i}{n}$$

Dónde: n_i es número de individuos de la especie i y N es el número de todos los individuos de todas las especies.

El índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero cuando hay una sola especie y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Así mismo Ludwig *et al.* (1998) mencionan que el índice de Shannon-Wiener (H') se ha utilizado ampliamente en comunidades ecológicas y está basado en la teoría de Shannon y Weaver (1949).

VI.4.2. Índice de equidad de Pielou

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Dónde:

$$H'_{\max} = \ln(S)$$

Mide la proporción de la diversidad observada en una relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1998)

VII.3.3. Índice de Simpson

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

Dónde:

λ : coeficiente de Simpson, P_i = 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.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra, sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Peet, 1974; Magurran, 1988).

VII.3.2. Índice de Similitud de Jaccard

$$ISJ: \frac{c}{a + b - c}$$

Dónde:

ISJ: coeficiente de similitud de Jaccard, **a**: especies únicas de la muestra a, **b**: Especies únicas de la muestra b, **c**: Número de especies comunes en ambos sitios.

Expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). El coeficiente se basa en presencia-ausencia de especies. Expresa la proporción de taxones comunes con relación a todas las especies encontradas en dos sitios comparados (Krebs, 1972).

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. (Moreno, 2010).

VI.5. Análisis estadístico

Para conocer la relación entre los hongos gasteroides y dichos factores, se realizaron una serie de análisis estadísticos, entre ellos, un análisis cofenético, utilizando los índices de Similitud de Jacquard, se obtuvieron dendogramas para conocer la disimilitud entre los cuadrantes sobre la micobiota, la vegetación y el suelo, así como uno para comprar la disimilitud entre las cuatro estaciones del año.

Se realizaron además análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) para conocer la relación de los hongos gasteroides con cada una de las variables analizadas en el suelo, así mismo se realizó estadística multivariada, que consiste en un análisis de componentes principales, para conocer cuántos y en qué consisten los factores que explican la mayoría de la varianza de los datos encontrados. Todos los análisis se realizaron en el programa NCSS 2007.

VII. RESULTADOS

VII.1. Micobiota

Como resultado de los muestreos realizados en el Km 100 de la carretera Hermosillo-Yécora del municipio La Colorada, se identificaron 207 colecciones, que corresponden a 48 especies, comprendidas en dos órdenes: Agaricales con dos Familias, Agaricaceae y Phelloriniaceae; y Geastrales con una familia, Geastraceae (Tabla 1).

La familia Agaricaceae fue la mejor representada con 31 especies agrupadas en 12 géneros: *Agaricus* (1), *Araneosa* (1), *Battarreoides* (1), *Bovista* (1), *Calvatia* (2), *Cyathus* (1), *Disciseda* (6), *Geastrum* (13), *Endoptychum* (1), *Montagnea*(1), *Podaxis* (1), *Schizostoma* (1) y *Tulostoma* (16). En este último género destacan: *T. longii* y *T. membranaceum* como nuevos registros para México; *T. gracilipes*, se cita por segunda vez en Sonora y por tercera ocasión a nivel mundial. Así como *Tulostoma* sp. cuyas características morfológicas no corresponden con ninguna especie conocida, por lo que se siguen estudiando los ejemplares. La familia Phellorinaceae fue representada por una sola especie: *Phellorinia herculanea*. Catorce especies se adscriben a dos géneros incluidos en la Familia Geastraceae, siendo *Geastrum* el género mejor representado con trece especies, de las cuales destacan *G. elegans*, *G. morganii* y *G. smithii*, como nuevos registros para la micobiota Mexicana y un taxón correspondiente a *Myriostoma coliforme*.

Tulostoma fue el género mejor representado con 16 especies, *T. nanum*, *T. pygmaeum*, *T. subsquamosum* y *T. xerophilum* se recolectaron durante las cuatro estaciones. *T. fimbriatum* se identificó para otoño, invierno y primavera. *T. obsesum* en verano y en invierno. *T. longii*, un nuevo registro para México, se recolectó en otoño e invierno. *T. striatum* fructificó en verano y en otoño. *T. mohavei* y *T. squamosum* sólo se encontraron en otoño, así como *T. leiosporum* solo en invierno. *T. albicans*, *T. chudaei*, *T. gracilipes* y *T. membranaceum*, únicamente se encontraron en verano.

Geastrum fue otro género bien representado con 13 especies. Aunque *G. minimum* y *G. xerophilum* fructificaron durante todo el año, el resto de las especies mostraron épocas de fructificación más restringidas, v.g., *G. kotlae* y *G. morganii* que se recolectaron en otoño e

invierno; así como *G. pouzarii* en invierno y primavera; *G. campestre* y *G. lageniforme* en otoño; y *G. berkeleyi* en invierno. Varias especies se recolectaron únicamente en verano como *G. corollinum*, *G. elegans*, *G. floriforme*, *G. schmidellii* y *G. smithii*.

De las seis especies del género *Disciseda* registradas para Sonora, se identificaron cuatro: *D. bovista*, *D. candida*, *D. hyalothrix* y *D. verrucosa*, las cuales fructificaron todo el año. Una especie no identificada de *Disciseda* (sp. 1) se recolectó únicamente un basidioma en primavera, mientras que otra *Disciseda* diferente (sp. 2) fructificó todo el año. Las características micro- y macroscópicas en ambos taxones no concuerdan con lo reportado previamente para Sonora, por lo que las colecciones continúan en estudio.

En el género *Calvatia* se identificaron dos especies, *C. fragilis*, que únicamente se recolectó en verano y *C. pygmaea*, la única especie del género con esporas lisas, la cual fructificó a lo largo del año con excepción del otoño.

Se encontraron otros géneros representados por una sola especie, tal es el caso de *Agaricus texensis*, recolectado durante tres estaciones del año, *Araneosa columellata*, se encontró solo en el verano. *Battarreoides diguetii*, se recolectó en primavera y en otoño. *Cyathus stercoreus* se registró en otoño, creciendo sobre estiércol y madera. *Montagnea arenaria* durante todo el año. *Podaxis pistillaris* y *Endoptychum arizonicum* sólo se recolectaron durante el verano. *Phellorinia herculanea* durante verano y otoño, mientras que *Schizostoma laceratum* durante el otoño y el invierno.

VII.2. Diversidad fúngica con base en los cuadrantes

La mayor cantidad de basidiomas recolectados ocurrió en el cuadrante 20 (C20), con 20 colecciones, seguida de C9 con 19 y C10 y C18 con 18. El cuadrante con el menor número de basidiomas, fue el C7 con dos gastrocarpos (Figura 4). El número de especies se comportó de manera similar, los cuadrantes con mayor número de especies fueron C10, C18 y C20, con 12 especies cada uno; el cuadrante con la menor diversidad fue el C7, con únicamente una especie (Figura 5).

El índice de Shannon-Wiener de la localidad entera, corresponde a 3.46, con respecto a los cuadrantes, C18 presentó la mayor diversidad 2.4, seguido de C4 y C20, ambos con 2.35.

El cuadrante con menor diversidad fue el C7, con 0.0, todos los demás cuadrantes tuvieron valores sobre 1.1 (Figura 6). El índice de Jaccard (Apéndice2) varió en gran medida entre cuadrantes, varios tiene un valor de cero, mientras que los valores más altos fueron 0.44 entre C13 y C19; 0.38 entre C16 contra C9 C17 y C19.

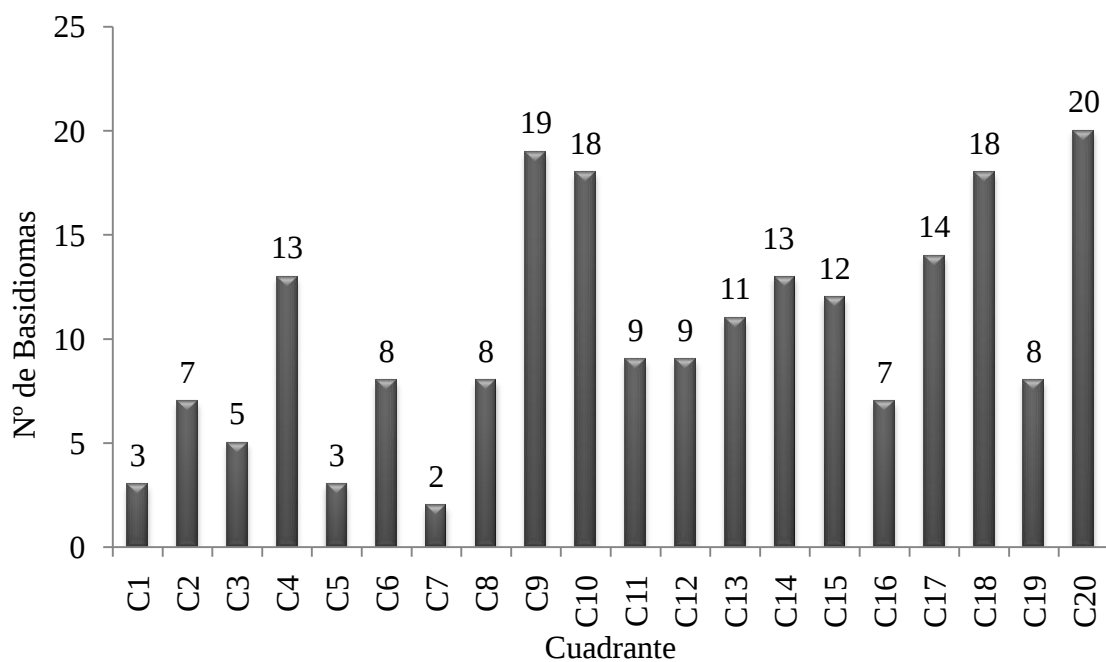


Figura 1. Recolección de basidiomas por cuadrante.

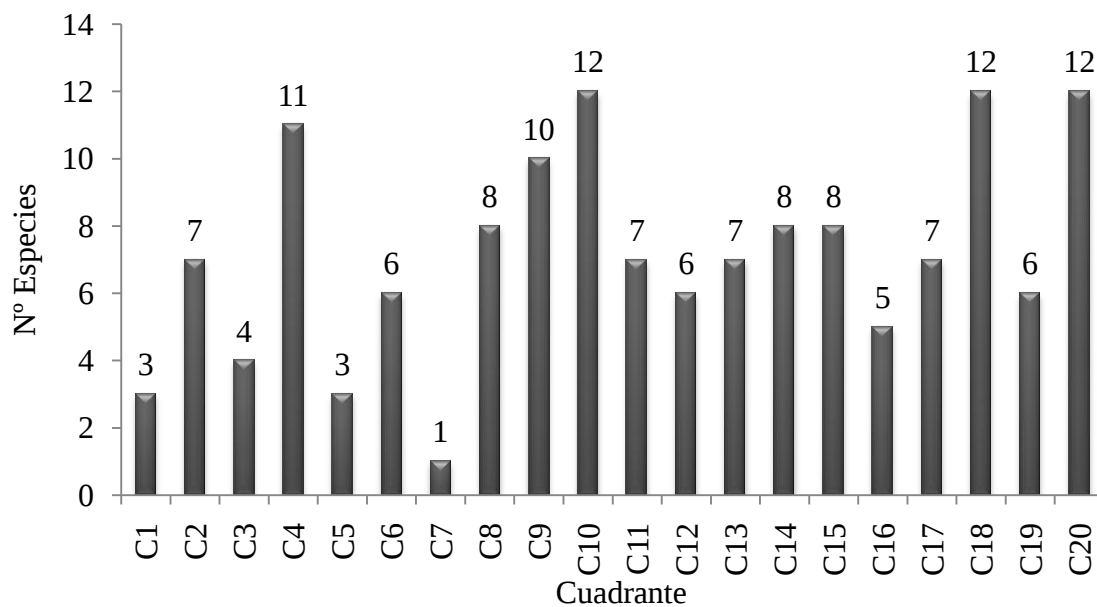


Figura 2. Riqueza de especies de hongos gasteroides por cuadrante.

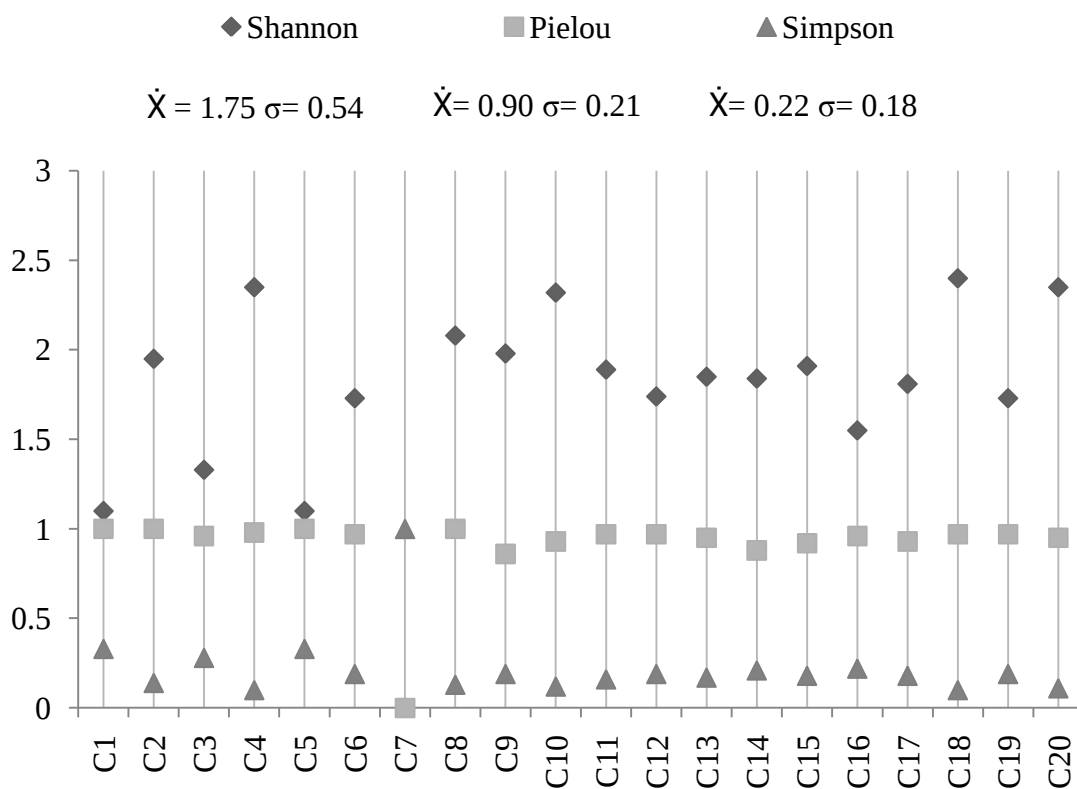


Figura 3. Índices de Shannon, Pielou y Simpson de hongos gasteroides por cuadrante.

VIII.3 Diversidad fúngica con base a las estaciones del año

El número de gastrocarpos recolectados durante las cuatro estaciones del año fue variable. Durante verano y otoño se registraron los valores más altos, seguido de invierno y el menor valor, en primavera (Figura 7). En la figura 8 se muestran los valores de Shannon en logaritmo base 2 expresado en bits/individuo. En otoño se presentó el mayor valor (3.17), seguido por el verano (3.06), otoño (2.96) e invierno (2.84). El índice de Jaccard se calculó para conocer la similitud en la composición de las especies de hongos entre las cuatro estaciones del año. El coeficiente más alto se presentó entre primavera e invierno con 16 especies en común con un valor de 59%. El índice entre otoño e invierno fue de 49% con 16 especies en común. Entre primavera y otoño se registró una similitud del 47%, compartiendo 14 especies. El valor del índice entre verano e invierno fue de 39%, teniendo en común 14 taxones. Entre primavera y verano se registró una similitud de 41% con 15 especies en común. El coeficiente de similitud menor fue de 33 % entre las estaciones de verano y otoño, compartiendo 18 especies.

La curva de acumulación de especies tomando en cuenta las 31 especies registradas en el estudio previo (Esqueda, 1999), 12 especies nuevas registradas en el primero, 11 en el segundo 2 y 1 en el tercer y cuarto, respectivamente, tendió a estabilizarse (Figura9).

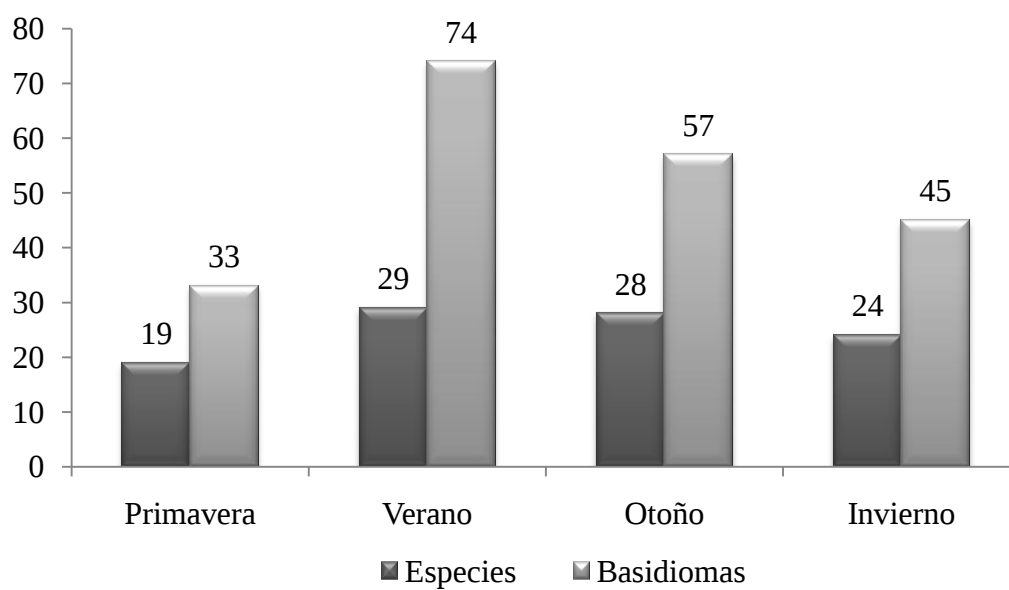


Figura 4. Riqueza de especies y recolección de basidiomas durante las cuatro estaciones del año.

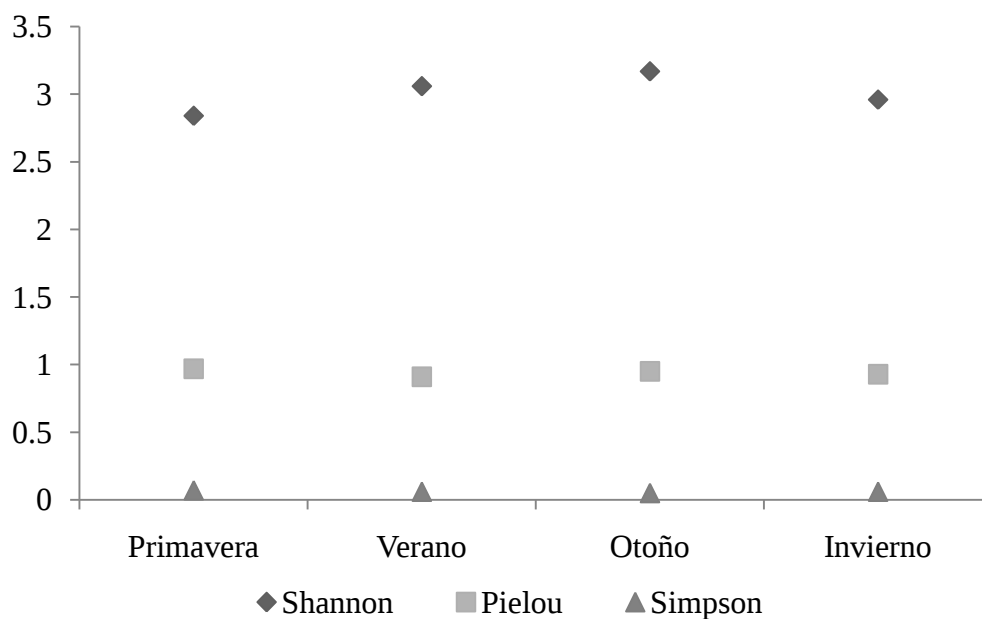


Figura 5. Índices de Shannon, Pielou y Simpson de la micobiota, según la estación del año.

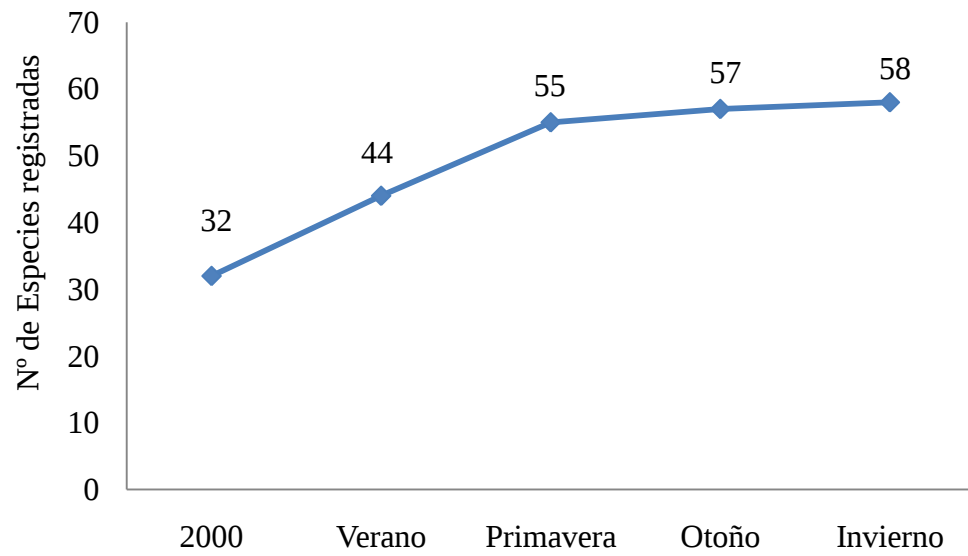


Figura 6. Curva de acumulación de especies por orden de muestreo.

Tabla 1. Listado y arreglo taxonómico de las especies recolectadas de hongos gasteroides

Orden	Familia	Especie
Agaricales	Agaricaceae	<i>Agaricus texensis</i> (Berk. & M.A. Curtis) Geml, Geiser & Royse <i>Araneosa columellata</i> Long <i>Battarreoides diguetii</i> (Pat. & Har.) R. Heim & T. Herrera <i>Bovista aestivalis</i> (Bonord.) <i>Calvatia fragilis</i> (Vittad.) Morgan <i>Calvatia pygmaea</i> (R.E. Fr.) Kreisel, G. Moreno, C. Ochoa & Altés <i>Cyathus stercoreus</i> (Schwein.) De Toni <i>Disciseda bovista</i> (Klotzsch) <i>Disciseda candida</i> (Schwein.) Lloyd <i>Disciseda hyalothrix</i> (Cooke & Masee) Hollós <i>Disciseda verrucosa</i> G. Cunn <i>Disciseda</i> sp1. <i>Disciseda</i> sp2. <i>Endoptychum arizonicum</i> (Shear & Griffiths) Singer & A.H. Sm. <i>Montagnea arenaria</i> (DC.) Zeller <i>Podaxis pistillaris</i> (L.) Fr. <i>Schizostoma laceratum</i> (Ehrenb. ex Fr.) Lév. <i>Tulostoma albicans</i> V.S. White <i>Tulostoma chudaei</i> Pat. <i>Tulostoma fimbriatum</i> Fr. <i>Tulostoma gracilipes</i> J.E. Wright <i>Tulostoma</i> sp. nov. <i>Tulostoma leiosporum</i> Fr. <i>Tulostoma longii</i> Lloyd

		<i>Tulostoma membranaceum</i> Long & S. Ahmad
		<i>Tulostoma mohavei</i> Lloyd
		<i>Tulostoma nanum</i> (Pat.) J.E. Wright
		<i>Tulostoma obesum</i> Cooke & Ellis
		<i>Tulostoma pygmaeum</i> Lloyd
		<i>Tulostoma striatum</i> G. Cunn.
		<i>Tulostoma squamosum</i> Pers.
		<i>Tulostoma subsquamosum</i> Long & S. Ahmad 1947.
		<i>Tulostoma xerophilum</i> Long
	Phelloriniaceae	<i>Phellorinia herculeana</i> (Pers.) Kreise
Geastrales	Geastraceae	
		<i>Geastrum Berkeleyi</i> Masee
		<i>Geastrum campestre</i> Morgan
		<i>Geastrum corollinum</i> (Batsch) Hollós
		<i>Geastrum elegans</i> Vittad.
		<i>Geastrum floriforme</i> Vittad.
		<i>Geastrum kotlabae</i> V.J. Staněk
		<i>Geastrum lageniforme</i> Vittad
		<i>Geastrum minimum</i> Schwein.
		<i>Geastrum morganii</i> Lloyd
		<i>Geastrum pouzarii</i> V.J. Staněk
		<i>Geastrum schmidelii</i> Vittad.
		<i>Geastrum smithii</i> Lloyd
		<i>Geastrum xerophilum</i> Long
		<i>Myriostoma coliforme</i> (Dicks.) Corda

Tabla 2. Distribución de especies de hongos gasteroides por estación del año

Especies	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
ORDEN AGARIGALES				
Familia AGARICACEAE				
<i>Agaricus texensis</i>	•	•		•
<i>Araneosa columellata</i>			•	
<i>Battarreoides diguetii</i>	•		•	
<i>Bovista aestivalis</i>		•		
<i>Calvatia fragilis</i>		•		
<i>Calvatia pygmaea</i>	•	•		•
<i>Cyathus stercoreus</i>			•	
<i>Disciseda bovista</i>	•	•	•	•
<i>Disciseda candida</i>	•	•	•	•
<i>Disciseda hyalothrix</i>	•	•	•	•
<i>Disciseda verrucosa</i>	•	•	•	•
<i>Disciseda</i> sp1.	•			
<i>Disciseda</i> sp2.	•	•	•	•
<i>Endoptychum arizonicum.</i>		•		
<i>Montagnea arenaria</i>	•	•	•	•
<i>Podaxis pistillaris</i>		•		
<i>Schizostoma laceratum</i>			•	•
<i>Tulostoma albicans</i>		•		
<i>Tulostoma chudaei</i>		•		
<i>Tulostoma fimbriatum</i>	•		•	•
<i>Tulostoma gracilipes</i>		•		
<i>Tulostoma</i> sp.	•		•	

<i>Tulostoma leiosporum</i>				•
<i>Tulostoma longii</i>			•	•
<i>Tulostoma membranaceum</i>		•		
<i>Tulostoma mohavei</i>			•	
<i>Tulostoma nanum</i>	•	•	•	•
<i>Tulostoma obesum</i>		•		•
<i>Tulostoma pygmaeum</i>	•	•	•	•
<i>Tulostoma striatum</i>		•	•	
<i>Tulostoma squamosum</i>			•	
<i>Tulostoma subsquamosum</i>	•	•	•	•
<i>Tulostoma xerophilum</i>	•	•	•	•
Familia PHELLORINIACEAE				
<i>Phellorinia herculeana</i>		•	•	
Familia GEASTRACEAE				
<i>Geastrum berkeleyi</i>				•
<i>Geastrum campestre</i>			•	
<i>Geastrum corollinum</i>		•		
<i>Geastrum elegans</i>		•		
<i>Geastrum floriforme</i>		•		
<i>Geastrum kotlabae</i>			•	
<i>Geastrum lageniforme</i>				•
<i>Geastrum minimum</i>	•	•	•	•
<i>Geastrum morganii</i>			•	•
<i>Geastrum pouzarii</i>	•			•
<i>Geastrum schmidelii</i>		•		
<i>Geastrum smithii</i>		•		
<i>Geastrum xerophilum</i>	•	•	•	•
<i>Myriostoma coliforme</i>			•	

VIII.2 Análisis de vegetación

En los 20 cuadrantes se registraron 26 especies agrupadas en 9 familias, siendo Fabaceae la mejor representada con 13 especies, seguida de Cactaceae con seis especies, las otras familias fueron representadas por una especie cada una (Tabla 3). Las especies de mayor importancia fueron *Mimosa laxiflora*, *Acacia cochliacantha* y *Jatropha cardiophylla* (Tabla 4).

VII.2.1 Diversidad florística

La mayor riqueza se registró en el cuadrante 18 (C18) con 10 especies, seguido del C9 con 9 especies, el menor valor corresponde a el C8 que registró únicamente dos especies vegetales (Figura 10).

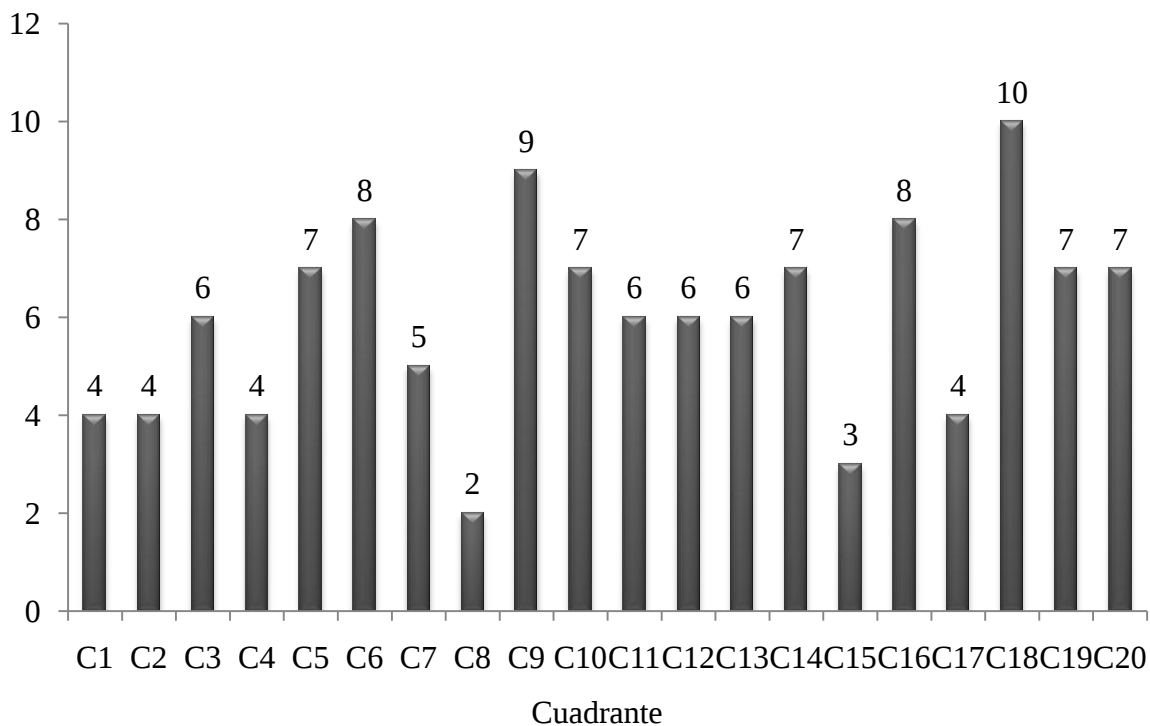


Figura 7. Riqueza de especies vegetales por cuadrante.

Los valores para el índice de Shannon-Wiener se comportaron de la siguiente manera: El cuadrante que presentó el mayor valor fue el C9 con 2.2, seguido del C18 con 2.1 y C5, C6 y C18 con 1.8, el menor valor lo registró el C8 con 0.6 (Figura 11). El coeficiente de Jaccard mayor fue de 0.6 y se presentó entre los cuadrantes C1 y C2, así como C4 con C1 y C2. Sin embargo, hubo varios cuadrantes cuyo valor fue de 0, a saber: C8 vs. C1, C2, C3, C11, C14, C17 y C20, así como C7 vs. C17 (Apéndice 3).

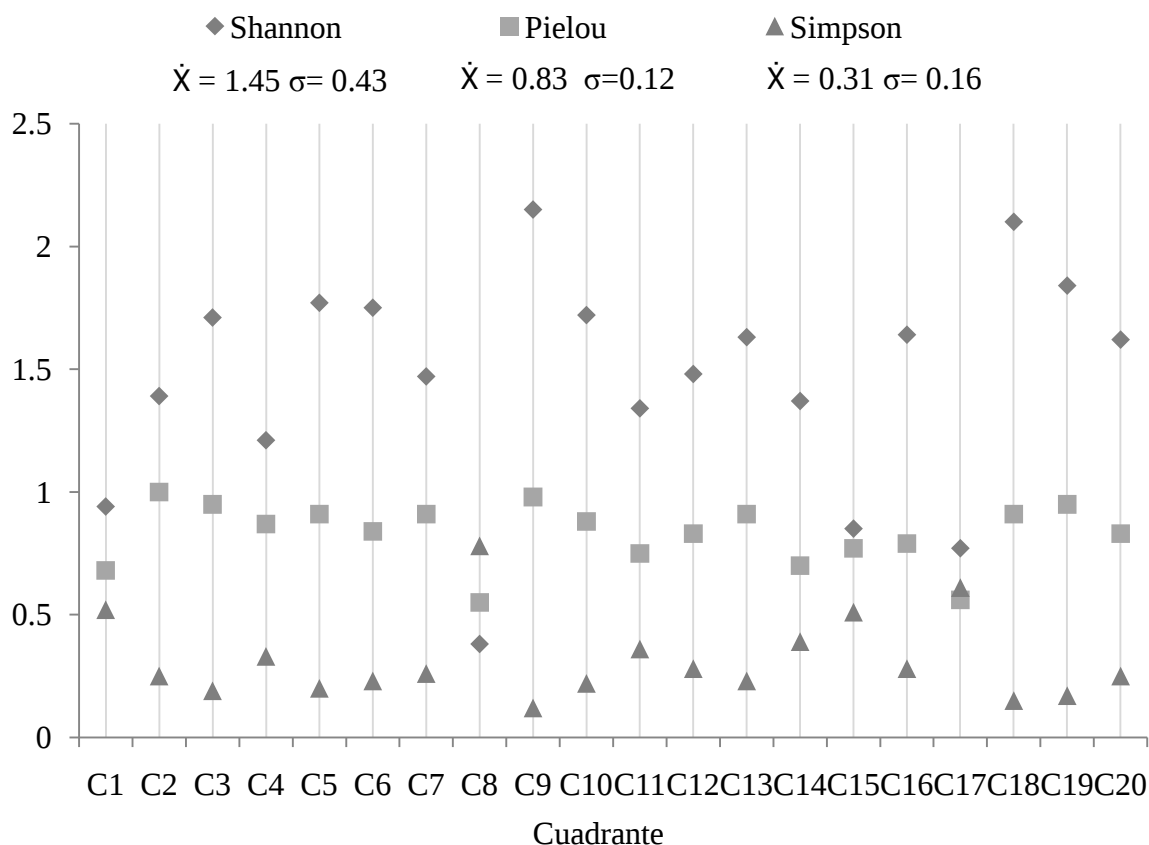


Figura 8. Índices de Shannon, Pielou y Simpson de la vegetación de cada cuadrante.

Tabla 3. Listado y arreglo taxonómico de las especies de plantas.

Familia	Especie
Cactaceae	<i>Opuntia fulgida</i> Engelm.
	<i>Opuntia sp.</i>
	<i>Opuntia spinosor</i> (Engelm.) Toumey
	<i>Opuntia versicolor</i> Engelm. Ex J.M. Coult.
	<i>Selenicereus vagans</i> (K. Brandegee) Britt. & Rose
	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) F. Buxbaum
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cardiophylla</i> (C.G. Ortega) Muell. Arg.
Fabaceae	<i>Acacia greggii</i> A.Gray
	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> L. DC
	<i>Cercidium microphylla</i> Torrey
	<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray
	<i>Desmanthus subularis</i> (Britt & Rose) Wiggins ex B.L. Turner
	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A. Gray) S. Wats
	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) Macbr.
	<i>Mimosa laxiflora</i> Benth.
	<i>Olneya tesota</i> A. Gray
	<i>Parkinsonia florida</i> (Benth ex A. Gray) S. Watson
	<i>Prosopis velutina</i> Woot.
	<i>Pseudicia mollis</i> Rose.
Ramnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. & Sch.) Zucc.
Rubiaceae	<i>Rhandia thurberi</i> S. Wats.
Solanaceae	<i>Lycium andersonii</i> A. Gray
Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray

Tabla 4. Análisis de vegetación de la localidad.

ESPECIE	Individuos #	Densidad (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	Valor de Importancia
<i>Acacia cochliacanta</i>	29	5.29	5.28	24.57	35.14
<i>Acacia greggi</i>	7	1.69	1.68	1.63	5.00
<i>Brea verdosa</i>	4	0.70	0.70	0.59	1.99
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1	0.33	0.33	0.55	1.20
<i>Celtis pallida</i>	9	1.77	1.77	1.00	4.54
<i>Cercidium microphylla</i>	9	1.98	1.98	1.86	5.83
<i>Coursetia glandulosa</i>	46	12.30	12.26	4.06	28.62
<i>Desmanthus subularis</i>	1	0.53	0.53	0.90	1.96
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	6	1.27	1.26	1.07	3.60
<i>Guaiacum coulteri</i>	4	3.19	3.18	5.38	11.75
<i>Hyptis emoryi</i>	1	0.36	0.35	0.60	1.31
<i>Jatropha cardiophylla</i>	26	11.36	11.32	9.58	32.26
<i>Karwinskiahumboldtiana</i>	2	0.36	0.36	0.31	1.04
<i>Lysium andersonii</i>	14	3.56	3.55	3.00	10.10
<i>Lysiloma divaricatum</i>	1	0.09	0.09	0.15	0.34
<i>Mimosa laxiflora</i>	95	32.92	32.83	8.77	74.52
<i>Olneya tesota</i>	15	2.41	0.00	1.63	6.44
<i>Opuntia fulgida</i>	4	4.14	4.13	5.24	13.52
<i>Opuntia sp</i>	1	0.20	0.20	0.34	0.75
<i>Opuntia spinosior</i>	1	1.11	0.68	1.15	2.50
<i>Opuntia versicolor</i>	7	3.58	3.57	6.90	14.05
<i>Prosopis velutina</i>	7	6.29	6.28	12.14	24.71
<i>Pseudocercosiphon</i>	3	0.30	0.30	0.51	1.11
<i>Rhynchospora thurberi</i>	6	3.83	3.82	7.53	15.18
<i>Selenicereus vagans</i>	6	1.00	1.00	0.28	2.27
<i>Stenocereus thurberi</i>	1	0.15	0.15	0.26	0.57
		100	100	100	300

VII.3. Análisis de Suelo

El análisis de fertilidad (Tabla 5) mostró que la textura del suelo es gruesa; los porcentajes de arena en cada uno de los sitios fueron de 49 a 77 en algunos cuadrantes, así como porcentajes menores de 17% de arcilla, considerándose Franco-Arenoso. La materia orgánica en todos los sitios fluctuó entre 0.6 (C10) y 3.55% (C6); la media de todos los cuadrantes fue de 1.24%. .

Con respecto a los nutrientes, en nitratos (N-NO^{-3}) el valor más bajos se registró en el cuadrante 20, con 15.6 ppm y el más alto de 28.5 ppm (C13). En fosfatos (P-PO^{-4}) el valor más alto fue de 50.2 ppm y el más bajo de 10.1, que corresponden a C3 y C18 respectivamente. El potasio (K) cuyo valor de referencia es 150ppm, en varios cuadrantes fue mayor, con valores desde 176 (C14) hasta 429 ppm (C6); en otros fue menor desde 107 (C5) hasta 149 ppm (C12). El azufre (S) en todos los cuadrantes, estuvo por debajo de los valores de referencia (250 ppm), siendo el menor valor 100ppm correspondiente a los cuadrantes C8, C10, C11, C14 y C18; el valor más alto pertenece a 35ppm (C7). El calcio (Ca) fue uno de los elementos más variables, en la mayoría de los cuadrantes se encontraron cantidades por encima del valor de referencia hasta 1,600 ppm, tal es el caso del C13, donde se encontró un valor de 23,820 ppm. En cinco cuadrantes, los valores están dentro de los rangos normales.

El zinc (Zn) fue alto en tres cuadrantes: C1, C2 y C3, con 2.5, 2.3 y 2.1 ppm respectivamente, los demás cuadrantes se encuentran con valores debajo de 1.7 ppm. Para Magnesio (Mg), el valor más alto registrado fue de 480 ppm, correspondiente al C6, los demás valores fluctúan entre 100 a 350 ppm. Finalmente, el azufre (S) y el manganeso (Mn) se encontraron dentro de los parámetros normales en todos los cuadrantes. Con respecto a los metales pesados, dos cuadrantes presentaron valores de hierro (Fe) superior al valor de referencia, el C14 y C18 con 9.2 y 8.6 ppm respectivamente; los demás cuadrantes presentaron valores entre 5.9 (C20) y 0.9 ppm (C11). En cuanto al cobre (Cu) sólo el C1 presentó 2.8 ppm, un valor por encima de lo permisible, los demás valores se encuentran entre 0.2 (C3) y 2 ppm (C2).

En el análisis de salinidad (Tabla 6.), el pH osciló entre 6.20 y 8.1, con una media de 7.16, por lo que el suelo se puede considerar básico a ligeramente ácido y ligeramente alcalino. La mayor conductividad eléctrica se registró en el C6 con 1.06 dS m^{-1} , en todos los

demás cuadrantes, los valores van de 0.39 a 0.91, correspondientes al C18 y C19, respectivamente. Los valores de $\text{Ca} + \text{Mg mol kg}^{-1}$ y Na mg L^{-1} y la relación de absorción de sodio (RAS) se determinaron para calcular el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) detectándose en tres cuadrantes: C13 con un valor de 3.6%, C16 con 3.7% y C19 con 2.9%. Los valores de Sodio (Na) son normales para todos los cuadrantes, excepto en los Cuadrantes 13, 16 y 19, con valores de 298, 267 y 211 ppm.

Los otros elementos mencionados en la tabla, ninguno se encuentra por encima de los valores normales, ni influye en la salinidad de los sitios.

Tabla 5. Análisis de Fertilidad del Suelo.

C	M.O. %	pH	CE- dS m ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ ppm	P-PO ₄ ⁻ ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	S ppm	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Na ppm
1	1.67	7	0.76	22.2	30.8	146	2210	260	12	1.7	2.8	2.5	7.1	74
2	1.54	7.4	0.85	26.8	28.3	111	2170	230	24	1	2	2.3	4	144
3	1.34	6.2	0.49	18	50.2	140	1110	230	11	5.6	0.2	2.1	7.7	65
4	2.21	6.9	0.72	17.5	18.8	190	2790	270	22	5	0.5	2	8.1	50
5	0.94	7.1	0.71	17	45.6	107	1350	200	17	0.6	0.2	1.6	1.4	92
6	3.55	7.1	1.06	18.4	51.3	429	6040	480	16	1.3	1.1	4	11.4	60
7	2.01	7.5	0.71	18.6	15.8	124	2100	200	36	2.5	0.3	1.1	4	66
8	0.87	6.6	0.65	17.6	30.8	165	620	100	14	4.7	0.6	1.2	4.4	69
9	0.74	6.8	0.39	17.3	44.3	190	700	140	19	3.8	0.5	1.3	3.9	50
10	0.6	7.2	0.68	21.4	48.9	144	890	100	25	2	1	1.2	1	43
11	0.87	7.4	0.67	19.4	21	180	1750	100	16	0.9	0.6	1.2	1.1	57
12	1.2	7.5	0.49	17.8	26.4	149	2860	110	20	1.8	1.1	0.6	1.5	40
13	0.94	8	0.6	28.5	20.8	140	23820	350	18	1.1	0.9	1	1	298
14	1.02	7.1	0.64	16.8	17.9	176	2430	100	20	9.2	1.1	0.8	3.5	47
15	0.74	7.5	0.41	19.2	10.4	170	5690	150	28	3.7	0.4	0.5	1	52
16	1	8.1	0.58	17.3	34.6	218	13890	330	12	3.2	0.6	1.1	1.4	267
17	0.67	7.3	0.4	21.2	16.4	145	11060	170	12	3.2	0.9	1.6	1	61
18	0.87	6.3	0.39	24.5	10.1	131	1080	100	25	8.6	1.4	1.5	3.8	70
19	1.07	7.8	0.91	25.2	21	182	13640	340	12	4.6	1.3	1	3.4	211
20	1	6.4	0.54	15.6	13.6	120	2330	120	18	5.9	0.9	1.7	2.2	68
N.F.	2	7	1	35	30	150	1600	250	70	6	2	1.8	70	<100

Tabla 6. Análisis de la Salinidad del Suelo.

C	RAS	NO ⁻³ meq/L	PO ₄ ⁻ meq/L	SO ₄ ⁼ meq/L	CO ₃ ⁼ meq/L	HCO ₃ meq/L	Cl ⁻ meq/L	Na ⁺ meq/L	K ⁺ meq/L	Ca ⁺⁺ meq/L	Mg ⁺⁺ meq/L	Arcilla %	Limo %	Arena %	PSI %
1	0.2	0.61	0.1	1.52	0.4	3.2	1.8	0.37	0.15	5.76	1.28	3	44	53	0
2	0.42	0.61	0.09	2.23	0.4	3.4	1.8	0.83	0.13	6.34	1.23	7	40	53	0
3	0.3	0.59	0.12	0.41	0.2	1.8	1.8	0.43	0.21	3.34	0.9	11	24	65	0
4	0.2	0.58	0.08	0.57	0.6	3.6	1.8	0.37	0.26	4.89	1.65	3	42	55	0
5	0.78	0.66	0.1	0.39	0.8	3.4	1.8	1.3	0.15	4.44	1.19	21	40	39	0
6	0.18	0.6	0.11	1.52	0.6	5.8	2	0.35	2.45	5.86	1.93	11	30	59	0
7	0.34	0.58	0.09	0.48	0.4	3	2.6	0.61	0.14	5.19	1.15	9	42	49	0
8	0.62	0.68	0.09	0.36	0.2	2	3	1	0.34	4.14	0.94	13	20	67	0
9	0.36	0.68	0.1	0.2	0.2	1.4	1.4	0.46	0.32	2.54	0.62	17	14	69	0
10	0.2	0.6	0.11	1.08	0.4	1.6	1.6	0.35	0.31	5.16	0.95	9	28	63	0
11	0.14	0.84	0.09	1.41	0.2	1.4	1.4	0.24	0.51	5.36	0.62	9	18	73	0
12	0.13	0.6	0.08	0.11	0.2	1.6	1.6	0.2	0.3	3.79	0.62	3	20	77	0
13	3.4	0.64	0.09	0.16	0.2	2.6	2.4	3.63	0.13	1.87	0.41	3	34	63	3.62
14	0.26	0.56	0.09	0.2	0.6	3.6	1.4	0.43	0.29	4.57	1.07	9	20	71	0
15	0.2	0.63	0.08	0.2	0.2	1.8	1.2	0.86	0.31	3.02	0.53	9	28	63	0
16	3.49	0.56	0.1	0.23	0.2	3	1.8	3.48	0.29	1.7	0.29	9	32	59	3.74
27	0.26	0.51	0.08	0.03	0.2	2	1.2	0.35	0.15	3.09	0.41	3	20	77	0
28	0.34	0.68	0.08	0.19	0.2	1.4	1.4	0.43	0.27	2.69	0.49	15	24	61	0
29	2.88	0.84	0.09	0.21	0.2	3	4.8	4.22	0.59	3.77	0.53	7	42	51	2.9
30	0.4	0.6	0.08	1.33	0.4	1.4	1.6	0.67	0.16	3.82	0.78	9	30	61	0
N.R.	<5	3	0.1	2	<1	<3	<5	<5	0.5	5	2				

Donde:

C: Cuadrante, Na: Sodio, Cl: Cloruros, CO_3 : carbonatos. HCO_3 , Bicarbonatos, RAS relación/adsorción de sodio, PO_4 : Fosfatos, NO_3 : Nitratos, S: Sulfatos, MO: Materia orgánica, K: Potasio, Fe: Fierro, Zn: Zinc, pH1-2: pH: Potencial de Hidrógeno, Ca: Calcio, Cu: Cobre, CE: Conductividad eléctrica, Mg: Magnesio, Mn: Manganeseo, P- PO_4^- : Fósforo de fosfatos, N- NO_3^- : Nitrógeno de Nitratos, S: Azufre.

VII.4. Análisis estadístico

VII.4.1 Análisis cofenético

Con base en los índices de similitud de Jacquard tanto en vegetación como en suelo, se obtuvieron dos dendogramas que indican la similitud entre los cuadrantes. Con respecto a la micobiota y la vegetación, el resultado fue similar entre sí. Ambos dendogramas separan al C20 de los demás cuadrantes. En el caso de la micobiota, el mayor índice de disimilitud corresponde a 4.28, que separa el C20 de todos los demás. A partir de ahí se forman varios conglomerados cuyos valores son menores a 2.37 y mayores 0.52, que es el coeficiente de disimilitud más bajo en todo el dendograma, correspondiente a los cuadrantes 1 y 2 (Figura 11).

La vegetación tuvo un comportamiento similar, el C20 se separa de los demás con un coeficiente de disimilitud de 3.30. A partir de ahí se forman conglomerados con una disimilitud menor a 2.69 y mayores a 0.42, que corresponde nuevamente a los cuadrantes 1 y 2 (Figura 12). En el suelo se observó un comportamiento diferente. El C7 se separa de todo lo demás, con un valor de 2.9; después, el C6 se separa con un valor de 1.95, a partir de ahí se forman varios conglomerados que terminan en pequeños clados con valores menores de 1.05 y mayores a 0.5, que corresponde a C11 y C12 (Figura 13).

Con respecto a las estaciones del año, las más parecidas entre sí según su diversidad de hongos, son la primavera y el verano, con un valor de 0.97. Comparten un valor de 1.2 con el otoño y finalmente con el invierno, que posee un coeficiente de disimilitud de 1.87 (Figura 14).

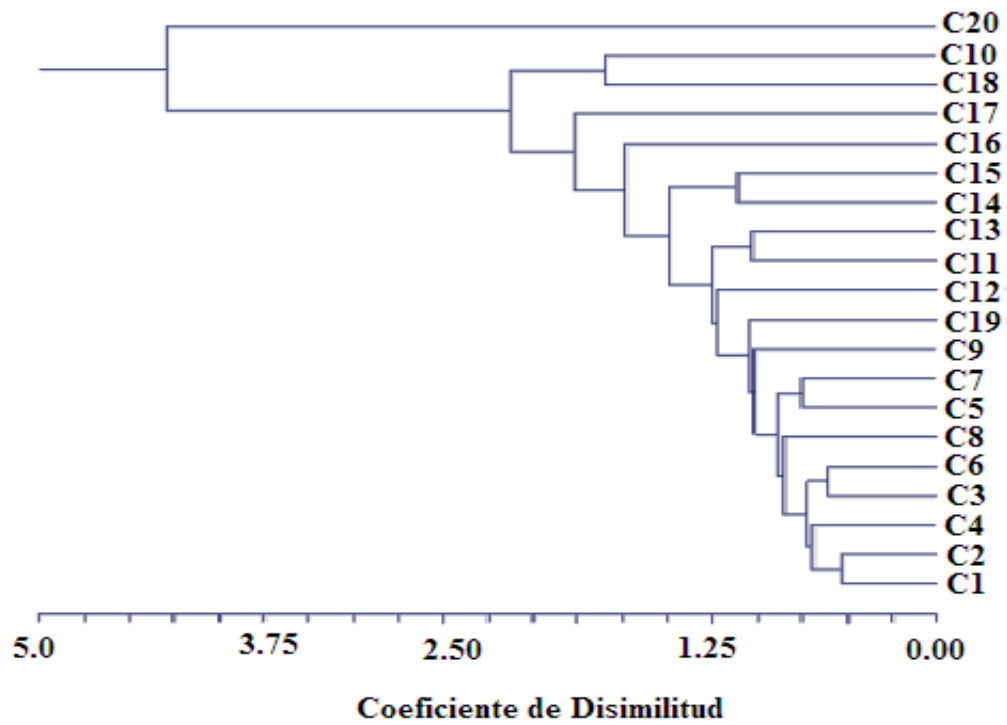


Figura 9.Dendrograma con base a la composición de hongos por cuadrante.

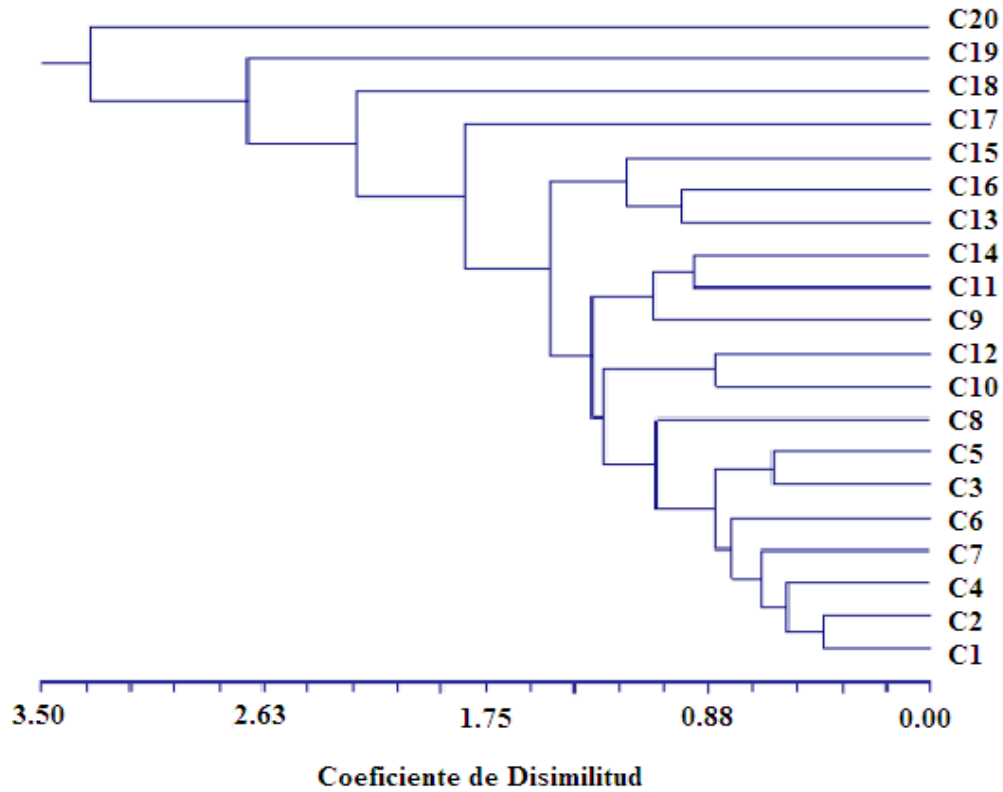


Figura 10.Dendrograma con base a la composición de plantas por cuadrante.

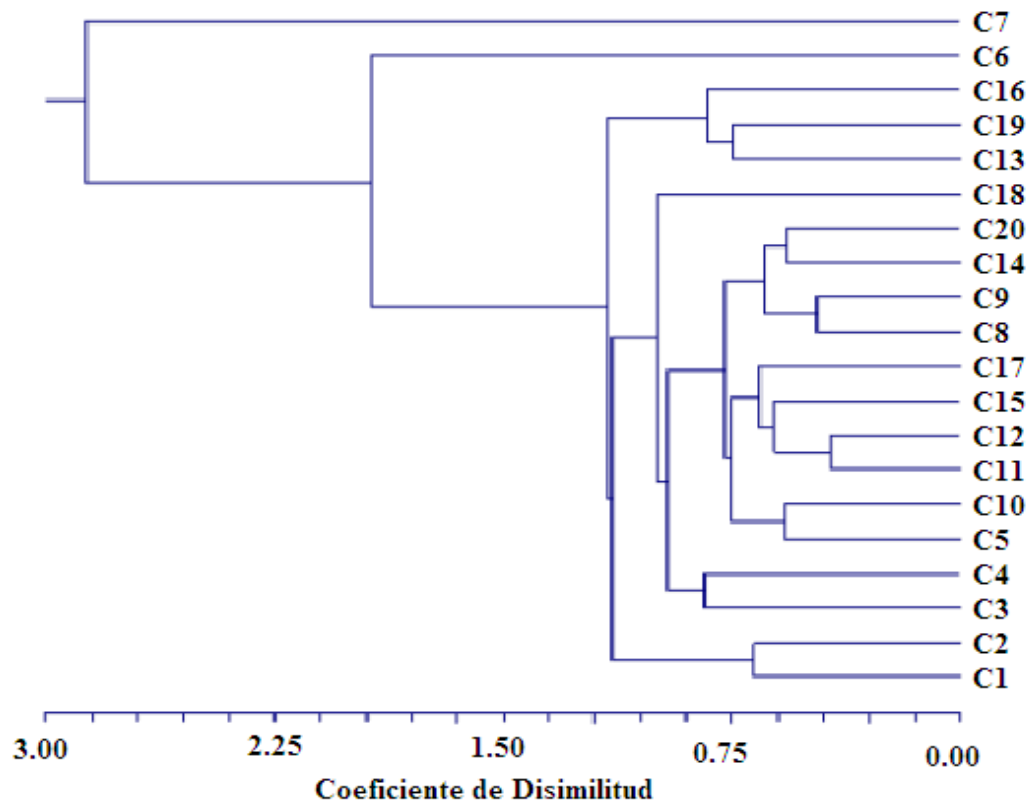


Figura 11. Dendrograma con base a la composición del suelo por cuadrante.

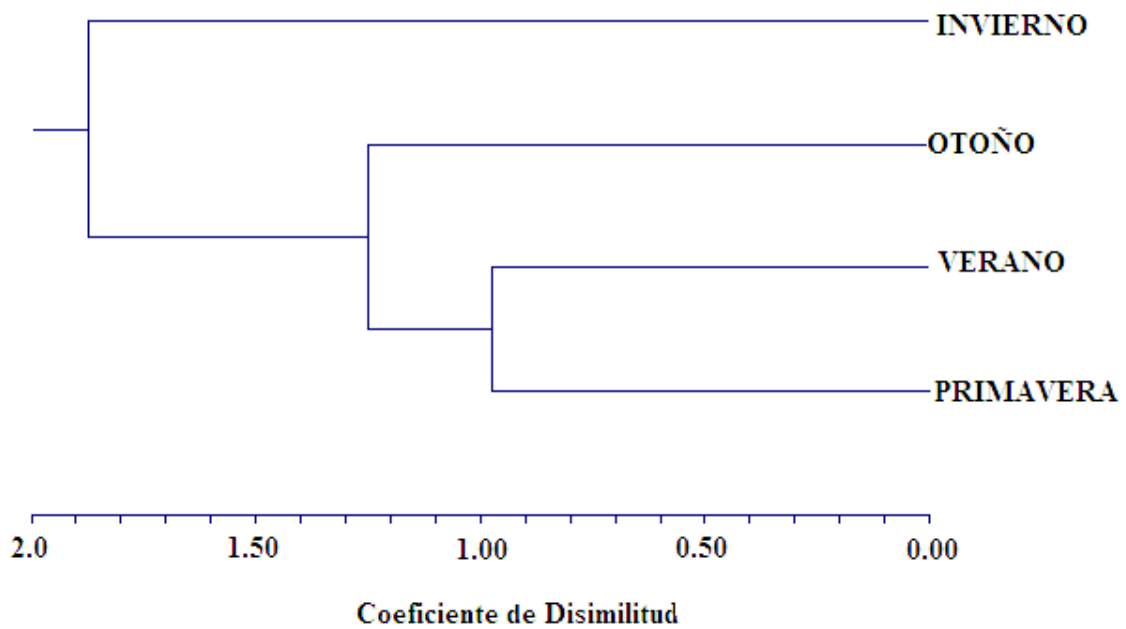


Figura 12. Dendrograma con base a la composición de hongos por estación del año.

VII.4.2. Análisis de Varianza de una Sola Vía (ANOVA)

Para conocer la relación del suelo con cada especie, se realizó un ANOVA de una sola vía; así, comparando las medias se pudieron encontrar diferencias significativas en algunos factores (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados del ANOVA de una sola vía del suelo

Especie	M.O.	pH	CE	NO ₃	PO ₄	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	Na	Arc	Lim	Are	PSI	RAS
<i>A. texensis</i>	0.9c	7.0	0.6abc	137.9	78.7	134.9d	105	182.5ab	20.6	4.7	1.2	1.48bc	2.7ab	121.5	9.25	31.5	53ab	0.4ab	1.1
<i>A. columellata</i>	0.7bc	7.3	0.4abc	133.5	58.5	145d	175.5	170ab	12	3.2	0.9	1.6bc	1b	61	3	20	46b	0b	0.3
<i>B. diguetii</i>	2.2abc	6.8	0.9abc	90	174.5	297cd	85	290ab	15	3.0	0.8	2.6abc	7.9ab	64.5	12	25	54ab	0b	0.4
<i>B. aestivalis</i>	1.0c	7.3	0.5bc	102.9	36.5	174d	150.5	174ab	26.8a	3.9	0.4	0.8abc	2.4ab	51.6	7.8	30.8	55ab	0b	0.2
<i>C. fagilis</i>	3.5a	7.1	1.1a	100.5	206.5	429a	164.5	480b	16	1.3	1.1	4a	11.4a	60	11	30	57.7ab	0b	0.2
<i>C. pygmaea</i>	1.0c	6.9	0.6bc	116.8	94.2	164.56d	69.1	128.9a	21.1	4.2	0.8	1.29bc	3.1ab	57.6	11	24	57.9ab	0b	0.3
<i>C. stercoreus</i>	1.9abc	6.9	0.7abc	115.5	113.5	168d	114	265ab	17	3.4	1.6	2.25bc	7.6ab	62	3	43	59.3ab	0b	0.2
<i>D. bovista</i>	0.9abc	7.1	0.4abc	91.4	86	165.9d	120.1	148.6a	17.4	4.3	0.7	1.25bc	2.2ab	54	8.71	19.4	59ab	0b	0.3
<i>D. candida</i>	1.5bc	7.0	0.7abc	93.9	101.6	161.8d	99.8	146a	21.2	4.2	0.9	1.2bc	3.8ab	50.3	8.2	24	59ab	0b	0.2
<i>D. hyalothrix</i>	0.8c	6.9	0.4c	118.5	70.5	150d	107.3	138a	22.4	5.2	1.1	1.24bc	3.7ab	51.3	7.8	26	59ab	0b	0.2
<i>Disciseda</i> sp1	1.2bc	6.3	0.5bc	173.5	9.5	131d	56.5	100ab	25	8.6	1.4	1.5bc	3.8ab	70	15	24	60.4ab	0b	0.3
<i>Disciseda</i> sp2	1.3bc	7.1	0.5bc	84.75	123.5	216.5d	105.3	206.7ab	21.6	4.2	0.7	1.63bc	4.8ab	50	9.67	27	60.7ab	0b	0.2
<i>D. verrucosa</i>	1.1c	7.0	0.7abc	114.5	133.6	160.3d	80.4	158.6a	20.7	3.4	0.8	1.49bc	3.5ab	54.6	7	29.7	60ab	0b	0.3
<i>E. arizonicum</i>	0.8c	7.0	0.5c	82.8	75.92	160d	102.4	138.3a	19.8	4.2	0.6	1.13bc	2.3b	58.7	10	23.3	61.4ab	0b	0.3
<i>G. berkeleyi</i>	1.34abc	6.2	0.5abc	94.5	200.5	140d	67.5	230ab	11	5.6	0.2	2.1bc	7.7ab	65	11	24	61ab	0b	0.3
<i>G. campestre</i>	2.3abc	6.7	0.8abc	55.5	147.7	274.5cd	135	300ab	17	3.6	1.0	2.85abc	6.8ab	64	10	30	61ab	0b	0.3
<i>G. corollinum</i>	1.1bc	7.2	0.7abc	145	132	156.7d	70	153.3ab	17.7	1.5	1.4	1.63bc	3.1ab	58	7	30	61ab	0b	0.2
<i>G. elegans</i>	1.5abc	7.4	0.9abc	194	165.5	111d	88	230ab	24	1.0	2.0	2.3bc	4ab	144	7	40	61ab	0b	0.4
<i>G. floriforme</i>	0.7bc	6.9	0.7abc	115	73.9	154.5d	21.5	100ab	19.5	3.4	0.8	1.2bc	2.7ab	56	11	24	61ab	0b	0.4
<i>G. kotlabae</i>	1.0bc	6.6	0.6abc	31.9	188.5	145.3d	84.6	110aab	17.5	6.4	0.8	1.35bc	3.1ab	63	10	25	61ab	0b	0.4
<i>G. lageniforme</i>	0.6abc	7.1	0.7abc	150.5	124	144d	37.5	100ab	25	2.0	1.0	1.2bc	1b	43	9	28	61ab	0b	0.2
<i>G. minimum</i>	1.1c	6.9	0.53bc	91.1	149.7	170.2d	92.6	197.8ab	18.7	4.2	0.8	1.42bc	4.5ab	81.8	9.89	26	61ab	0b	0.6
<i>G. morgani</i>	0.7c	7.1	0.7abc	109.3	133.5	154.7d	65.7	100a	23.3	4.4	1.0	1.06bc	1.8b	44.3	9	25.3	63.3ab	0b	0.2
<i>G. pouzar</i>	1bc	7.0	0.6abc	84	40.5	157d	75	105ab	17	3.3	0.8	0.9bc	2.9ab	54.5	8	20	63.3ab	0b	0.4
<i>G. schmidellii</i>	1bc	6.4	0.5abc	10.5	40.5	120d	105.5	120ab	18	5.9	0.9	1.7bc	2.2b	68	9	30	63.5ab	0b	0.4
<i>G. smithii</i>	1.1c	6.4	0.5abc	10.5	40.5	120d	105.5	120ab	18	5.9	0.9	1.7bc	2.2ab	68	9	30	63.7ab	1.9ab	0.4
<i>G. xerophilum</i>	1.1c	6.7	0.5bc	69.2	121.9	182.8d	62.4	153.3a	19.3	4.1	0.8	1.625bc	3.7ab	57	13	21.7	63ab	0b	0.3

49

<i>M. arenaria</i>	1.2abc	7.2	0.6abc	148.5	109	132.3d	105	221.7ab	19.3	2.8	1.0	1.43bc	2.6ab	161.8	10.3	32	63ab	0b	1.5
<i>M. coliforme</i>	0.8bc	7.5	0.5abc	88.5	124.5	149d	144.5	110ab	20	1.8	1.1	0.6c	1.5b	40	3	20	63ab	0b	0.1
<i>P. herculanea</i>	0.9abc	7.6	0.6abc	100.5	170.7	181d	115.8	215ab	18.5	2.6	0.8	1.15bc	1.2b	155	9	30	63ab	0b	1.8
<i>P. pistillaris</i>	0.8c	6.3	0.4abc	173.5	9.5	131d	56.5	100ab	25	8.6	1.4	1.5bc	3.8ab	70	15	24	63ab	0b	0.3
<i>S. laceratum</i>	1bc	7.7	0.6abc	186.2	127.5	141.3d	148.5	266.7ab	20.3	1.4	0.9	1.07bc	1b	213	5	32	64.1ab	0b	2.3
<i>T. albicans</i>	1abc	7.1	0.6abc	27	72	176d	122	100ab	20	9.2	1.1	0.8bc	3.5ab	47	9	20	65.3ab	0b	0.3
<i>T. chudaei</i>	1abc	6.4	0.5abc	10.5	40.5	120d	105.5	120ab	18	5.9	0.9	1.7bc	2.2ab	68	9	30	65.7ab	0.6ab	0.4
<i>T. fimbriatum</i>	0.8c	7.3	0.7abc	141.1	173.2	150.8d	72	160ab	22.7	2.0	1.1	1.37bc	1.56b	97.2	8.7	30.7	65ab	0b	0.8
<i>T. gracilipes</i>	1abc	6.4	0.5abc	10.5	40.5	120d	105.5	120ab	18	5.9	0.9	1.7bc	2.2ab	68	9	30	65ab	0b	0.4
<i>T. leiosporum</i>	1.5abc	7.2	0.6abc	90	54.5	180d	144.5	210ab	25.00	4.4	0.4	1.25bc	4.6ab	51	6	35	65ab	0b	0.2
<i>T. longii</i>	0.9c	7.5	0.5bc	139.9	84.6	144.8d	174.8	200ab	15.50	2.3	0.9	1.2bc	1.1b	115	3	23.5	65ab	3.3a	1.0
<i>T. membranaceum</i>	1abc	6.4	0.5abc	10.5	40.5	120d	105.5	120ab	18.00	5.9	0.9	1.7bc	2.2b	68.	9	30	65ab	0b	0.4
<i>T. mohavei</i>	0.7bc	6.9	0.7abc	115	165.5	154.5d	21.5	100ab	19.50	3.4	0.8	1.2bc	2.7ab	56	11	24	66.2ab	0b	0.4
<i>T. nanum</i>	1c	7	0.6abc	149.2	75.1	150.1d	110.7	184.5ab	18.64	4.5	1.1	1.49bc	3.2ab	105.5	8.5	28	66.7ab	0b	0.8
<i>T. obesum</i>	1.2bc	7.2	0.8abc	115	154	109ad	80	215ab	20.50	0.8	1.1	1.95bc	2.7ab	118	14	40	67.8ab	0.3b	0.6
<i>T. pygmaeum</i>	1.1c	7.4	0.6abc	122.1	109.7	156.1d	124.4	222ab	19.30	2.8	0.7	1.14bc	2.2b	144.9	9.6	30	71.9a	1.0ab	1.5
<i>Tulostoma</i> sp.	1abc	8.1	0.8abc	118.5	132.5	218d	194	335ab	12.00	3.9	0.9	1.1bc	1.4b	267	9	32	71ab	0b	3.5
<i>T. squamosum</i>	2.6ab	7.2	0.7abc	150.5	188.5	144d	37.5	100ab	25.00	2.0	1.0	1.2bc	1b	43	9	28	72ab	0b	0.2
<i>T. striatum</i>	0.6bc	7.2	0.9ab	107.7	175	346ac	136	353.3ab	16.00	1.2	0.9	3.06ab	7.9ab	59	10.3	26	73.5a	0b	0.2
<i>T. subsquamosum</i>	1.1c	6.9	0.7abc	98.8	76.4	155d	115.8	185.6ab	19.00	6.3	1.0	1.32bc	3.7ab	96.2	10.6	31.6	77ab	0.6ab	0.9
<i>T. xerophilum</i>	1.70c	7.1	0.6bc	97.1	97.3	156.3d	125.9	191.3a	16.77b	4.5	0.9	1.35bc	2.7ab	108.9	8.5	27.1	77ab	0.3b	1.0

Donde:

C: Cuadrante, Na: Sodio, Cl: Cloruros, CO_3 : carbonatos. HCO_3 , Bicarbonatos, RAS relación/adsorción de sodio, PO_4 : Fosfatos, NO_3 : Nitratos, S: Sulfatos, MO: Materia orgánica, K: Potasio, Fe: Fierro, Zn: Zinc, pH1-2: pH: Potencial de Hidrógeno, Ca: Calcio, Cu: Cobre, CE: Conductividad eléctrica, Mg: Magnesio, Mn: Manganeseo, P-PO_4^- : Fósforo de fosfatos, N-NO_3^- : Nitrógeno de Nitratos, S: Azufre, Arc: Arcilla, Lim: Limo, Are: Arena.

VII.4.3 Análisis multivariado

Al realizar un análisis de componentes principales con 19 variables de suelo evaluadas, se logró encontrar las relaciones de mayor nivel entre ellas. Los resultados indican que con tres factores se explica cerca del 64% de la variabilidad de los datos (Tabla 8). De los vectores encontrados entre dichos valores con cada variable, se seleccionaron las superiores al 20%, destacando 12 variables (Tabla 9).

El primer factor engloba a seis variables, de las cuales las más altas corresponden a magnesio, sodio y relación de absorción de sodio (RAS) con valores de -0.39, -0.32 y -0.31 respectivamente, éste de 30%. El segundo factor está conformado por elementos como el manganeso (-0.42), el zinc (-0.39) y el potasio (-0.30), así como el porcentaje de materia orgánica (-0.38), éstos ayudan a comprender más del 20% de la variabilidad de los datos. Finalmente el tercer factor está compuesto por el porcentaje de arena (0.36) y la cantidad de cobre en el suelo (-0.41), los cuales ayudan a comprender más del 11% de los datos.

Tabla 8. Componentes principales de las variables del suelo evaluadas

No. Factores	Valor propio	Varianza Explicada (%)	Varianza explicada Acumulada (%)
1	5.66	29.79	29.79
2	4.33	22.78	52.57
3	2.14	11.28	63.85
4	1.56	8.21	72.06
5	1.49	7.85	79.91
6	1.04	5.46	85.37
7	0.91	4.77	90.14
8	0.75	3.97	94.11
9	0.34	1.77	95.88
10	0.27	1.42	97.3

Tabla 9. Vectores propios (Eigenvalues) por factor.

Variable	Factor		
	1	2	3
Magnesio(ppm)	-0.39		
Sodio (ppm)	-0.32		
Relación de Absorción de Sodio	-0.31		
Calcio (ppm)	-0.30		
Limo (%)	-0.29		
Conductividad Eléctrica (dS m ⁻¹)	-0.28		
Manganeso (ppm)		-0.42	
Zinc (ppm)		-0.39	
Materia Orgánica (%)		-0.38	
Potasio (pp)		-0.30	
Cobre (ppm)			-0.41
Arena (%)			0.36

VIII. DISCUSIÓN

En total se registraron 48 especies de hongos gasteroides para un solo tipo de vegetación. Este valor es superior a lo encontrado en otros estudios como Piña-Páez *et al.* (2010) donde se analizó la composición de hongos gasteroides en tres tipos de vegetación (Mezquital, Matorral subtropical y Encinar), en total se registraron 37 especies. El mismo comportamiento se observa en los índices de diversidad de Shannon de 3.46, mientras que el valor más alto de este trabajo es de 2.90 que corresponde al mezquital. Este valor se puede considerar uno de los más altos dentro de la micobiota, ya que valores de hasta 1.5 se consideran valores de baja riqueza y diversidad, comúnmente encontrados en desiertos y de valores por encima de a partir de 3.5 como áreas con especies de alta uniformidad y riqueza (McDonald, 2003).

Con respecto al único estudio realizado en esa zona anteriormente, Esqueda *et al.* (2000) registraron 32 especies para la localidad en 18 muestreos, de las cuales en este trabajo se encontraron 22, más otras 27 en tan solo cuatro muestreos. En contraste, las especies que no se registraron esta ocasión son: *Bovista acuminata*, *Gastrum saccatum*, *G. striatum*, *G. pseudolimbium*, *Tulostoma macrosporum*, *T. amnicola*, *T. involucreatum*, *T. operculatum*, *T. punctulosum* y *T. subfuscum*, todas especies poco abundantes.

Ambas comparaciones, nos hablan sobre la importancia de aumentar el esfuerzo y la sistemática de los muestreos, ya que esto nos ayuda a conocer de manera más amplia la biodiversidad de una zona, así como el tener la facultad de caracterizar las zonas de estudio para encontrar relaciones de la micobiota con la vegetación y el suelo. Además, la curva de acumulación de especies nos indica que ya se han descrito la mayor parte de las especies de la localidad.

Muchos de los taxones encontrados son comunes en la micobiota sonorensis, tales como *Agaricustexensis*, recolectado durante tres estaciones del año; es una especie con una distribución amplia, fructifica en bordes de caminos, pastizales, zonas abiertas de vegetación riparia y matorral desértico (Ochoa y Moreno, 2006). *Araneosa collumelata* se encontró solo en el verano, se caracteriza por sus microperidiolos y sus esporas lisas, además de la presencia de la columela. La gran mayoría de las colecciones de esta especie en Sonora, carecen de estípites (Moreno *et al.*, 2007).

Battarreoides digueti es una especie fácilmente identificable por su forma y gran tamaño, ya que puede llegar a medir hasta 30 cm, de los cuáles 25 pueden corresponder al estípite típicamente coriáceo y el resto al saco esporífero. Sin embargo, esta especie posee algunas controversias taxonómicas, inicialmente se le ubicó en el género *Battarrea*, así como se ha re-catalogado en otros géneros como *Battarreastrum* y finalmente *Battarreoides* (Moreno *et al.*, 1995). La principal característica por la que se separa del género *Battarrea*, es únicamente la dehiscencia a través de poros en el exoperidio y el tamaño de los basidiomas. Este último carácter podría no ser un parámetro para discriminar especie, sino género, además de que los caracteres microscópicos entre los géneros no son muy consistentes para separarlos, ya que ambos poseen eláteres en la gleba, así como el tamaño y ornamentación son similares entre sí.

En el año 2000, Martin y Johannesson, usando 35 colecciones de diversas partes del mundo de *Battarrea phalloides* y *B. stevenii*, analizaron características macro y microscópicas, así como análisis moleculares, llegaron a la conclusión de que no existen diferencias entre las especies, colocándose en un mismo taxón. No existe ningún estudio que compare a nivel molecular a *Battarrea* y *Battarreoides*, por lo que las diferencias entre ambos géneros pueden no ser muy consistentes.

Con respecto a *Bovista aestivalis*, se reconoce fácilmente por la presencia de subgleba, el tamaño y la ornamentación de las esporas, además de ser de las pocas especies con pedicelo corto. Bautista (2009) en la revisión taxonómica de dicho género en México, reporta a esta especie creciendo en bosques de pino-encino, encino, potreros a altitudes de 2200 a 2700, sin embargo esta especie ha sido reportada en Sonora para varias zonas xerófilas por Esqueda *et al.* (2000).

En el género *Calvatia* se identificaron dos especies: *C. fragilis* es fácilmente reconocible por su gleba violácea, la presencia de subgleba y la ornamentación de las esporas (Bates *et al.*, 2009). Esta especie únicamente fructificó en verano, en sitios con altos niveles de materia orgánica en comparación con otros cuadrantes. Así como altos niveles de magnesio, zinc y potasio, y con conductividad eléctrica media de 1.06 dS m^{-1} , al contrario de *C. pygmaea* que fue encontrada en cuadrantes con bajos niveles de materia orgánica y los elementos antes mencionados, así como conductividades eléctricas menores. Esta es una especie xerófila de apariencia bovistaide frecuentemente recolectada en las planicies del Desierto Sonorense, se le

reconoce fácilmente por ser la única especie de la sección *Lanopila* que posee esporas lisas (Moreno *et al.*, 2007). Dichas diferencias podrían explicar por qué *C. pygmaea* es recolectada con mayor frecuencia, ya que crece en suelos pobres, al contrario de *C. fragilis*.

Cyathus stercoreus es una especie ampliamente conocida en zonas templadas, tropicales y subtropicales. A pesar de esto, fue citada para zonas áridas desde 1969 por Herrera y Guzmán. La gran plasticidad de la especie se puede justificar debido a que fructifica en gran variedad de sustratos tales como madera en descomposición, estiércol vacuno y equino, suelo, bagazo de caña y hasta en papel. Además es común encontrarla a orillas de caminos, prados y terrenos cultivados (León y Pérez-Silva, 1988). Por lo que no tiene una asociación con algún tipo de vegetación en específico. Por otro lado cabe destacar que el tamaño de los basidiomas está reportado entre 6 a 13 mm de alto por 4 a 9 mm de diámetro, las dimensiones de los basidiomas encontrados se encuentran en los límites inferiores, así como las esporas reportadas entre (16)30-41 x25-41 (47) μm de diámetro (León y Pérez-Silva). Calonge (1998) reporta que las esporas de este taxón varían entre 15 y 40 μm de diámetro. Las esporas de las colecciones encontradas se encontraban en los límites inferiores e incluso dentro de los mismos ejemplares se observó una variación de tamaño esporal entre sí.

Con respecto a *Disciseda*, se reportan cuatro de las seis especies registradas para Sonora. *D. verrucosa* es fácilmente reconocible por la marcada ornamentación de la espora, conformada por largas verrugas digitiformes, la mayoría de ellas curvadas en la punta (Pérez-Silva *et al.*, 1996). Sin embargo, en ciertas colecciones se observaron verrugas altas y rectas, esto coincide con lo descrito por Moreno *et al.* (2003). *D. hyalothrix* se identifica por sus esporas conformadas por espinas fusionadas en el ápice, así como presentar un pedicelo de 5 a 12 μm . Se reconoce *D. bovista* por tener esporas con verrugas rectas y más altas, que en *D. candida*, aunque en esta las verrugas son difícilmente observables en el MO, además de las diferencias en el tamaño esporal, siendo para ésta de 3-5 μm y en *D. bovista* de 8-11 μm .

Las otras dos especies encontradas en este género, se mantienen en estudio porque sus características morfológicas no permiten ubicarlas en los taxones conocidos para Sonora. *Disciseda* sp. 1, muestra esporas grandes de 7-8 μm con ornamentación muy marcada, conformada por espinas sub-reticuladas, totalmente distintas a *D. verrucosa* o *D. bovista*. Tampoco se pudo ubicar a estos ejemplares dentro de *D. stuckertii*, ya que ésta se caracteriza por sus esporas reticuladas. *Disciseda* sp. 2, podría confundirse con *D. candida*, ya que tienen

esporas pequeñas de 3-5µm, ornamentadas con pequeñas verrugas. Sin embargo, en estas colecciones se observan verrugas más altas que en el taxón mencionado, además de un pedicelo consistente, de hasta 3µm. La única especie con pedicelos marcados es *D. hyalothrix*, pero la ornamentación y tamaño esporal permiten separarla de estas colecciones. Otra característica de estos ejemplares, es la consistencia pilosa o farinosa de los basidiomas, cualidad no observada en ninguna otra colección de este género.

Endoptychum arizonicum es una especie ampliamente citada y estudiada para medios xerófilos, e incluso en zonas templadas con vegetación de encino (Piña, 2010). Se reconoce fácilmente por su gleba sublaminar de color amarillo, exoperidio blanco rugoso con un pseudoestípite, además de sus esporas globosas, lisas y dextrinoides (Herrera y Guzmán, 1969).

Geastrum fue uno de los géneros mejor representados con 13 especies, de las cuales tres representan nuevos registros para la micobiota sonorensis y mexicana. Se considera un género bien conocido para el estado. *G. elegans* se caracteriza por su exoperidio no higroscópico, endoperidio sésil y su peristoma plegado, distintivamente delimitado, cónico que termina en punta, mientras que *G. smithii* se caracteriza por su boca oscura típicamente plegada, cónica pero con punta roma, con exoperidio sub-higroscópico, moreno oscuro a rojizo. Mientras que *G. morgani* es higroscópico, con un estípite rudimentario y con peristoma cónico y plegado (Bates, 2009; Sunhede, 1989). *G. elegans* y *G. smithii* han sido citadas por Long y Stouffer desde 1948 para el estado Arizona.

Geastrum kotlabae se caracteriza por su exoperidio higroscópico, así como su peristoma fibriloso, no delimitado y sus esporas entre 5 y 7 µm, fuertemente ornamentadas. Sin embargo, en algunos ejemplares se observó una disminución del tamaño esporal hasta 3µm. Esta disminución del tamaño esporal, podría deberse a una adaptación a los medios áridos como mencionan Kreisel (1991) y Esqueda *et al.* (2000).

G. xerophilum fue el taxón con mayor número de basidiomas con gran pasticidad morfológica, ya que los ejemplares presentaban desde un estípite evidente hasta un pseudoestípite e incluso podía estar ausente. De igual manera, el exoperidio variaba entre pseudohigroscópico (Long, 1948) a no higroscópico (Bates *et al.*, 2009). La ornamentación bajafue consistente en todas las colecciones. Se encontró de manera frecuentemente gregaria en zonas con bajos niveles de materia orgánica y con niveles medios de nutrientes.

Montagnea arenaria es otro taxón bien conocido en el Desierto Sonorense, puede confundirse con *A. texensis*. Sin embargo, *M. arenaria* no posee anillo ni volva y su estípite tiende a ser más delgado; además sus esporas son más grandes: 13-17 X 11.5 x 13.5 μm vs. 5-7.5 X 4.5-6.7 μm (Guzmán y Herrera, 1969).

Podaxis pistillaris se recolectó únicamente en una ocasión en el cuadrante 18, el cual presentó niveles bajos de materia orgánica, pero altos niveles de nitratos en comparación con otros cuadrantes. Esto concuerda con lo reportado por Aparicio-Navarro *et al.* (1991), quienes además reportan el crecimiento de dicha especie en suelos alcalinos. Sin embargo en este trabajo, el pH registrado fue de 6.26, ligeramente ácido, lo cual puede deberse a la presencia de Potasio, Calcio o Magnesio (Castellanos *et al.*, 2000). Además en el trabajo antes mencionado, se reporta una relación inversa de la talla de los organismos con la fertilidad del suelo. En el presente trabajo, el único basidioma encontrado fue de 45 mm, lo que podría ser indicador del buen estado de conservación del sitio.

En Phelloriniaceae, sólo se conoce *Phellorinia herculanea*, que se caracteriza por su basidioma claviforme, exteriormente revestido de grandes placas escamosas. Cuando se realiza un corte sagital, el peridio es continuo con el estípite (Calonge, 2010). Se recolectó de manera solitaria, creciendo en zonas pobres en materia orgánica, niveles altos de nitratos, fosfatos magnesio y potasio; así como alta cantidad de sodio y sodio intercambiable, pero con niveles bajos de magnesio, manganeso y zinc. Además, se observó un alto grado de intemperización, ya que las escamas estaban dañadas o ausentes.

Tulostoma fue sin duda el género mejor representado en todo el estudio. Varias de las especies son recolectadas con frecuencia en el desierto sonorense como *T. albicans*, *T. nanum*, *T. pygmaeum*, *T. subquamosum* y *T. xerophillum*. Otras especies no se recolectan con la misma frecuencia, pero son bien conocidas para Sonora.

T. longii y *T. membranaceum* corresponden a nuevos registros para la micobiota mexicana. *T. longii* se puede identificar fácilmente por la combinación de características, como exoperidio membranoso que se desprende en parches y estoma pequeño y tubular, así como por el tamaño de las esporas de 1.9 a 3.6 μm , siendo las esporas más pequeñas del género, que se caracterizan por ser globosas a elípticas o irregulares, casi lisas a levemente ornamentadas con verrugas pequeñas (Wright, 1987). Esta especie fue recolectada durante otoño e invierno, al parecer el estípite es muy frágil y fácilmente desprendible del endoperidio,

ya que en las colecciones la mayoría de los ejemplares no lo poseían y algunos lo perdieron durante la colecta o la manipulación en laboratorio.

Tulostoma membranaceum se reconoce, como su nombre lo indica, por la naturaleza membranosa de su exoperidio y la gran persistencia de este en el endoperidio, de color moreno claro, con tintes rosados o metálicos. El peristoma parece fibriloso, pero tiende a indefinido; el estípite tiende a rojo-oscuro y se estría verticalmente; sus esporas son lisas menores a 5 µm. Wright (1987) comenta que esta especie fue separada de una colección del herbario de Arizona, donde los especímenes se encontraban mezclados y etiquetados como *T. striatum*; además menciona que sólo se conoce el holotipo.

Tulostoma fimbriatum y *T. striatum* pueden ser confundidos debido a que ambos poseen estoma fimbriado. Sin embargo se pueden diferenciar fácilmente debido a que el primero posee exoperidio hifal y esporas con verrugas cónicas o cilíndricas formando crestas o subretículos, mientras que el segundo posee exoperidio membranoso y esporas con costillas rectas o espiraladas, que parten de la base y llegan al ápice (Calonge, 1998). En campo se observó una tendencia de *T. striatum* a ser gregario, mientras que *T. fimbriatum* fructifica de manera solitaria.

Tulostoma gracilipes se cita por segunda vez para Sonora y por tercera ocasión a nivel mundial. Se caracteriza por su estípite delgado y frágil “grácil” según las notas del Holotipo. Además la boca es fimbriada y las esporas globosas a elipsoides, sublitas bajo el microscopio óptico y con pequeñas verrugas al microscopio electrónico (Wright, 1987; Piña *et al.*, 2010b). Se encontró una sola ocasión en verano, creciendo en suelo con baja cantidad de materia orgánica, con pH ligeramente ácido, así como bajas concentraciones de nitratos y fosfatos.

Tulostoma obesum se recolectó en dos ocasiones en el año; se observó en ambas ocasiones su desarrollo gregario bajo *Jatropha cardiophylla*, así como en suelos con altos porcentajes de arena. Este taxón es fácilmente identificable por su exoperidio típicamente membranoso, endoperidio blanco, obeso en comparación con el estípite, que en general tiende a formar una volva; esporas completamente lisas y boca tubular, que con la intemperización tiende a volverse irregular, lo que puede ser confuso en su identificación (Wright, 1987).

Otra especie frecuentemente recolectada en el sitio fue *T. subsquamosum*. Wright (1987) comenta que es una especie crítica, de confusa identidad, ya que su carácter más típico es la ornamentación esporal, formada por un entramado laberíntico. Por otra parte Moreno *et al.*

(2001), argumentan que entre esta especie y *T. squamosum*, la única diferencia existente se encuentra a nivel microscópico. Nosotros no estamos de acuerdo, consideramos a ambas especies válidas por separado, ya que difieren en varias cuestiones; la naturaleza del exoperidio en *T. squamosum* es hifal y con evidentes verrugas, el estípite es largo, oscuro y escamoso, así como presentar en general un peristoma oscuro; además de que las esporas son de un tamaño mayor y fuertemente ornamentadas con espinas, mientras que *T. subsquamosum* posee un exoperidio membranoso, el estípite es leñoso, moreno y estriado; además bajo el microscopio óptico, aunque las esporas también son equinuladas, la ornamentación es menos evidente. *T. squamosum* se ha citado para Sonora por Esqueda *et al.* (2004) para selva baja caducifolia. Sin embargo, Piña (2010) citó esta especie para el mezquital, mientras que en este estudio se reporta para el matorral espinoso. Por otro lado, Moreno *et al.* (1992) indican que *T. squamosum*, *T. verrucosum* y *T. mussooriense*, son la misma especie.

Tulostoma sp. no pudo ser identificado a nivel de especie, por la combinación de características micro- y macroscópicas, exoperidio membranoso y estoma tubular y esporas hialinas, grandes de 8-12 μm , con verrugas grandes formando un subretículo. Esto separa a la especie de otras especies de esporas grandes como *T. reticulatum* o *T. exasperatosporium*, las cuales poseen esporas reticuladas, o *T. macrosporum*, que posee esporas entre 6 y 13 μm , pero la ornamentación es menos marcada; además posee exoperidio hifal. Cabe destacar que este taxón se encontró en suelos pobres en materia orgánica, altos niveles de sodio, magnesio y potasio. Así como presentar uno de los mayores porcentajes de arena.

Con respecto a los análisis de conglomerados se observó una separación del invierno con respecto a las demás estaciones. Esto se debe a que en invierno se presentaron lluvias atípicas en la zona, lo que pudo verse reflejado en la fructificación de ciertas especies. En numerosas investigaciones sobre macromicetos, demuestran que a menudo existen cambios drásticos en la aparición de los cuerpos fructíferos desde el otoño hasta la primavera y que para propósitos comparativos, carece de sentido la diversidad estimada a través de las diferentes estaciones del año (Miller, 1995). Asimismo, la composición de especies puede variar de un año a otro, por lo que se requieren estudios de cuando menos 5 años para tener estimaciones más exactas. Esta puede ser la razón por la que no se registraron algunas especies previamente reportadas para la zona.

Se observa que la similitud tanto en plantas como hongos es semejante entre los cuadrantes, lo que indica una homogeneidad con respecto a la relación del tipo de vegetación con las especies de hongos. Sin embargo, el dendrograma correspondiente al suelo, muestra un comportamiento totalmente distinto, es decir que el suelo tiende a ser heterogéneo.

El hecho de que el tipo de vegetación influya más que los factores abióticos sobre la micobiota, ha sido reportado por varios autores como Esqueda *et al.* (2000) y Piña (2010). Sin embargo, estos mismos autores comparan la diversidad de hongos gasteroides con diversos tipos de vegetación y concuerdan que las especies de hongos se dividen en dos grandes grupos: Gasteroides de zonas áridas y semiáridas, y los Gasteroides de las zonas templadas. Sin embargo, en este trabajo se presentan veinte repeticiones de análisis de suelo, mostrando ciertas tendencias de cada especie de hongo hacia algunas edáficas.

A pesar de que solo tres cuadrantes presentaron niveles de sodio superior a los niveles de referencia, es importante destacar que éstos se basan en suelos agrícolas, no en suelos de zonas áridas. Además la cantidad de dicho elemento no tuvo diferencias significativas entre especies de hongos. Sin embargo se encuentra como parte del primer factor dentro de los componentes principales, lo que nos puede hablar de la adaptación de este grupo de hongos a zonas con niveles altos de sales, ya que el cuadrante 19 fue uno de los que presentó la mayor diversidad con respecto a micobiota.

En cuando a la conductividad eléctrica, todas las muestras presentaron valores menores a 1.06 dSm^{-1} . Se consideran zonas con problemas de salinidad cuando se encuentran valores mayores a 4 dSm^{-1} , por lo cual se establece que en ninguno de los cuadrantes existe exceso de sales solubles. Los valores de Ca^{+} , Mg y Na y la relación de absorción de sodio (RAS), son necesarios para establecer el valor de porcentaje de sodio intercambiable, (PSI), el cual resultó ser de cero en la mayoría de los cuadrantes, excepto en tres, cuyos valores fueron menores a 3.8, por lo que no existe problema en cuando a la concentración de sodio, la cual debe de ser mayor a 15% para que exista una acumulación nociva de este elemento.

A pesar de que muchos autores indican que el pH es un factor muy importante para el establecimiento de hongos gasteroides (Guzmán, 1970; Wright, 1987; Miller y Miller, 1988), no hubo diferencias significativas entre cuadrantes ni entre especies. Dicho factor no aparece en el análisis de componentes principales, por lo que podría considerarse que no es un factor decisivo, hablando de una localidad con un mismo tipo de vegetación. Además, para hongos

gasteroides se han registrado variaciones altas entre 3.7 y 8.2, en las cuales géneros como *Tulostomace* establecen (Rimoczi, 1995). Es posible que este factor sea más determinante, analizando la micobiota en varios tipos de vegetación.

Por otro lado, los elementos que sí aparecen en el análisis de componentes principales, son materia orgánica, magnesio, manganeso, potasio, zinc, el porcentaje de arena y limo relacionados con la fertilidad, además del sodio, RAS, calcio y la conductividad eléctrica, relacionados con la salinidad y sodicidad de los sitios. Por último el cobre, que siendo metal pesado puede inhibir el crecimiento de cierta microfauna del suelo.

Ciertas especies se desarrollaron mejor en zonas despejadas como *Agaricustexensis*, *Battarreoides digueti*, *Montagnea arenaria*, *Podaxis pistillaris* o *Phelorrinia herculanea*, y se observó cierta tendencia de *Tulostoma pygmaeum* y *T. nanum*. Otros taxones prefieren áreas sombreadas como *A. collumelata*, *Calvatia* spp., *Disciseda* spp., *E. arizonicum*, algunas especies de *Tulostoma* encuentran microambientes con temperaturas menores y mayor contenido de humedad.

Otra variable importante podría ser el porcentaje de arena. Algunas especies se encontraron en los niveles más altos de arena. Con un alto porcentaje de arena, el suelo tiene más oxigenación y permite al hongo extenderse y mejorar su absorción de agua y nutrientes. De igual manera se observó una tendencia de las especies que fructifican en las estaciones secas, a preferir suelos con altos porcentajes de arena. Estos suelos tienden a perder nutrientes importantes como nitrógeno nítrico (Castellanos *et al.*, 2000), lo que permite el asentamiento de especies con necesidades bajas de materia orgánica como *Tulostoma* spp. Especialmente *T. xerophilum*, que fue el taxón más recolectado a lo largo de todos los muestreos.

En los suelos de zonas áridas existen bajos porcentajes de saturación y contenido de materia orgánica, textura gruesa y pedregosidad media, lo que provoca que retengan poca humedad. Además los periodos largos de sequía y las temperaturas extremas, podrían beneficiar a especies bien adaptadas a la aridez como *Agaricus*, *Montagnea* y muchas especies de *Tulostoma*, que se caracterizan por presentar esporas de pared gruesa, pigmentada, que las hacen resistentes a la desecación y daños por luz ultravioleta (Miller y Miller, 1988). Además, la carencia de ornamentación de sus esporas, facilita su diseminación a través del viento (Ingold, 1973).

El cuadrante 7 se registró la menor diversidad con solo dos basidiomas de *T. pygmaeum*. En suelos con bajos niveles de arena, la retención de humedad es mayor, Aunado a esto, dicho cuadrante presentó uno de los niveles más altos de materia orgánica (2.01 %), lo que podría explicar la baja diversidad de hongos gasteroides, al existir niveles constantes de humedad, las especies no entran en estrés hídrico, lo que puede originar la no producción de basidiomas(Herrera, 2004). Además, este cuadrante se caracterizó por su topografía compleja y altos niveles de pedregosidad. Esqueda (1999) menciona que en zonas con grandes pendientes, se favorece la erosión hídrica en forma laminar y de surcos, lo que puede ser impedimento para el establecimiento de esporas.

Por lo tanto, la relación vegetación-hongo-suelo no es unilateral, ya que el suelo influye directamente sobre la vegetación, la cual influye directamente sobre la micobiota, mientras que la combinación de ciertos factores edáficos pueden inhibir o beneficiar la fructificación de los hongos. En el estudio nos enfocamos a la estructura reproductiva, por lo tanto, no podemos asegurar que el hongo en su estado de micelio primario o secundario no se encuentre en los cuadrantes o en las localidades donde no se encontraron basidiomas.

IX. CONCLUSIÓN

Con base a 207 colecciones de Hongos Gasteroides recolectados durante las cuatro estaciones del año en 20 cuadrantes caracterizados en cuanto a suelo y vegetación en el Kilómetro 100 de la carretera Hermosillo-Yécora, se presentan las siguientes conclusiones:

Se determinaron 48 especies, de las cuales *Geastrum elegans*, *G. morganii*, *G. smithii*, *Tulostoma longii* y *T. membranaceum*, corresponden a nuevos registros para la micobiota Mexicana, incrementando el catálogo a 122 a 127 taxones de hongos gasteroides conocidos para el estado. Los géneros representados fueron *Tulostoma* (16 spp.) *Geastrum* (13 spp.) y *Disciseda* (6 spp.) Con estos registros, a nivel país, el mayor número de especies conocidas para dichos géneros se encuentra en Sonora.

Se registraron 26 especies vegetales, las de mayor importancia en este estudio, fueron *Acacia cochliacanta*, *Jatropha cardiophylla* y *Mimosa laxiflora*. El suelo fue muy heterogéneo dentro de una misma localidad, en general fueron suelos gruesos y con bajos contenidos de materia orgánica, no se encontraron problemas de salinidad ni sodicidad.

La micobiota parece estar más influenciada por la vegetación existente en las localidades, sin embargo, la combinación de ciertos factores del abióticos explican parte de la variabilidad de las especies encontradas.

RECOMENDACIONES

Realizar muestreos más intensos y sistemáticos en otras localidades previamente estudiadas en Sonora, con el fin de conocer en la mayor medida posible la micobiota presente en las áreas de estudio, así como dar seguimiento estacional por más de un ciclo, de ser factible.

Estudiar otros grupos de hongos, *v.g.*, descomponedores así como microfauna del suelo en dichas localidades, para ahondar en la ecología de los sitios muestreados.

Realizar análisis físico y químico más profundos, con el objetivo de encontrar sustancias que puedan inhibir las fructificaciones de hongos gasteroides.

Tomar más datos *in situ* durante las recolecciones sobre la vegetación asociada y factores abióticos, como inclinación.

Aclarar problemas taxonómicos mediante técnicas moleculares, así como continuar con los ejemplares identificados solo hasta género.

LITERATURA CITADA

- Aparicio-Navarro, A., Quijada-Mascareña, A., Quintero-Ruiz, T., y Búrquez, A. 1994. Nuevos gasteromicetos para la micobiota de Sonora. México. *Ecológica* 3: 11-14.
- Bates, S. T., Roberson, R. W., y Desjardin, D. E. 2009. Arizona gasteroid fungi I: Lycoperdaceae (Agaricales, Basidiomycota). *Fungal Diversity* 37: 153-207.
- Calonge, F. 1998. *Flora Mycológica Ibérica Vol. 3: Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales*. Madrid: Real Jardón Botánico Madrid.
- Castellanos, J., Uvalle, J., y Aguilar, A. 2000. *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. México: INCAPA.
- Cavalier Smith, T. 1987. The origin of fungi and pseudofungi. En D. M. Rayner Alan, *Evolutionary biology of Fungi* págs. 339–353.. Canbridge: Cambridge Univ. Press.
- Cifuentes, J., Villedas, M., Pérez Ramírez, L., y Sierra, S. 1986. Hongos. En A. Lot, *Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. págs. 55-64. México Distrito Federal: UNAM-Consejo nacional de la Flora de México, A.C. .
- CONABIO. 2011. *Biodiversidad*. Recuperado el Septiembre de 2009, de Biodiversidad Mexicana: http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html
- CONABIO. 2008. *El Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México*. Recuperado el 13 de Mayo de 2011, de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/snib/doctos/acerca.html>
- CONEVYT. 1999. *Biodiversidad*. Obtenido de Biodiversidad en México: http://oregon.conevyt.org.mx/actividades/diversidad/lectura_biodiversidad.htm
- Dring, D. M. 1973. *Gasteromyces of West Tropical Africa*. CMI, Mycol.
- Ellis, J. 1983. Description of some new species of fungi. *Journal of Mycology* 3: 274.
- Esqueda, M. 1999. *Contribución al Conocimiento Taconómico y Ecológico de los Gasteromycetes en Sonora, México*. México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Esqueda, M., Coronado, M., Gutiérrez Saldaña, A. H., Valenzuela, R., Chacón, S., y Gilbertson, R. 2010. Hongos. En T. Van-Devender, y F. Molina Frener Edits., *Diversidad Biológica de Sonora* págs. 189-205. México: UNAM.
- Esqueda, M., Coronado, M., Sánchez, A., Pérez-Siva, E., y Herrera, T. 2006. Macromycetes of Pinacate and Great Altar Desert biosphere reserve, Sonora, México. *Mycotaxon* 95: 189-205.
- Esqueda, M., Herrera, T., Pérez-Silva, E., y Sánchez, A. 2003. Distribution of *Geastrum* species from some priority regions of conservation of biodiversity of Sonora, México. *Mycotaxon* 87:445-456
- Esqueda, M., Pérez-Silva, E., y Herrera, T. 1995a. New records of Gasteromycetes from México. *Doc. Mycol.* 98-100:151-160.
- Esqueda, M., Pérez-Silva, E., Herrera, T., y Moreno, G. 2000. Adiciones al conocimiento de los gasteromicetos de Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 14:41-52.
- Esqueda, M., Pérez-Silva, E., Herrera, T., y Villegas, R. E. 1996. Los Gasteromycetes citados de Sonora. *Vinculación* 1:3-16.
- Esqueda, M., Pérez-Silva, E., Herrera, T., Altés, A., y Moreno, G. 1998a. Tulostoma portotice Tulostomatales, Gasteromycetes from México. *Mycotaxon* 68:499-503.
- Esqueda, M., Pérez-Silva, E., Herrera, T., San Martín, F., y Santos-Guzmán, R. 1999. Macromicetos de selva baja caducifolia I: Álamos, Sonora, México. *Revista Mexicana de Micología* 15:73-78.
- Esqueda-Valle, M., Quintero-Ruiz, T., Pérez-Silva, E., y Aparicio-Navarro, A. 1990. Nuevos registros de gasteromycetes de Sonora. *Revista Mexicana de Micología* 6:207-220.
- Fischer, E. 1933. *Gastromyces* Vol. 7. Leipzig: Die Natur Pflanzen familien.
- Franco López, J., de la Cruz Agüero, G., Cruz Gómez, A., Rocha Ramírez, A., Navarrete Salgado, N., Flores Martínez, G., y otros. 1985. *Manual de Ecología*. México D.F. : Ed. Trillas.
- Fries, E. 1829. *Systema Mycologicum* Vol. II. Lund.
- García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. México DF: Offset Larios.

- Heim, R. 1971. The interrelationships between the Agaricales and Gasteromycetes. En *Evolution in Higher Basidiomycetes* pág. 505–534. Knoxville, Tennessee, United States: University of Tennessee Press.
- Herrera, T., y Guzmán, G. 1969. Macomicetos de las zonas áridas de México, II: Gasteromicetos. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México* 40:1-92.
- Herrera, T., y Ulloa, M. 2004. *El reino de los hongos, Micología Básica y aplicada*. México, Distrito Federal, México: Fondo de Cultura Económica.
- INAFED. 2005. *Enciclopedia de los Municipios de México*. Obtenido de Estado de Sonora: La Colorada:
<http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/sonora/municipios/26021a.htm>
- INAFED. 2005. *Enciclopedia de los Municipios de México*. Recuperado el 16 de Enero de 2011, de Estado de Sonora: La colorada:
<http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/sonora/municipios/26021a.htm>
- INEGI. 1982. *Carta Geológica, Sierra Libre*, H12-11. 1:250,000.
- Ingold, C. T. 1973. *The biology of fungi* 3rd ed.. London: Hutchinson y Co.
- Jülichque, W. 1989. *Guida alla determinazione dei funghi. Vol II. Aphyllophorales, Heterobasidiomycetes, Gastromycetes*. Trento: Ed. Saturnia.
- Keeling, Patrick, Brian, S., Leandar, y Alastair Simpson. 28 de Octubre de 2009. *Eukaryotes. Eukaryota, Organisms with nucleated cells*. . Recuperado el 6 de Enero de 2011, de The Tree of Life Web Project: <http://tolweb.org/Eukaryotes/3/2009.10.28>
- Kirk, P. P. 2001. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fung*. Wallingford: CAB International.
- Kreisel, H. Neoteny in the Phylogeny of Eumycota. En D. L. Hawksworth Ed., *Frontiers in mycology* págs. 69-83. Wallingford, UK: CAB International.
- León Gómez, C., y Pérez-Silva, E. 1988. Species de Nidulariales Gasteromycetes comunes en México. *Revista Mexicana de Micología*, 4, 161-183.
- Long, W. H., y Stouffer, D. J. 1948. Studies in the Gasteromycetes: XVI. The Geastraceae of the Southwestern United States. *Mycologia*, 40, 547-585.
- Martín, M. P., y Johannesson, H. 2000. *Battarrea phalloides* and *B. stevenii*, insight into a log-standing taxonomic puzzle. *Mycotaxon*, 76, 67-75.

- McDonald, G. 2003. *Biogeography: Space, Time and Life*. New York: John Wiley y Sons inc.
- Miller, O. 1983. Ectomycorrhizae in the Agaricales and Gasteromycetes. *Canadian Journal of Botany*, 909-916, 909-916.
- Miller, O. K., y Miller, H. H. 1988. *Gasteromycetes. Morphological and development features with keys to the orders, families, and genera*. Eureka, C.A. : Mad River Press.
- Moreno, G., Altés, A., y Wright, J. E. 1992. *Tulostoma squamosum*, *T. verrucosum* and *T. mussooriense* are the same species. 43, 61-68.
- Moreno, G., Altés, A., Ochoa, C., y Wright, J. E. 1995. Contribution to the study of Tulostomataceae in Baja Caclifornia México. I. *Mycologia*, 87, 96-120.
- Moreno, G., Esqueda, M., Perez-Silva, E., Herrera, T., y Altés, A. 2007a. Some Interesting Gasteroid and Secotiid Fungi from Sonora, México. *Persoonia*, 19, 265-280.
- Moreno, G., Kreisel, H., y Altés, A. 2001. Notes on the genus *Tulostoma* in H. Kreisel's herbarium. *Cryptogamie Mycologique*, 22, 37-66.
- Mueller, G. M., y Schmit, J. P. 2007. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? *Biodivers. Conserv.*, 16, 1-5.
- Mueller, G. M., BILLS, G. F., y Foster, M. S. 2004. *Biodiversity of the Fungi. Inventory and Monitoring Methods*. San Diego: Elsevier.
- Pegler, D., Laessoe, T., y Spooner, B. 1995. *British puffballs, earthstars and stinkhorns; an account of the british gasteroid fungi*. Gran Bretaña: Royal Botanic Garden.
- Pérez-Silva, E., Esqueda, M., y Herrera, T. 1994. Contribución al conocimiento de los gasteromicetos de Sonora, México. *Revista Mexicana e Micología* 10, 77-101.
- Pérez-Silva, E., Esqueda, M., Herrera, T., Moreno, G., y Altés, A. 2000. *Disciseda verrucosa* Gasteromycetes in México. *Mycotaxon* 76, 337-341.
- Persoon, D. H. 1801. *Synopsis Methodica Fungorum*. Gottingae.
- Piña, C. 2010a. *Diversidad de Hongos Gasteroides en la Sierra de Mazatán, Sonora*. Hermosillo, Sonora: Universidad de Sonora.
- Piña, C., Esqueda, M., Altés, A., y Gutiérrez, A. 2010b. First record of *Tulostoma gracilipes* Agaricales, Agaricaceae for the Americas. *Mycotaxon*, 113, 371-376.
- Rimóczi, I. 1995. Coenological and ecological characterization of some Hungarian fungal species from the class Gasteroymycetes. *Document Mycologique*, 98-100, 401-408.

- Rodríguez Alcantar, O., Cedaño, M., Villaseñor, L., y Arias García, A. 2002. *Guía Ilustrada de Hongos del bosque La Primavera*. Zapopan, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., y Llorente-Bousquets, J. 2009. Conocimiento actual, evaluación. En *Capital Natural de México* pág. 104. México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- SEMARNAT. 2001. *Cruzada Nacional por los Bosques y el Agua*. Recuperado el Septiembre de 2009, de ¿Qué es Biodiversidad?: <http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/iii.html>
- Shcmit, J. P., y Mueller, G. M. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity and Conservation* 16, 99-111.
- Singer, R. 1962. *The Agaricales in Modern Taxonomy*. Weinheim, Alemania: J. Cramer.
- SPP. 1981a. Carta de Climas, Tijuana. 1:1,000,000.
- SPP. s.f.. Carta Edafológica H12-11. 1:250,000.
- SPP. 1981b. Carta Fisiográfica, Tijuana 1:100,000.
- SPP. 1981c. Carta Hidrológica, Aguas Subterráneas 1:1,000,000.
- SPP. 1981d. Carta Hidrológica, Aguas Superficiales. 1:1,000,000.
- Sunhede, S. 1989. *Geastraceae Basidiomycotina Morphology, Ecology, and Systematics with Special Emphasis on the North European Species*. Oslo, Norway: Synopsis Fungorum 1 Fungiflora.
- Thiers, H. 1984. The Secotioid Syndrome. *Mycologia*, 76, 1-8.
- Ying, J., Mao, X., Ma, Q., Zong, Y., y Wen, H. 1987. *Icones of Medicinal Fungi from China*. Beijing: Science Press.

APÉNDICES

Apéndice 1. Hongos gasteroides registrados para Sonora.

<i>Abstoma pampeanum</i> Speg.) J.E. Wright y V.L. Suárez 6)
<i>Abstoma reticulatum</i> G. Cunn. 3, 4, 5, 6)
<i>Agaricus aridicola</i> Geml, Geiser y Royse [<i>Gyrophragmium dunalii</i> Fr.) Zeller] 2, 4, 5, 6, 18, 21)
<i>Agaricus deserticola</i> G. Moreno, Esqueda y Lizárraga [<i>A. texensis</i> Berk. y M.A. Curtis) Geml y al.; <i>Longula texensis</i> Berk. y M.A. Curtis) Zeller] 9, 20, 19)
<i>Arachnion album</i> Schwein. 5, 9, 21)
<i>Araneosa columellata</i> Long 6, 9, 19)
<i>Astraeus hygrometricus</i> Pers.) Morgan 2, 5, 6, 8, 9, 21, 28)
<i>Battarrea phalloides</i> Dicks.) Pers. [<i>Battarrea stevenii</i> Libosch.) Fr.] 2, 5, 10, 18)
<i>Battarreoides diguetii</i> Pat. y Har.) R. Heim y T. Herrera 2, 4, 5, 6, 9, 13, 16, 21)
<i>Bovista acuminata</i> Bosc) Kreisel 5, 6, 8, 9, 21)
<i>Bovista aestivalis</i> Bonord.) Demoulin 9)
<i>Bovista gunnii</i> Berk.) Kreisel 5, 6, 8, 9, 21)
<i>Bovista longispora</i> Kreisel 5, 6, 9, 21)
<i>Bovista pusilla</i> Batsch) Pers. 2, 4, 5, 21)
<i>Calvatia bicolor</i> Lév.) Kreisel 9, 19)
<i>Calvatia craniiformis</i> Schwein.) Fr. 6, 9, 19)
<i>Calvatia cyathiformis</i> Bosc) Morgan 4, 5, 6, 8, 9)
<i>Calvatia fragilis</i> Vittad.) Morgan 6, 8, 9)
<i>Calvatia pygmaea</i> R.E. Fr.) Kreisel, G. Moreno, C. Ochoa y Altés 13, 19)
<i>Calvatia rubroflava</i> Cragin) Lloyd 2, 28)
<i>Calvatia rugosa</i> Berk. y M.A. Curtis) D.A. Reid 2, 5, 6, 8)
<i>Chlamydopus meyenianus</i> Klotzsch) Lloyd 2, 5, 18, 21)
<i>Clathrus columnatus</i> Bosc [<i>Linderia columnata</i> Bosc) G. Cunn.] 6, 9)
<i>Crucibulum laeve</i> Huds.) Kambly 2, 5, 21)
<i>Cyathus setosus</i> H.J. Brodie 5, 8, 21, 23)
<i>Cyathus stercoreus</i> Schwein.) De Toni 2, 5, 6, 8, 9, 21, 28)
<i>Dictyocephalos attenuatus</i> Peck) Long y Plunkett 6)
<i>Disciseda bovista</i> Klotzsch) Henn. 4, 5, 6, 9, 21)
<i>Disciseda calva</i> Z. Moravec) Z. Moravec 5, 6, 8, 9, 21)
<i>Disciseda cervina</i> Berk.) Hollós 3, 5, 6, 9)
<i>Disciseda hyalothrix</i> Cooke y Massee) Hollós [<i>Disciseda pedicellata</i> Morgan) Hollós] 3, 6, 8, 9, 13, 19, 28)
<i>Disciseda stuckertii</i> Speg.) G. Moreno, Esqueda y Altés [<i>Abstoma stuckertii</i> Speg.) J.E. Wright y V.L. Suárez; <i>Disciseda muelleri</i> Berk.) G. Cunn.] 4, 5, 6, 13, 19, 21)
<i>Disciseda verrucosa</i> G. Cunn. [<i>Disciseda hypogaea</i> Cooke y Massee) G. Cunn.] 1, 5, 6, 8, 9, 13, 19, 23)
<i>Endoptychum arizonicum</i> Shear y Griffiths) Singer y A.H. Sm. 2, 4, 5, 6, 9, 13, 18, 19, 21)
<i>Endoptychum depressum</i> Singer y A.H. Sm. 2, 5, 6, 18)

Apéndice 1. Continuación...

Gastropila fumosa Zeller) P. Ponce de León [*Calvatia fumosa* Zeller] 6)
Geastrum berkeleyi Masee 13)
Geastrum campestre Morgan 4, 5, 11, 22)
Geastrum corollinum Batsch) Hollós 6, 8, 9, 11)
Geastrum coronatum Pers. 11)
Geastrum fimbriatum Fr. 8, 9, 11, 22)
Geastrum floriforme Vittad. 8, 9, 11, 22)
Geastrum fornicatum Huds.) Hook. 11, 22)
Geastrum kotlabae V.J. Staněk [*Geastrum drummondii* Berk.] 2, 5, 6, 8, 11, 13, 18)
Geastrum lageniforme Vittad. 6, 8, 9, 11, 22)
Geastrum minimum Schwein. 6, 8, 9, 11, 13, 22)
Geastrum pectinatum Pers. 1, 5, 6, 9, 11, 22)
Geastrum pouzarii V.J. Staněk 9, 11)
Geastrum pseudolimbatus Hollós 9, 11)
Geastrum quadrifidum DC. 2, 5, 11, 18, 22)
Geastrum saccatum Fr. 2, 5, 6, 8, 9, 11, 22, 28)
Geastrum schimidelii Vittad. 13)
Geastrum schweinitzii Berk. y M.A. Curtis) Zeller 6, 9, 22)
Geastrum striatum DC. 6, 9, 11)
Geastrum triplex Jungh. 6, 9, 11, 22)
Geastrum xerophilus Long 3, 5, 6, 9, 11, 22)
Itajahya galericulata A. Møller 4, 5, 6, 18)
Lycoperdon curtisii Berk. 5, 21)
Lycoperdon decipiens Durieu y Mont.[14] Ver pie de Tabla
Lycoperdon ericaeum Bonord. 9)
Lycoperdon excipuliforme Scop.) Pers.[*Handkea excipuliformis* Scop.) Kreisel] 5, 21)
Lycoperdon fuligineum Berk. y M.A. Curtis[*Morganella fuliginea* Berk. y M.A. Curtis) Kreisel y Dring] 2, 5, 27)
Lycoperdon fuscum Bonord. 5, 8, 9, 21, 28)
Lycoperdon lividum Pers. 9)
Lycoperdon marginatum Vittad. 6, 9)
Lycoperdon molle Pers. 9)
Lycoperdon muscorum Morgan 6)
Lycoperdon peckii J.B. Morgan 2, 5, 6, 9, 16)
Lycoperdon perlatus Pers. 5, 6, 9, 21)
Lycoperdon perlatus var. *excoriatum* Lloyd) F. Šmarda 2)
Lycoperdon pratense Pers. [*Vascellum pratense* Pers.) Kreisel] 2, 5, 9, 21)
Lycoperdon pyriforme Schaeff. 5, 6, 9, 21)
Lycoperdon rimulatum Peck 5, 6, 9, 21)
Lycoperdon spadiceum Pers. 9, 10, 21)
Lycoperdon subincarnatum Peck 8)
Lycoperdon umbrinum Pers. 2, 5, 8, 28)

Apéndice 1. Continuación...

Lycoperdon utriforme Bull. [*Handkea utriformis* Bull.) Kreisel] 5, 21)
Mesophelliopsis pernambucensis Bat. y A.F. Vital 8)
Montagnea arenaria DC.) Zeller 1, 4, 5, 6, 9, 13, 21)
Morganella mexicana Zeller 5, 27)
Mycenastrum corium Guers.) Desv. 2, 5, 6, 9, 17, 21)
Myriostoma coliforme Dicks.) Corda 5, 8, 21)
Phallus impudicus var. *imperialis* Schulzer) Ulbr. 2, 5, 18)
Phellorinia herculeana Pall.) Kreisel emend. Demoulin [*Phellorinia inquinans* Berk.] 1, 5, 6, 9, 13)
Pisolithus arhizus Scop.) Rauschert 2, 5, 6, 9, 21)
Podaxis pistillaris L.) Fr. 2, 4, 5, 6, 9, 13, 18)
Radiigera fuscogleba Zeller 6, 9)
Radiigera taylorii Lloyd) Zeller [16]
Schizostoma laceratum Ehrenb. 1, 4, 5, 6, 9, 13)
Scleroderma albidum Pat. y Trab. 2, 5, 6, 9, 21)
Scleroderma areolatum Ehrenb. 5, 6, 9, 21)
Scleroderma cepa Pers. 2, 5)
Scleroderma laeve Lloyd 5, 9, 21)
Scleroderma reae Guzmán 3, 5, 6, 9)
Scleroderma verrucosum Bull.) Pers. 5, 6, 9, 21)
Tulostoma albicans V.S. White 5, 7, 9, 12, 13, 17)
Tulostoma amnicola Long y S. Ahmad 9)
Tulostoma beccarianum Bres. 9, 12)
Tulostoma chudaei Pat. 9, 12)
Tulostoma cretaceum Long 12, 13)
Tulostoma cyclophorum Lloyd 12)
Tulostoma fimbriatum Fr. 6, 9, 12, 13, 28)
Tulostoma fimbriatum var. *campestre* Morgan) G. Moreno 4, 5, 6, 7, 8, 26, 28)
Tulostoma floridanum Lloyd 12, 28)
Tulostoma gracilipes J.E. Wright 25)
Tulostoma involucreatum Long 9, 12, 13)
Tulostoma leiosporum Fr. [*Tulostoma exitum* Long y S. Ahmad] 9, 12, 13)
Tulostoma macrosporum G. Cunn. 9, 12)
Tulostoma melanocyclum Bres. 9, 12)
Tulostoma mohavei Lloyd 13)
Tulostoma nanum Pat.) J.E. Wright [*Tulostoma carneum* Pat.] 2, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 26)
Tulostoma obesum Cooke y Ellis 12, 13)
Tulostoma occidentale Lloyd 5, 7, 12, 17)
Tulostoma operculatum Long y S. Ahmad 9)
Tulostoma portoricense J.E. Wright 7, 12)
Tulostoma pulchellum Sacc. 9, 12)
Tulostoma puncticulosum Long y S. Ahmad 9)
Tulostoma pygmaeum Lloyd 9, 13)

Apéndice 1. Continuación...

Tulostoma squamosum Pers. 12)
Tulostoma striatum G. Cunn. 2, 4, 5, 7, 12, 23)
Tulostoma subfuscum V.S. White 9)
Tulostoma submembranaceum G. Moreno, C. Ochoa y J.E. Wright 12)
Tulostoma xerophilum Long 5, 6, 7, 9, 12, 13, 22)

Las referencias bibliográficas correspondientes a los números indicados en las especies se enlistan a continuación: [1]Aparicio-Navarro *et al.* 1994). [2] Esqueda *et al.* 1990). [3]Esqueda *et al.* 1995a). [4]Esqueda *et al.* 1995b). [5]Esqueda *et al.* 1996). [6]Esqueda *et al.* 1998a). [7]Esqueda *et al.* 1998b). [8]Esqueda *et al.* 1999). [9]Esqueda *et al.* 2000). [10]Esqueda *et al.* 2002). [11]Esqueda *et al.* 2003). [12] Esqueda *et al.* 2004). [13]Esqueda *et al.* 2006). [14] Esqueda *et al.* 2009). [15] Esqueda *et al.* 2010). [16] Guzmán 1972). [17]Guzmán 1975). [18]Guzmán y Herrera 1969). [19]Moreno *et al.* 2007). [20]Pérez-Silva y Herrera 1991). [21]Pérez-Silva *et al.* 1994). [22]Pérez-Silva *et al.* 1999). [23]Pérez-Silva *et al.* 2000). [24]Pérez-Silva *et al.* 2006). [25]Piña *et al.* 2010)[26]Wright 1987). [27]Wright *et al.* 1972). [28]Zeller 1948).

Apéndice 2. Índices de Similitud de Jaccard de la micobiota por cuadrante

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
C1	1	0.11	0	0.08	0.2	0	0	0	0	0.07	0.25	0	0.11	0.1	0.1	0.14	0.11	0.07	0.13	0.07
C2		1	0.1	0.06	0.11	0	0	0.15	0.06	0.12	0.17	0	0.4	0.07	0.07	0.2	0.17	0.27	0.3	0.12
C3			1	0.07	0	0.11	0	0	0.17	0.07	0.1	0	0.1	0.09	0.09	0	0	0.07	0	0.07
C4				1	0.08	0.06	0	0.19	0.24	0.1	0.13	0.13	0.13	0.19	0.36	0	0.13	0.28	0.13	0.05
C5					1	0	0.33	0	0.08	0	0.25	0.13	0.25	0.22	0.1	0.33	0.11	0.25	0.5	0.15
C6						1	0	0.08	0.14	0.2	0.08	0	0	0.08	0.08	0	0	0.06	0	0.13
C7							1	0	0.1	0	0.14	0.17	0.14	0	0	0.2	0	0.08	0.17	0
C8								1	0.13	0.11	0.25	0.08	0.15	0	0.07	0	0.15	0.18	0.08	0
C9									1	0.1	0.21	0.14	0.31	0.2	0.38	0.07	0.13	0.29	0.07	0.1
C10										1	0.12	0	0.06	0.11	0.05	0.13	0.06	0.09	0.06	0.09
C11											1	0.08	0.27	0.07	0.15	0.2	0.17	0.36	0.3	0.12
C12												1	0.08	0	0	0.1	0.08	0.2	0.09	0
C13													1	0.15	0.15	0.2	0.17	0.36	0.44	0.12
C14														1	0.33	0.08	0.15	0.11	0.17	0.18
C15															1	0.08	0.25	0.11	0.08	0.11
C16																1	0.09	0.13	0.38	0.06
C17																	1	0.12	0.18	0.12
C18																		1	0.38	0.2
C19																			1	0.2
C20																				1

Apéndice 3. Índices de similitud de la vegetación por cuadrante.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
C1	1	0.6	0.25	0.6	0.1	0.33	0.29	0	0.18	0.1	0.25	0	0.25	0.1	0.17	0.33	0.14	0.17	0.1	0.22
C2		1	0.25	0.6	0.1	0.5	0.5	0	0.18	0.1	0.25	0	0.25	0.1	0.17	0.5	0.14	0.17	0.1	0.22
C3			1	0.25	0.3	0.27	0.1	0	0.36	0.08	0.2	0	0.33	0.18	0.29	0.27	0.43	0.23	0.18	0.44
C4				1	0.22	0.5	0.5	0.2	0.3	0.22	0.25	0.11	0.43	0.1	0.4	0.5	0.14	0.17	0.22	0.22
C5					1	0.25	0.2	0.13	0.33	0.17	0.08	0.08	0.3	0.17	0.11	0.25	0.22	0.21	0.17	0.27
C6						1	0.44	0.11	0.42	0.15	0.27	0.08	0.4	0.25	0.38	0.6	0.33	0.29	0.25	0.36
C7							1	0.17	0.27	0.2	0.22	0.22	0.22	0.09	0.14	0.44	0	0.07	0.2	0.2
C8								1	0.22	0.13	0	0.14	0.14	0	0.25	0.11	0	0.09	0.13	0
C9									1	0.14	0.25	0.15	0.36	0.33	0.33	0.31	0.44	0.36	0.33	0.6
C10										1	0.18	0.44	0.18	0.08	0.11	0.15	0.1	0.06	0.17	0.08
C11											1	0.2	0.33	0.44	0.29	0.4	0.25	0.33	0.3	0.3
C12												1	0.2	0.18	0.13	0.08	0	0.07	0.44	0.18
C13													1	0.3	0.5	0.56	0.25	0.33	0.44	0.3
C14														1	0.25	0.25	0.38	0.31	0.27	0.4
C15															1	0.38	0.4	0.18	0.43	0.25
C16																1	0.2	0.29	0.25	0.25
C17																	1	0.27	0.22	0.57
C18																		1	0.13	0.31
C19																			1	0.4
C20																				1

