

**CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS Y SU RELACIÓN CON LA
ESTRUCTURA VEGETAL EN EL PARQUE NACIONAL “CUMBRES DE
MAJALCA”, MUNICIPIO DE CHIHUAHUA, CHIH.**

POR:

JANETH ESMERALDA BARRAZA DOMÍNGUEZ

CARLA VALDÉS CASTRO

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniera en Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Zootecnia y Ecología

Chihuahua, Chih. México

Junio 2012

Clasificación de los hongos y su relación con la estructura vegetal en el parque nacional “Cumbres de Majalca”, Municipio de Chihuahua, Chih. Tesis presentada por Janeth Esmeralda Barraza Domínguez y Carla Valdés Castro como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Ecología, ha sido aprobada y aceptada por:

M.A. Luis Raúl Escárcega Preciado
Director de la Facultad de Zootecnia y Ecología

M.C. Josefina Domínguez Holguín
Secretaria Académica

Ph. D. Felipe Alonso Rodríguez Almeida
Secretario de Investigación y Posgrado

Ph. D Ana Luisa Rentería Monterrubio
Coordinadora de Investigación y Posgrado

M.C Jesús Sáenz Aragón
Presidente

Fecha

Comité:
M. C. Jesús Sáenz Aragón
M. C. Jesús Ricardo Mendoza Fernández
M.P.E.A. Nelson Aguilar Palma

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la vida por brindarme la oportunidad de llegar hasta donde estoy.

Gracias a mi padre, a mi madre y hermanos por estar conmigo en cada momento.

Gracias a mis compañeras y jefes de trabajo por apoyarme en esta trayectoria.

Gracias a mis amigos, todos ellos, por estar conmigo en las buenas y en las malas.

Gracias a Luis Contreras y a Adrián Barraza quienes colaboraron en el trabajo de campo.

Gracias a los profesores, que con su conocimiento ayudaron a culminar este trabajo.

Gracias a los profesores que integraron el Comité de tesis, M.C. Jesús Sáenz Aragón, M.P.E.A. Nelson Aguilar Palma y al M. C. Jesús Ricardo Mendoza Fernández, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

Gracias también al M. C. Jesús García y al Biólogo Hugo Bolaños quienes nos brindaron cordialmente su asesoría.

Gracias al Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI 2010-2011) de la Secretaría de Educación Pública (SEP), por el recurso brindado para la impresión y empastado de este trabajo.

Gracias a la Comisión Nacional Forestal, quienes brindaron recurso económico para la realización de este trabajo.

Finalmente gracias al Ing. Miguel Mendoza, Director del Área Natural Protegida Parque Nacional Cumbres de Majalca y a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por facilitar los medios para la investigación.

Janeth Esmeralda Barraza Domínguez.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer a Dios por la oportunidad de terminar esta etapa de mi vida y por proveerme de salud para alcanzar este deseo.

Gracias a mis padres quienes supieron apoyarme con paciencia y cariño, y quienes sembraron en mí el anhelo de ser una persona llena de aspiraciones.

Gracias a mi hermano, mi mejor amigo, por su bella e incomparable compañía, y por tener siempre para mí una palabra de aliento.

Gracias a mis amigos con quienes he compartido los momentos más felices de mi vida y la hermosura que envuelve a la sencillez de la misma.

Gracias a mi asesora y maestra la Ph. D Alicia Melgoza, de quien aprendí tantas cosas y a quién siempre le estaré agradecida por su ejemplo, dedicación y cariño.

Gracias a Luis Contreras y a Adrián Barraza quienes colaboraron en el trabajo de campo.

Gracias a los profesores que integraron el Comité de tesis, M.C. Jesús Sáenz Aragón, M.P.E.A. Nelson Aguilar Palma y al M. C. Jesús Ricardo Mendoza Fernández, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

Gracias también al M. C. Jesús García y al Biólogo Hugo Bolaños quienes nos brindaron cordialmente su asesoría.

Gracias al Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI 2010-2011) de la Secretaría de Educación Pública (SEP), por el recurso brindado para la impresión y empastado de este trabajo.

Gracias a la Comisión Nacional Forestal quienes aprobaron el recurso económico para llevar a cabo esta investigación.

Finalmente gracias al Ing. Miguel Mendoza, Director del Área Natural Protegida Parque Nacional Cumbres de Majalca y a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por facilitar los medios para la investigación.

Carla Valdés Castro.

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar este trabajo de tesis principalmente a mi padre Salvador Barraza Roacho, a mi madre Graciela Domínguez Domínguez, porque sin su apoyo no hubiera podido cumplirse este sueño.

A mis hermanos, Adrián Salvador y Cristian Vanessa.

A mis amigas y compañeras de trabajo Laura Ponce y Luz Esther De León por su ayuda a lo largo de mi preparación profesional.

A mi jefe de trabajo José Luis Perales quien siempre se comportó muy accesible y comprensivo con mi situación de estudiante.

A mis amigos y compañeros de escuela, Leonela Ramírez, Sergio Luevano y Manuel Corrales por su apoyo incondicional.

Y por último, a la también autora de este trabajo, Carla Valdés, por ir de la mano conmigo en este sueño.

Janeth Esmeralda Barraza Domínguez.

DEDICATORIA

Este trabajo producto de nuestro esfuerzo quisiera dedicarlo principalmente a mi padre Guillermo Valdés Zaragoza, y a mi madre Guillermina Castro García, porque ha sido por ellos que esto ha transitado de ser un sueño a ser algo factible.

Con dedicación especial para mi hermano David Valdés, y a toda mi familia que tanto amo y de la cual me siento plenamente orgullosa.

A mis amigos y compañeros de clases, Leonela Ramírez, Sergio Luevano y Manuel Corral por tantos momentos bellos que compartimos a través del tiempo.

Con cálida dedicación a mi compañero de vida, el ave Alberto Urueta Ríos (D.E.P.) por su hermosa y única compañía, por su paciencia y enseñanzas, por su sincero amor y por tantos bonitos recuerdos que vivirán en mí para siempre.

Y finalmente a la también autora de este trabajo, Esmeralda Barraza, por quererla tanto como a una hermana y por compartir con ella la satisfacción de este logro.

De corazón, gracias a todos ustedes por marcar la hermosa diferencia en mi vida.

Carla Valdés Castro.

CURRICULUM VITAE

Janeth Esmeralda Barraza Domínguez nació el 5 de Julio de 1989, en la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México.

2004 - 2007	Preparatoria Maestros Mexicanos, Chihuahua, Chih.
2007 - 2011	Cursó la Licenciatura de Ingeniero en Ecología en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua.
Marzo - Mayo de 2010	Prácticas Profesionales realizadas en Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología Municipal, Chihuahua, Chih.
Abril - Noviembre de 2011	Servicio Social realizado en la Comisión Nacional Forestal, en el Departamento de Servicios Ambientales, Chihuahua, Chih.

CURRICULUM VITAE

Carla Valdés Castro nació el 31 de Agosto de 1989, en la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México.

2004 - 2007 Colegio Bachilleres Plantel No. 3 en Chihuahua, Chih.

2007 - 2011 Cursó la Licenciatura de Ingeniero en Ecología en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Marzo - Mayo de 2010 Prácticas Profesionales realizadas en Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología Municipal, Chihuahua, Chih.

Abril - Diciembre de 2011 Servicio Social realizado en la Comisión Nacional Forestal, en el Departamento de Silvicultura Comunitaria, Chihuahua, Chih.

RESUMEN

CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS Y SU RELACIÓN CON LA ESTRUCTURA
VEGETAL EN EL PARQUE NACIONAL “CUMBRES DE MAJALCA”,
MUNICIPIO DE CHIHUAHUA, CHIH.

POR:

Janeth Esmeralda Barraza Domínguez

Carla Valdés Castro

Ingeniería en Ecología

Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

Presidente: M. C. Jesús Sáenz Aragón

Desde tiempos remotos se ha considerado que la presencia de los hongos tiene un importante nicho ecológico por su capacidad de ayudar a los ecosistemas a ser más resistentes ante las adversidades climatológicas, patológicas y a descomponer la materia orgánica. Algunos de ellos tienen altas propiedades nutricionales y/o medicinales siendo aprovechadas por los seres vivos. Algunas especies de hongos son considerados altamente peligrosos por la presencia de toxinas venenosas, las cuales al ser ingeridas pueden provocar un daño severo en la salud e incluso ser mortales. Por estas razones se busca mediante su estudio conocer las propiedades de las especies de este reino para darle un mejor uso. Este trabajo se orienta a determinar si existe una relación significativa entre algunas variables fisiográficas (tipos de vegetación, rangos de pendiente, espesor de mantillo, altitud sobre el nivel del mar) y la presencia de

cuerpos fructíferos de hongos. También se clasificaron las especies según su requerimiento ecológico y aprovechamiento. Mediante un muestreo aleatorio estratificado con la variable fisiográfica pendiente, se busca conocer si existió la correlación entre la abundancia y la diversidad de las especies de hongos dentro del Parque. Se desarrolló una regresión exponencial y una prueba de t con varianzas heterogéneas significativas entre los 2 primeros estratos. También se realizó una regresión lineal y el Análisis de la Varianza (ANOVA) para la variable mantillo y la biodiversidad, así mismo se utilizó el Índice de Shannon y el Valor de Importancia Biológico (VIB) para conocer la importancia de cada una de las especies dentro del muestreo. Lo anterior dió como resultado una relación significativa entre las variables pendiente ($P \leq 0.00005$) y mantillo ($P \leq 0.027$) con la presencia cuerpos fructíferos. Se encontraron 37 géneros y 59 especies entre las cuales destacaron las especies ectomicorrízicas con 30 especies de las cuales 15 son comestibles, 3 no comestibles y 12 tóxicos; 16 especies saprófitas, de las cuales 8 son comestibles, 4 no comestibles y 4 tóxicas; 6 especies lignícolas de las cuales 2 son comestibles y 4 no lo son; 4 especies parásitas no comestibles, y 3 especies coprófilas de las cuales 1 es comestible y 2 son tóxicas.

ABSTRACT

CLASIFICACION OF FUNGUS AND THEIR RELATIONSHIP WITH VEGETAL STRUCTURE OF “CUMBRES DE MAJALCA” NATIONAL PARK, CHIHUAHUA, MEXICO.

BY:

Janeth Esmeralda Barraza Domínguez

Carla Valdés Castro

From ancient times it has been considered that the existence of fungus had an important ecological niche due to their ability to separate organic matter and to help ecosystems to be more resistant to weather and pathological adversities. Likewise it has shown that some of them have high nutritional and/or medicinal values which are exploited by humans. Some species of fungus are considered highly dangerous for the presence of poisonous toxins which, at the moment of being consumed, may cause severe damage to health and might even cause death. For these reasons throughout this study we attempt to know the properties of the species of this kingdom so we can subsequently give them a correct use. The objectives of this research were aimed to determine if there is a significant relationship between some physiographic variables (vegetation types, ranges of slope, thickness of mulch, altitude above the sea level) and the existence of fruiting fungus bodies. Species were also classified according to their ecological requirements and use. A method was developed using a stratified random sampling system using the physiographic variable slope to learn the correlation between such variable, the abundance and diversity of species of fungus inside “Cumbres de Majalca” National Park. To analyze such

a correlation using an exponential regression and *t* test with significant heterogeneous variances between the first two layers (0-10% and 10-20%)J. Also performs a linear regression and ANOVA for the variable mulch and biodiversity, likewise uses the Shannon index and the VIB to know the importance of each of the species within the sampling. The above gives as a result a significant relationship between the variables ($P \leq 0.00005$) for slope and ($P \leq 0.027$) for mulch, featuring fruiting fungus bodies. Found 37 genus and 59 species among which ectomycorrhizals with 30 species are highlighted, of which 15 are edible, 3 are inedible and 12 are toxic; 16 saprotrophic species, of which 8 are edible, 4 are inedible and 4 are toxic; 6 lignicole species, of which 2 are edible and 4 are not; 4 inedible parasitic species and 3 species coprophile of which is edible, and 2 are toxic.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xiii
LISTA DE CUADROS.....	xvii
LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE	xviii
LISTA DE FIGURAS.....	xix
LISTA DE FIGURAS DEL APÉNDICE.....	xx
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Morfología de los hongos.....	4
Posición Taxonómica.....	5
Influencia del clima sobre los hongos	7
Características ecológicas de los hongos	8
Tipos de simbiosis de los hongos.....	9
Simbiosis micorrízica:	9
Simbiosis con animales:.....	9
Otro tipo de simbiosis	10
Fructificación de los hongos.....	10

Clasificación de los hongos	11
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Ubicación y descripción del Área de estudio	14
Características biológicas del área de estudio	21
Materiales	27
Análisis estadístico.....	27
Índice de Biodiversidad de Shannon- Wiener.....	34
Equitatividad.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
APÉNDICE	50

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Sitios de muestreo por estratos de pendiente en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”	30
2	Bases de logaritmos y sus valores para obtener el índice de Shannon – Wiener	36
3	Número de las especies de hongos y su clasificación en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”	38
4	Sitios de muestreo por comunidad vegetal en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”	39

LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro		Página
1	Coordenadas de los sitios de muestreo en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	51
2	Clasificación de hongos según su requerimiento ecológico y aprovechamiento del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	54
3	Abundancia y riqueza por comunidad vegetal dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	57
4	Análisis de varianza de la correlación de mantillo vs. Abundancia del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	58
5	Precipitaciones y temperatura media anual del Estado de Chihuahua.....	59
6	Prueba <i>t</i> para estratos de pendiente de 0–10% y de 10-20% del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	60
7	Índice de Shannon-Wiener de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	61
8	Valor de Importancia Biológico de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	15
2	Mapa de Edafología del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	18
3	Mapa de Hidrología del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	20
4	Mapa de Climas del Parque Nacional “Cumbres de Majalca.....	22
5	Mapa de Precipitación del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	23
6	Mapa de Tipos de Vegetación del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	26
7	Mapa de Área de estudio y ubicación de sitios en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	29
8	Mapa de Pendientes del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	31
9	Relación Comunidad Vegetal – Biodiversidad del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	41
10	Regresión lineal del Índice de abundancia vs. Mantillo del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	42
11	Regresión exponencial con el promedio de abundancia por especie vs. estratos de pendiente del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	44
12	Relación de la Abundancia de especies con el Valor de Importancia Biológico (VIB) del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.....	45

LISTA DE FIGURAS DEL APÉNDICE

Figura		Página
1	Altitud Media con error estándar por estrato de pendiente del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”	68
2	Precipitación y Temperatura media en el mes de Agosto del Estado de Chihuahua.....	69

INTRODUCCIÓN

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) busca conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos a través de las Áreas Naturales Protegidas y los Programas de Desarrollo Regional Sustentable. Estos programas buscan reducir la pobreza y marginación de las comunidades rurales e indígenas presentes en dichas áreas protegidas, las cuales aseguran una adecuada cobertura y representatividad biológica. Se busca conjugar metas de conservación ambiental con el bienestar social. En el año 2001 la CONANP nombró distintas categorías de ANP; 1) Las Reservas de la Biosfera, 2) Parques Nacionales, 3) Monumentos Naturales, 4) Áreas de Protección de Recursos Naturales, 5) Áreas de Protección de Flora y Fauna, y 6) Santuarios.

Los Parques Nacionales buscan conservar extensiones biogeográficas con representatividad nacional, protegiendo los ecosistemas que sean de importancia por su belleza, su valor científico e histórico, educativo, por la presencia de flora y fauna, por su capacidad turística y/o por otras razones de interés general (CONANP, 2011).

El ANP “Cumbres de Majalca” ubicado en el municipio y estado de Chihuahua fue decretado dentro de la categoría de Parque Nacional el 1ero de Septiembre de 1939, teniendo una superficie total de 4, 773 ha. No obstante, existen presiones que amenazan la calidad del Parque Nacional, el cual ya se encuentra fuertemente alterado por las actividades antropogénicas, dado que en su interior vive un número considerable de habitantes, otro de los

graves problemas que presenta el Parque es la erosión hídrica y degradación de suelos que son afectados por el uso de vehículos automotores, la expansión de la frontera agrícola, las malas prácticas turísticas y la explotación no planificada de los recursos forestales maderables y no maderables, teniendo como resultado la pérdida de cobertura vegetal y la potencialidad de generar materia orgánica.

Una alternativa para la restauración del ecosistema es la presencia de los hongos, que mediante su micelio (fase alimentaria o nutricional del hongo); contribuye a darle estructura y estabilidad al suelo, reduciendo la erosión y mejorando la capacidad de retención del agua. Siendo esto de suma importancia para el mantenimiento de la diversidad vegetal y de los microorganismos del suelo, la productividad y para la restauración de ecosistemas perturbados (Montaño *et al.*, 2007). Las especies de hongos ectomicorrizicos son depositados naturalmente en la raíz de la especies forestales dando como resultado una asociación simbiótica entre estos organismos; es decir, tienen la propiedad de crear una relación de mutuo beneficio, favoreciendo en el crecimiento y desarrollo de ambos, haciendo a las plantas más tolerantes a los agentes patógenos y teniendo una mejor absorción de los nutrientes como el Nitrógeno (N), el Fósforo (P) y el agua. Cabe destacar que el Parque Nacional “Cumbres de Majalca” no cuenta con investigaciones previas sobre el uso y la importancia de los hongos, los cuales tienen un gran valor ecológico, social y económico; por lo que se pretende humildemente que este trabajo sea pionero para futuros estudios que se enfoquen a la protección y restauración del ANP.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar una clasificación de especies de hongos y analizar su relación con algunas variables fisiográficas en el P. N. “Cumbres de Majalca”.

Objetivos específicos

- Hacer un listado, identificar y clasificar las especies que tengan la característica natural de ser ectomicorrízicos, los que sean comestibles, no comestibles, tóxicos, saprófitos, lignícolas, parásitos y coprófilos, así como las combinaciones de las anteriores.
- Determinar la correlación de las especies de hongos en diversidad y abundancia dentro de los diferentes estratos de pendiente dentro del Parque.
- Determinar en qué tipo de vegetación, rango altitudinal y condición de mantillo se encuentra la mayor abundancia de especies de hongos.
- Calcular los Índices de biodiversidad Shannon-Wiener y el Valor de Importancia Biológica.

HIPÓTESIS

Las variables fisiográficas pendiente, mantillo, altitud y tipo de vegetación arbórea tienen una relación significativa con la presencia, abundancia y diversidad de las especies de hongos dentro del ecosistema central del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.

REVISIÓN DE LITERATURA

Morfología de los hongos

El estudio de la forma del cuerpo fructífero es básico para la identificación de las especies. La morfología de los hongos, debido a su gran variabilidad y a su vez constancia en las especies, es de gran importancia en la sistemática de estos organismos. Paralelamente a la morfología, también se encuentra el color, olor, y el sabor que son caracteres de gran valor para la identificación de los mismos. A lo que comúnmente se le llama “hongo”, es en realidad el cuerpo fructífero o reproductor de la gran masa algodonosa y blanca llamada micelio, el cual se encuentra constituido por células comúnmente filamentosas denominadas **hifas**, que conforman masas o conjuntos de distinta forma, aunque también existen ciertos tipos de hongos cuyas células somáticas o talo son hifas cortas o globosas. El micelio es la fase nutricional o somática del hongo, puede estar constituido por hifas que forman un sistema tubular continuo, conocido entonces como **cenocítico**, o estas pueden estar separadas por tabiques o septos transversales, llamándosele entonces **septado**. Los hongos complejos se caracterizan por presentar el micelio septado, mientras que la mayoría de los hongos menos complejos presentan micelio cenocítico. El micelio puede ser observado comúnmente en las superficies, bajo la corteza de troncos o en el interior del mantillo de los bosques como manchas o masas de distintos colores adheridas a restos vegetales. La nutrición de los hongos se realiza a través de la liberación de exoenzimas que produce el micelio, estas degradan el sustrato en compuestos más simples que son incorporadas al

interior de las hifas por absorción. El micelio está formado químicamente por quitina, carbohidratos o la combinación de estos (García *et al.*, 1998).

De dicho micelio, a manera de primordios o botones nacen los cuerpos fructíferos, uno o muchos, según se trate de los hongos “solitarios” o de los “gregarios”. El crecimiento y la formación de los cuerpos de los hongos se realizan precisamente en la periferia del disco; por lo tanto, éstos quedan acomodados en círculos o anillos. Dichos cuerpos sirven al hongo para producir y diseminar sus esporas, o sea las simientes o “semillas” con las cuales se reproduce y perpetúa. La superficie o estructura que produce las esporas se llama himenio y las estructuras que la sostienen es el esporóforo o cuerpo fructífero. El esporóforo suele ser simplemente el pie del hongo o estructuras muy complicadas (Guzmán, 1978).

Posición Taxonómica

El grupo de los hongos, después del de los insectos, es el segundo grupo con mayor número de especies entre los seres vivos. Se estima que existen cerca de 1.5 millones de especies de hongos, de las cuales sólo se han descrito 72, 000 aunque cada año se registran cerca de 1500 nuevas especies. Los hongos son por tanto, uno de los reinos biológicos menos conocido (Montaño *et al.*, 2007).

Desde el tiempo de Aristóteles (siglo IV a.C.) hasta mediados del siglo XIX los organismos conocidos colectivamente con el nombre de hongos habían sido clasificados en el reino vegetal (Reino Plantae), ya que para la mayoría de los biólogos era suficiente dividir a los seres vivos en solo dos reinos, el de

plantas y el de los animales, y les era obvio que los hongos se parecían más a las plantas por el aspecto general de sus fructificaciones, su relativa inmovilidad y la producción de esporas, al menos en el caso de los hongos macroscópicos que eran los más conocidos antes de que se inventara el microscopio. Sin embargo, a mediados del siglo XIX, Haeckel propuso un tercer reino, el Protista para separar en él los organismos unicelulares primitivos entre ellos los protozoarios y varios grupos de algas y hongos denominados comúnmente algas y hongos inferiores, también creó el Reino Monera, para incorporar a las bacterias. Copeland en 1956 hizo una reclasificación de todos los microorganismos, separó en el reino Monera a las bacterias y cianofíceas o cianobacterias (que son procariontes), y propuso el reino Protoctista; también llamado Protista; en el que se incluyó con la denominación de protoctistas, a los microorganismos eucariontes, abarcando las algas y los hongos en su totalidad. En 1982, Whittaker clasificó a los seres vivos conocidos en dos súper reinos 1] Prokaryonta, cuyos representantes son organismos procarionticos, y que comprende solo el reino Monera (bacterias y cianobacterias) y 2] Eukaryonta, que comprende a los seres eucarióticos, en el cual se incluyen cuatro reinos: a) Protoctista (algas, protozoarios, mohos mucilaginosos, hongos acuáticos y anfibios con formas lageladas y muchos otros organismos acuáticos parásitos); b) Fungi (mohos, setas y otros hongos macroscópicos, y líquenes); c) Animalia (animales metazoarios con o sin columna vertebral) y d) Plantae (musgos, helechos, plantas con conos y plantas con flores) (Herrera *et al.*, 1990).

A través del tiempo los hongos se han adaptado a diversas formas de vida, tanto acuáticas como terrestres; algunos viven en aguas dulces y algunos

otros en saladas, pero principalmente se desarrollan sobre sustratos orgánicos (suelo, madera, estiércol, residuos quemados, etc.). A pesar de su gran capacidad de adaptación, podemos decir que es en los bosques donde la diversidad de especies es mayor, esto se debe a la riqueza de materia orgánica que se almacena en el suelo, siendo los bosques de hoja caduca o caducifolios más ricos en especies de hongos que los bosques de hoja perenne o perennifolios (De Diego, 1979). Herrera y Ulloa (1990) mencionaron que también se encuentran distribuidos desde climas ecuatoriales, tropicales, subtropicales, templados hasta los fríos, siempre y cuando la temperatura no sea inferior a los 0°C; desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 4000 m; así mismo se desarrollan desde los lugares con mucha humedad hasta los semidesérticos; este cosmopolitismo resulta de dos factores: *a)* en muchos lugares de la Tierra se encuentran las condiciones propicias para la vida de estos organismos, y *b)* el más importante, que se refiere a la fácil distribución mediante sus micelios y sus esporas.

Influencia del clima sobre los hongos

La humedad y la temperatura son los factores climáticos más influyentes para el desarrollo de los hongos. Es precisa una humedad relativa ambiental alta (superior al 70%) para que las esporas germinen. La temperatura debe mantenerse entre los 10 y 25°C. Otros factores como la luz, anhídrido carbónico, oxígeno, etc., también deben tomarse en cuenta (De Diego, 1979).

Características ecológicas de los hongos

Herrera y Ulloa (1990) indicaron que todos los organismos agrupados en este reino comparten, en forma parcial o total, las siguientes características: *a)* el nivel de organización es unicelular, pluricelular o dimórfico; *b)* el cuerpo vegetativo que recibe el nombre de **talo** nunca presenta vasos conductores de savia, ni está diferenciado en raíz, tallo u hojas como en las plantas vasculares; *c)* el talo puede ser unicelular o plasmodial, en la mayoría se encuentra constituido por un conjunto de filamentos denominados **hifas**, estas constituyen el **micelio**; *d)* la estructura de las células de los hongos es muy semejante a la de las células de las plantas vasculares porque presentan pared celular estratificada, núcleo eucariótico, mitocondrias, retículo endoplasmático, dictiosomas, vacuolas y ribosomas, pero difieren con la falta de cloroplastos y en la constitución química de la pared celular y de las sustancias de reserva; *e)* carecen de clorofila pero pueden presentar pigmentos que les proporcionan coloraciones muy diversas; *f)* la respiración es fundamentalmente aerobia, aunque muchos hongos son microaerófilos o anaerobios facultativos, como la mayor parte de las levaduras y algunos mohos que pueden tener gran capacidad fermentativa usando como sustrato diversos carbohidratos y otras sustancias orgánicas; *g)* la nutrición es heterótrofa, todos los hongos requieren algún tipo de materia orgánica para desarrollarse; *h)* la reproducción puede ser sexual y asexual, con la producción de esporas móviles (aplanosporas).

Estos organismos pueden ser clasificados según la manera en que obtienen los nutrientes: *a)* **heterótrofos**, estos obtienen los nutrientes orgánicos

de su entorno; b) **saprófitos**, los cuales se alimentan de plantas muertas o de materia animal; c) **parásitos**, estos obtienen sus nutrientes de otros organismos vivos y d) **simbiontes**, estos se asocian con otros organismos y ambos sacan beneficios de dicha relación (Aguilar *et al.*, 1995).

Tipos de simbiosis de los hongos

Simbiosis micorrízica: Es la asociación simbiótica de las hifas de los hongos (heterotróficos) y las raíces de las plantas vasculares (autotróficas). Este tipo de simbiosis no debe limitarse sólo a la incorporación de los hongos micorrízicos, dejando a un lado la asociación que se tiene con las bacterias (*Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*) para obtener una mejor relación entre los hongos y las plantas (Rodríguez, 2009). En el 2000, Alarcón y Ferrera mencionaron que los microorganismos rizosféricos simbióticos presentan ventajas ecológicas con respecto a los de vida libre, ya que están exentos de fenómenos de competencia microbiana por sustratos metabolizantes. Su condición simbiótica les permite obtener del huésped vegetal dichos productos. El hongo formador de la micorriza arbuscular capacita y faculta a la planta asociada para incrementar la captación de iones, principalmente fósforo, el cual puede ser seis veces superior al que conseguirían en su ausencia. La concentración de P en el micelio fúngico es 1000 veces superior que en el suelo, ya que presenta mayor afinidad para su captación que la propia raíz.

Simbiosis con animales: Un ejemplo de este tipo de simbiosis se da cuando el micelio de los hongos crece en los nidos de las termitas produciendo cuerpos esféricos, los cuales sirven como alimento para las termitas. Varias especies de

termitas crecen en varias especies de hongos, como por ejemplo; las especies de hongos del género *Termitomyces* pertenecientes a la familia Tricholomataceae, tienen cuerpos largos que crecen en las afueras de los nidos de las termitas y posteriormente son colectados por habitantes locales para propósitos culinarios. Algunos hongos microscópicos son cultivados por las hormigas como alimento en los troncos en los que habitan, lo mismo ocurre con las larvas de insectos de las cortezas de la familia Apidae las cuales crecen en los micelios de los comúnmente llamados ambrosial fungui. Un grupo independiente de hongos microscópicos llamados Laboulbeniomyces vive en la superficie de los cuerpos de insectos que habitan en ambientes relativamente húmedos, estos no parecen hacer daño a sus anfitriones (Svrcek, 1998).

Otro tipo de simbiosis: También puede presentarse la asociación de una especie de hongo con una de alga, la cual recibe el nombre de liquen. En esta relación íntima, el hongo recibe el nombre de micobionte, en tanto el alga es el ficobionte (Aguilar *et al.*, 2009).

Fructificación de los hongos.

Los hongos pueden fructificar en cualquier estación del año, pero el otoño se considera la más apropiada, seguido del verano e invierno. Esto es muy variable, ya que el hongo se desarrollará solo si se presentan las condiciones ecológicas idóneas (De Diego, 1979).

Algunas especies de hongos ecotomicorrizógenos han reducido su riqueza y composición después de un aclareo o tala. La mayoría de los estudios publicados han sido relacionados a los hongos hipogeos (es decir que

fructifican por debajo del suelo), estos son una parte importante de los hongos ectomicorrizógenos pero solo constituyen un 20% de todas las especies, el 80% restante son epigeos, fructifican por arriba del suelo (Quiñónez, 2007).

Clasificación de los hongos

En 1999 Quiñónez y Garza clasificaron los hongos de acuerdo a su requerimiento ecológico de la siguiente manera: 1) Hongos comestibles; son considerados ideales porque son una excelente fuente de proteínas, bajos en carbohidratos y en lípidos, de un excelente sabor y aroma, poseen un alto contenido de lisina, triptófano, vitaminas y minerales. En el país hay especies de hongos comestibles con importante valor comercial, entre los que destacan: *Tricholoma magnivelare*, *Morchella* spp., *Boletus edulis*, *Boletus pinicola*, *Boletus aestivalis*, *Cantharellus cibarius*, entre otros. 2) Hongos destructores de la madera; estos son llamados también hongos lignícolas, son los principales causantes de pérdidas económicas en el sector forestal y agropecuario, afectando a los árboles maderables, frutales y ornamentales. Estos pueden clasificarse en dos grupos; saprófitos, que prosperan sobre la madera muerta y parásitos que atacan a las células leñosas de la madera. 3) Hongos tóxicos; estos producen un conjunto de síntomas que varían según la persona y la especie de hongo ingerido. La intoxicación o envenenamiento que causa la ingesta de estas especies de macromicetos se le llama micetismo o envenenamiento intestinal, este se presenta generalmente media hora después de ser consumidos; causando náuseas y dolores abdominales seguido por diarreas y vómitos. La composición química de estos hongos es muy variable,

varios de ellos contienen muscarina, que es un glucósido tóxico (inicialmente aislado de *Amanita muscaria*) que produce además trastornos nerviosos. Algunos otros contienen ácido iboténico que causa alucinaciones, mareos y confusión seguido por contracciones musculares y delirios. Los hongos que actúan sobre las células hepáticas son los más peligrosos, ya que producen la muerte, estos contienen un complejo de alcaloides llamados anatoxinas y falatoxinas. El paciente pasa una agonía que dura de 3 a 4 días, volviéndose icterico debido a la eliminación de la bilis y muriendo posteriormente. Los hongos conocidos con estos alcaloides son: *Amanita verna*, *Amanita virosa*, y *Amanita bisporigea*. 4) Hongos diversos; algunas especies no presentan propiedades comestibles ó tóxicas pero tienen un nicho ecológico importante en la biodiversidad, principalmente porque participan en el reciclamiento de la materia orgánica contribuyendo al mantenimiento de la fertilidad del suelo. Algunos especies de estos hongos son: *Astraeus hygrometricus*, *Clavaria fistulosus*, *Clavaria vermicularis*, *Crucibulum laeve*, *Cyathus stercoreus*. 5) Hongos micorrícicos; estos se asocian con las raíces de los árboles y mejoran el crecimiento y el desarrollo en ambos. Este tipo de asociación mutualista recibe el nombre de micorriza y ayuda a las plantas a ser competitivas, tolerando más el estrés en comparación con aquellas que no son micorrizadas, mejora la absorción de nutrientes del suelo, la capacidad de retención de humedad y la protección a las raíces contra ciertos patógenos. Así mismo, muchas especies de hongos que forman micorrizas son comestibles siendo de alto valor comercial a nivel nacional e internacional; por mencionar algunas: *Amanita* spp., *Boletus* spp., *Cantharellus cibarius*, *Clytocybe gibba*, *Cortinarius*

spp., *Elaphomyces granulatus*, *Laccaria laccata*, *Lactarius* spp., *Lycoperdon perlatum*, *Pisolithus tinctorius*, *Russula* spp., *Scleroderma* spp., *Tuber* spp., entre otros (Guzmán, 1978).

Castellano y Molina (1989) mencionaron que entre las especies forestales prevalecen dos principales tipos de micorrizas: 1) Ectomicorrizas, las cuales se forman en las coníferas de la familia Pinaceae principalmente y en las caducifolias de las familias Fagaceae y Betulaceae y 2) Las micorrizas vesículo-arbuscular, las cuales son comunes en especies de madera dura, principalmente en *Accer* spp., *Liquidambar* spp., *Cedrus* spp., y *Sequia* spp. Estos dos tipos de micorriza son similares en sus funciones y beneficios a la planta hospedera pero difieren en el referente a las especies de hongos involucrados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción del Área de estudio

Cumbres de Majalca se encuentra enclavado en la Sierra Madre Occidental, al Noroeste de la Cd. de Chihuahua, con coordenadas 28°41'22" latitud Norte y 106°29'00" longitud Oeste, con una altitud promedio de 2090 msnm. Ubicado en el Municipio de Chihuahua, en el estado del mismo nombre, con una superficie decretada de 4773 ha. Tiene como vía de acceso la carretera Panamericana en su tramo Chihuahua-Cd. Juárez, siendo en el km 33 donde se encuentra el entronque al camino de terracería que conduce al Parque, el cual tiene una longitud de 27 km (Figura 1).

Características Físicas y Biológicas del área de estudio

Geología: Las dos grandes provincias fisiográficas que dividen al Estado de Chihuahua (Sierra Madre Occidental y Llanuras del Norte) son sitios también de dos provincias geológicas (Cuencas y Sierras) con marcada diferencia en su estratigrafía y estilo estructural. En la Sierra Madre Occidental se presentan principalmente rocas ígneas extrusivas ácidas, seguidas por las ígneas extrusivas básicas y las Sedimentarias del tipo conglomerado, todas ellas del periodo Terciario. En la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte dominan los depósitos recientes del Cuaternario, seguidas por las rocas sedimentarias tanto del periodo Cretácico, como del Terciario y las ígneas extrusivas básicas del Cuaternario. También se encuentran afloramientos de rocas metamórficas del Precámbrico y sedimentarias del Paleozoico. La geología característica del Parque Nacional "Cumbres de Majalca" proviene del

Mapa de Ubicación

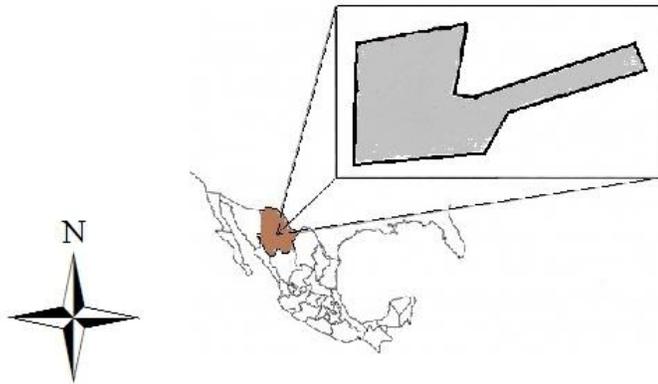
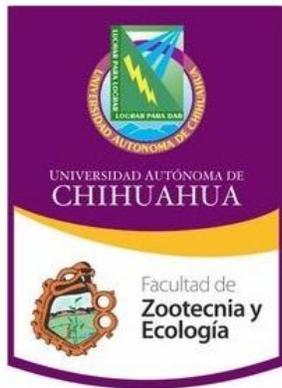
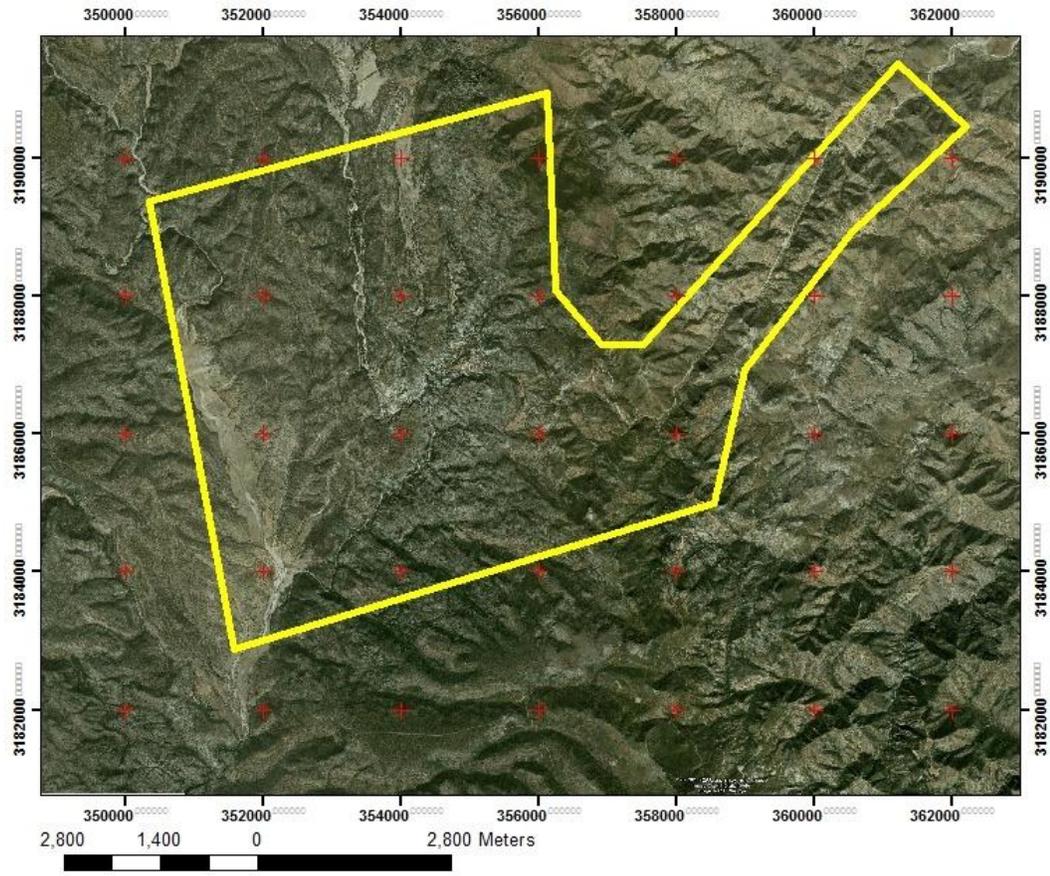


Figura 1. Ubicación del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.

periodo Cenozoico de las eras Terciario Superior Ts (Igea) y Terciario Inferior Ti (Igei). La primera proviene del Plioceno y Mioceno constituido por rocas ígneas extrusivas ácidas, como la riolita-toba ácida. Dentro de la era Terciario superior se encuentran: a) las rocas sedimentarias, constituidas principalmente por conglomerados Ts (cg) estos son de origen continental clasificados como polimícticos; están compuestos por fragmentos angulosos y sub angulosos; el origen de estas es tanto volcánico como sedimentario y en menor proporción metamórfico; y b) las rocas arsénicas por conglomerado Ts (ar-cg) las cuales tienen una expresión morfológica de lomeríos suaves con algunos bordes agudos, localizados al interior del macizo montañoso de la Sierra Madre Occidental. La era Terciario Inferior Ti (Igei) que proviene del Oligoceno, Eoceno y Paleoceno, está compuesto por rocas ígneas extrusivas intermedias, cuya característica sobresaliente es la mineralización de sulfuro de cobre como fierro, plata, oro, zinc, entre otros.

Edafología: En el Estado de Chihuahua se presentan 16 unidades de suelo que son producto de la interacción a través del tiempo del material geológico, clima, relieve y organismos. Casi tres cuartas partes de la entidad están caracterizadas por la presencia de climas secos por climas de carácter sub húmedo, que han dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (regosoles, litosoles, rendzinas, entre otros.) Y en primer lugar a suelos con desarrollo moderno (feozems, cambisoles, castañozems y chernozems), en segundo y de menor extensión los suelos maduros (luvisoles). Los suelos del Parque Nacional “Cumbres de Majalca” son: 1) **Rc+I+Xh/ 2** teniendo como suelo dominante el Regosol Calcárico, el cual es bastante fértil, moderadamente

alcalino (pH 7.9-8.4), el porcentaje de materia orgánica varía de extremadamente pobre a moderadamente pobre, de 0.3 a 1.4, y su clase textural es media. Cuenta con dos tipos de suelos secundarios a) Litosol, estos son suelos menores de 10 cm. de profundidad que están limitados por un estrato duro, continuo y coherente que por sus características no son aptos para la agricultura, su utilización es pecuaria cuando presentan vegetación de pastos y matorrales aprovechables para el ganado, y el aprovechamiento forestal en las áreas con bosques; y b) Xerosol Háptico, su pH varía de ligeramente a moderadamente alcalino (7.4-8.2), la materia orgánica se encuentra en cantidades pobres. Las clases de suelos anteriormente mencionadas tienen una fase física lítica que tiene una capa rocosa de menos de 1 m. de profundidad. 2) **Xh+X/2** este tiene como suelo dominante el Xerosol Háptico con una fase física pedregosa y piedras mayores de 7.5 cm. de largo en la superficie, con una clase textural mediana; y el suelo secundario es Xerosol, este es considerado de buena fertilidad por su contenido de nutrientes produciendo buenos rendimientos cuando son incorporados en la agricultura de riego (Figura 2).

Hidrología: Los recursos hidrológicos del Estado de Chihuahua se alimentan de una precipitación pluvial media de 470 mm anuales. Las corrientes que drenan al interior, sumadas a los depósitos (lagunas y presas) y aguas subterráneas integran el potencial hidrológico de la entidad. El Parque Nacional. “Cumbres de Majalca” cuenta con dos regiones hidrológicas; 1) Las Cuencas Cerradas del Norte (**RH-34**), se localizan en el Estado de Chihuahua y una pequeña porción del noroeste de Sonora, estas ocupan la mayor superficie en la región y es

Mapa de Edafología

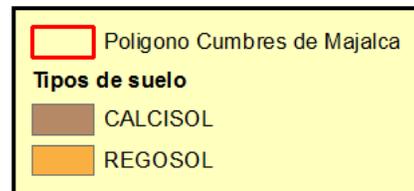
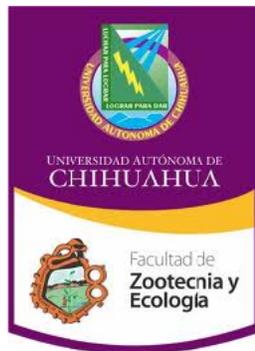
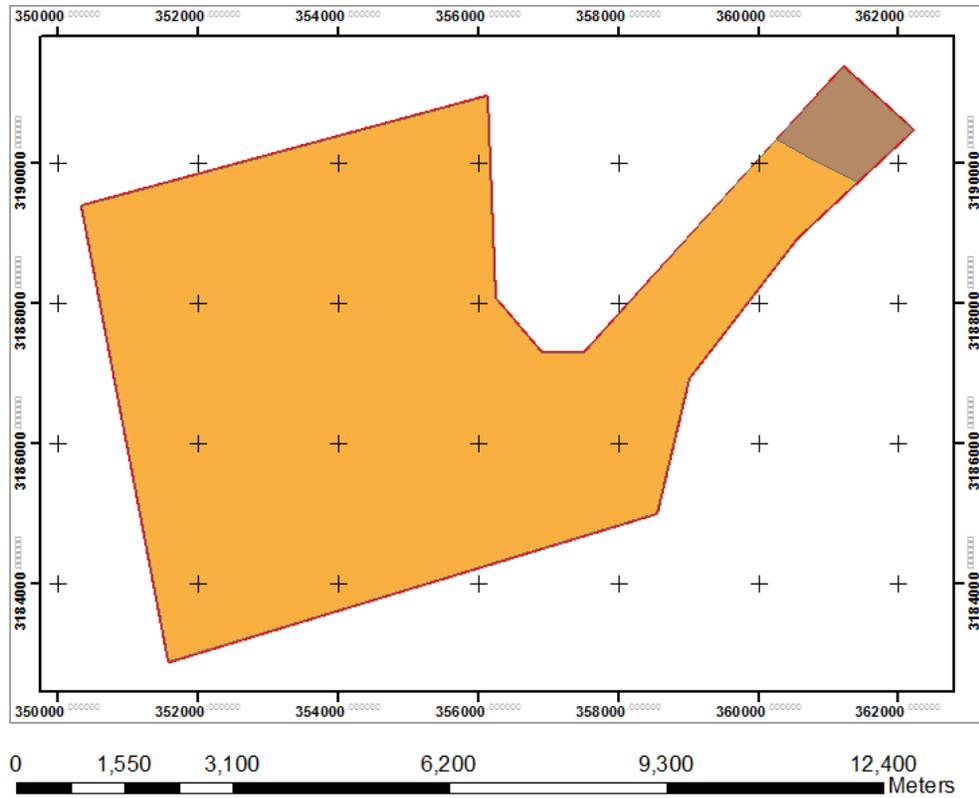


Figura 2. Mapa de Edafología del Parque Nacional "Cumbres de Majalca".

donde se agrupan todas las corrientes que se generan al norte del paralelo 28° entre la Sierra Madre Occidental y las Cuencas del Río Conchos y Bravo. En la cual se encuentra la Cuenca de Laguna de Bustillos localizada en la parte central del territorio chihuahuense; y 2) la Región Hidrológica Bravo-Conchos **(RH-24)** localizada en la Mesa del Norte, es la región de mayor relevancia en la entidad y en ella queda incluida la corriente superficial más importante del estado; el Río Conchos, que se origina en las estribaciones de mayor altitud de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua. El tramo del Río Conchos que se enclava en esta Cuenca inicia en la zona de desfogue de la Presa La Boquilla con dirección hacia el noreste hasta llegar a la Ciudad de Santa Rosalía en Camargo, donde un kilómetro aguas abajo se le une por margen derecho el Río Florido, de ahí en adelante la corriente se vuelve sinuosa hacia el norte con ligeras deflexiones al noreste (Figura 3).

Climatología: En el Estado de Chihuahua los climas más abundantes son los muy secos que abarcan el 40% de la superficie estatal, principalmente en la mitad noreste, le siguen los semi secos con 17.6% los cuales se distribuyen sobre una franja que va desde el noroeste al sureste, y los secos que comprenden el 15%. La distribución de los climas y el predominio de los muy secos, semi secos y secos, están en función de la relación que hay entre la magnitud de la temperatura y la cantidad de precipitación, elementos que varían de acuerdo con los factores: latitud, altitud, relieve y distribución de tierras y mares. Dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca” predomina el grupo de clima Seco **(B)** con dos tipos de clima; 1) Semi seco **(Bs₁)** con el sub tipo

Mapa de Hidrología

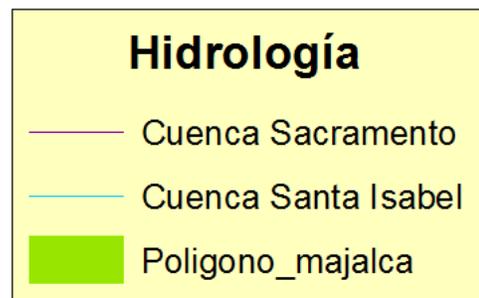
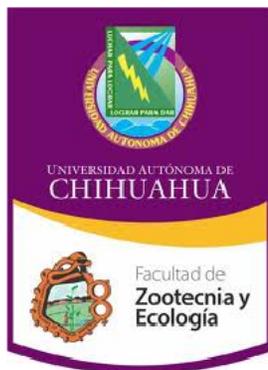
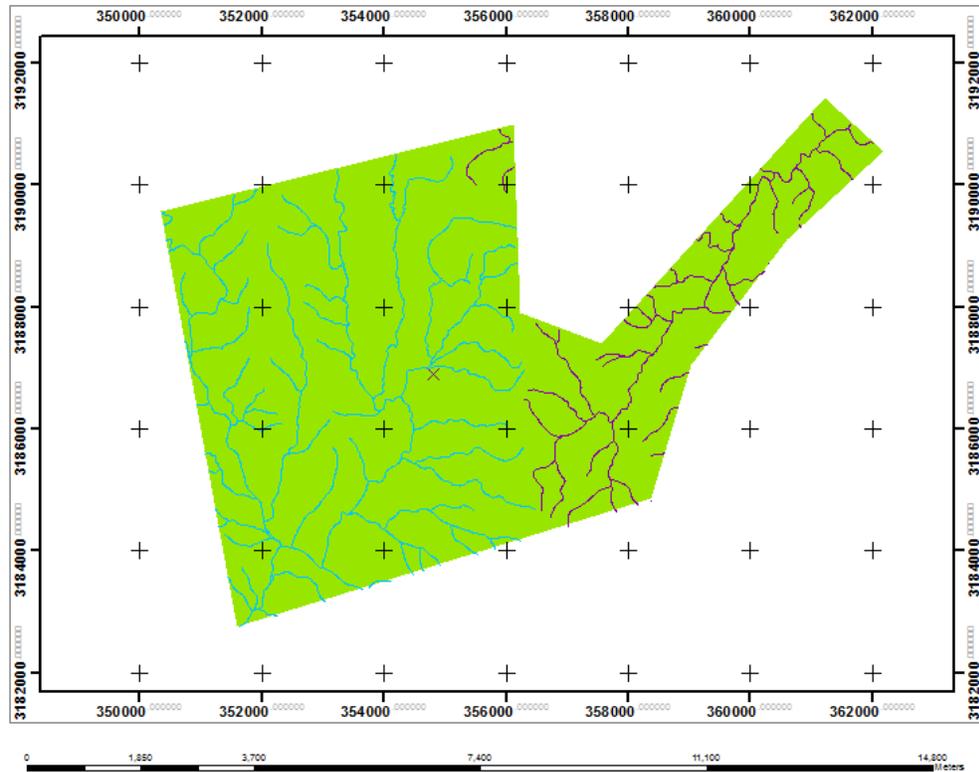


Figura 3. Mapa de Hidrología del Parque Nacional "Cumbres de Majalca".

Semi seco Templado (**Bs₁kw**), el cual tiene una temperatura media anual de 12 a 18°C, con lluvias de verano y con un porcentaje de precipitación de 5 a 10, con veranos cálidos; y 2) Seco (**Bs₀**) con el sub tipo Seco Templado [**Bs₀kw(w)**] el cual presenta una temperatura media anual de 12 a 18°C, con lluvias en verano y precipitación invernal menor del 5%, con veranos cálidos (Figura 4).

Temperatura: La temperatura media anual promedio para el Estado de Chihuahua, a partir del año 2005 es 18.32°C. La temperatura máxima anual es de 28.2°C y la temperatura mínima anual de 9.6°C (INEGI, 2011).

Precipitación: La precipitación en lámina acumulada fue de 260.5 mm. Marzo y abril fueron los meses con menor lluvia (0 mm.) y julio el mes con la mayor cantidad de lluvia registrada (101.0 mm.) (INEGI, 2011) (Figura 5).

Características biológicas del área de estudio

Flora: En el Estado de Chihuahua existen inmensas cadenas montañosas, amplias regiones desérticas y semi desérticas e importantes valles agrícolas. En la región montañosa de la Sierra Madre Occidental, la cual está conformada por extensas zonas montañosas altas con cañones, sierras plegadas, sierras escarpadas, sierras bajas, lomeríos asociados a cañadas y bajadas, mesetas, extensos valles y llanuras. Hacia las partes bajas y semi secas de la sierra prosperan comunidades como el chaparral constituido por *Quercus*, además del bajo abierto y el bosque de Tascate, y en lugares más altos se extienden los bosques templados representados por el bosque de pino, pino-encino y encino-pino. La vegetación del Parque Nacional “Cumbres de Majalca” está caracterizada principalmente por áreas boscosas, la cual es una

Mapa de Clima

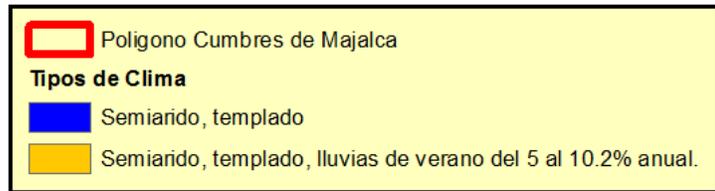
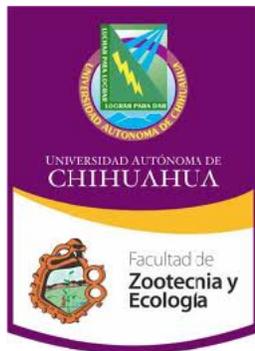
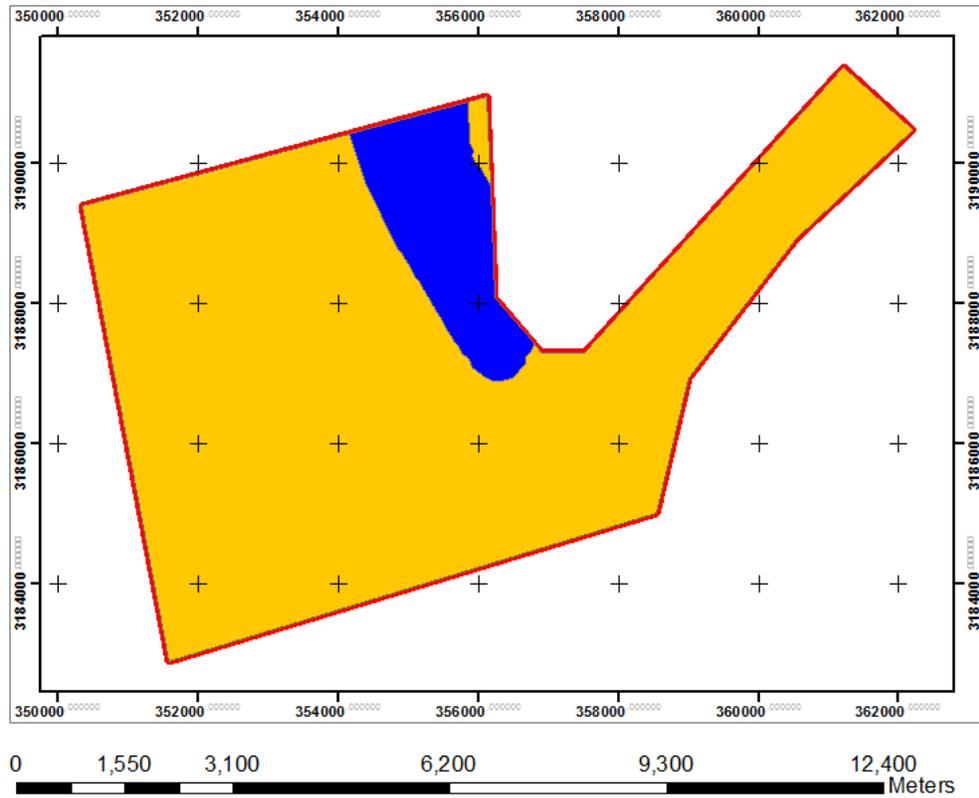


Figura 4. Mapa de Climas del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.

Mapa de Precipitación

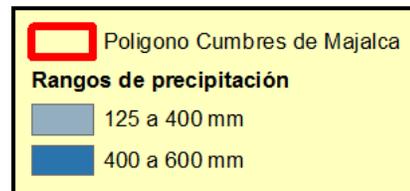
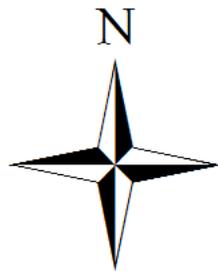
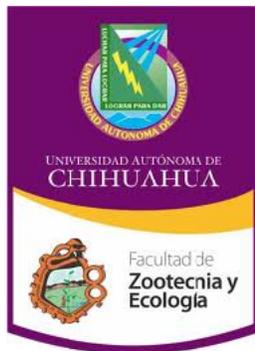
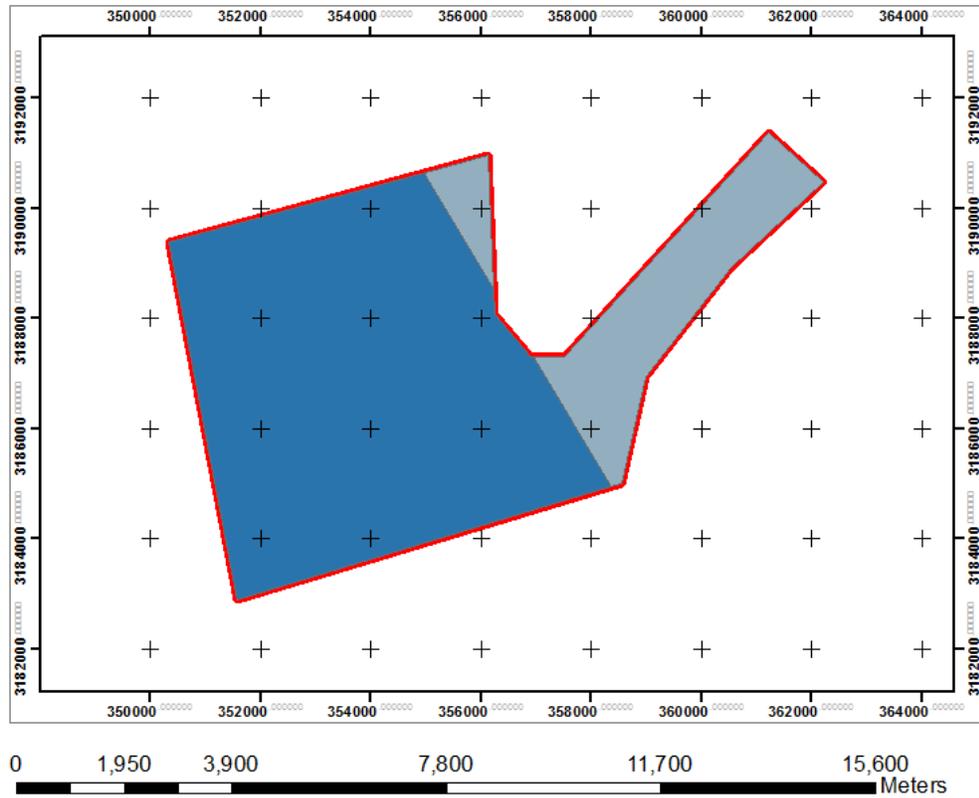


Figura 5. Mapa de Precipitación del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.

vegetación arbórea que crece en las zonas montañosas del país, sobre todo en las regiones templadas, semi cálidas y semi frías, que por lo general está formada por coníferas y latifoliadas. La vegetación dominante dentro del área es el Bosque de Encino **(Bq)**, que está constituida por diversas especies de *Quercus*, este tipo de bosque es el que prospera a menor altitud entre los diferentes tipos de bosque, colinda hacia abajo con los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo, también transita hacia el pastizal natural; las asociaciones vegetales que se encuentran con más frecuencia en este lugar son: *Quercus grisea*-*Q. emoryi*, y *Q. emoryi*-*Q. arizonica*, mientras que en otros espacios impera *Q. emoryi*-*Q. chihuahuensis*; desde los 1600 hasta los 2160 msnm. Otras especies que aquí prosperan son *Juniperus deppeana*, *Pinus cembroides*, *Aristida divaricata*, y *Muhlenbergia* spp., también son comunes *Bouteloua gracilis*, *B. curtispindula*, *B. hirsuta*. Otra comunidad vegetal es la de Bosque Encino- Pino **(Qp)** donde se combinan diferentes especies de encinos con pinos; esta vegetación aparece desde 1600 hasta los 2000 msnm, y prospera en ambientes semi secos con temperaturas frescas e inviernos más o menos rigurosos. Las especies sobresalientes son *Quercus emoryi* que comparte el dominio con *Pinus cembroides* y elementos menos frecuentes de *Pinus chihuahuana* y *Juniperus deppeana*; el estrato herbáceo tiene una gran cobertura debido a la escasa densidad del estrato arbolado, también con gran abundancia de gramíneas entre las que destacan *Bouteloua gracilis* y *B. hirsuta*. También se encuentra la comunidad de Pino-Encino **(Pq)**, esta tiene un mayor número de especies de coníferas en proporción a las de encino, el clima correspondiente es de semiseco templado con escasas precipitaciones

inferiores a 400 mm anuales. Estos lugares están integrados por árboles bajos no mayores de 9 m. y muy espaciados donde son comunes: *Pinus cembroides*, *Quercus hypoleucoides*, *Q. arizonica*, *P. chihuahuana*, *P. engelmannii*, *Q. emoryi*, *Q. chihuahuensis*, *Juniperus deppeana* y *Cupressus arizonica*. En menor proporción se encuentran los Pastizales naturales **(N)** cuya vegetación está dominada por gramíneas y pueden estar asociadas con otras formas de vida. Este tipo de comunidad se distribuye en altitudes entre poco más de 1200 m. en llanuras y pie de monte, donde colinda con matorrales xerófilos y máximas en el pie de la sierra donde alcanza hasta 2300 msnm. Este incluye varias especies de *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, en menor proporción *B. curtipendula*, *B. eriopoda*, *Aristida* spp., *Baileya* spp., *Erioneruron pulchellum*. En estas zonas se presenta un disturbio erosivo, asociado a la ganadería. Finalmente a la entrada del Parque Nacional “Cumbres de Majalca” se presenta una zona de Agricultura de riego **(R)** (INEGI, 2011) (Figura 6).

Fauna: Las especies predominantes son: 1) Mamíferos como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Conejo (*Sylvilagus floridanus*), Puma (*Felis concolor*), Jabalí de collar (*Dicotyles tajacu*), Puerco espín (*Erethizon dorsatum*), Chichimoco (*Eutamias dorsalis*), entre otras. 2) Aves como el Guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), pájaro carpintero (*Picoides scalaris*), gallina de monte (*Tinamus* spp.), algunas especies de halcones (*Falco* spp.) entre otras. 3) Reptiles como la víbora de cascabel (*Crotalus* spp.), Calameones (*Phrynosoma* spp.), entre otros (Pérez *et al.*, 1990).

Mapa de Vegetación

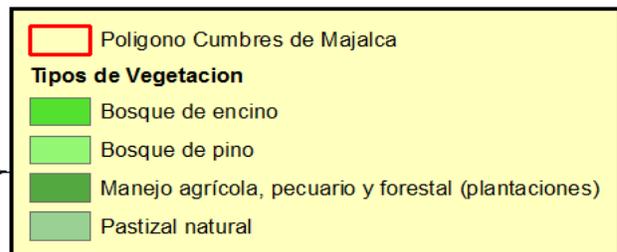
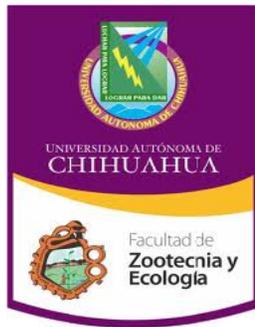
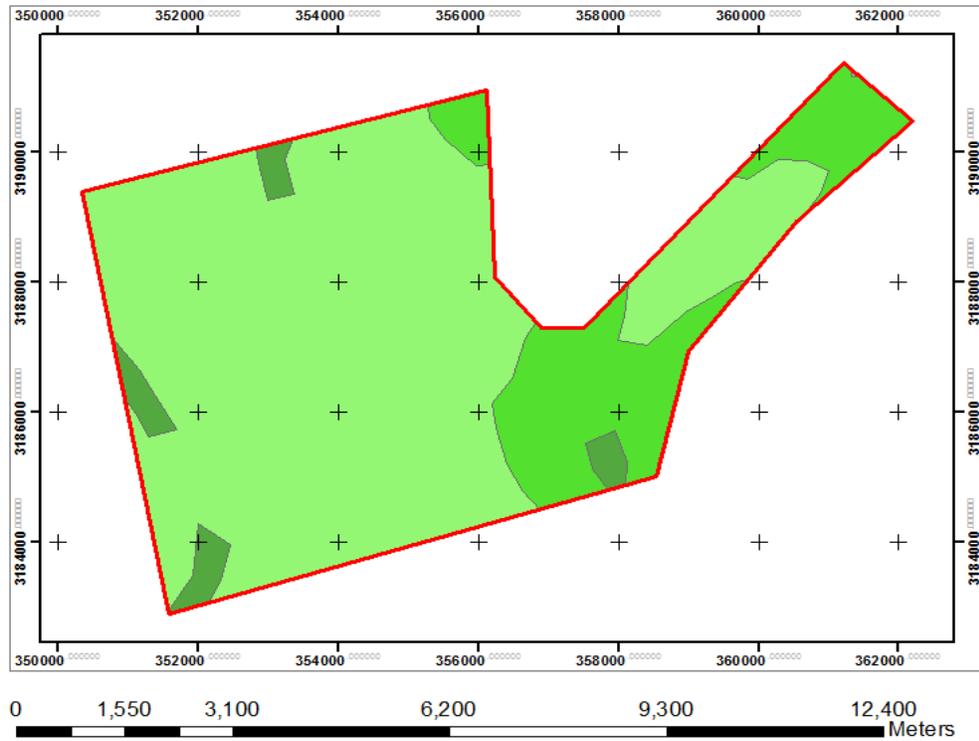


Figura 6. Tipos de Vegetación del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.

Materiales

Para el estudio de los hongos en campo se utilizó lo siguiente: un geoposicionador espacial (GPS) en el cual se guardaron las coordenadas geográficas de los sitios de muestreo, también marcó la distancia entre estos, así mismo indicó la altitud sobre el nivel del mar (msnm). Llegado al sitio, mediante un rastrillo metálico se removió la materia orgánica del suelo para llevar a cabo el conteo de las especies de los hongos, también se utilizó un formato de campo para llevar el inventario de los cuerpos fructíferos los cuales se pre identificaron con la ayuda de los siguientes libros: 1) Guía de hongos de la región de Bosque Modelo de Chihuahua (Quiñonez y Garza, 1999) y 2) Hongos del Estado de Querétaro (García *et al.*, 1998) y se recurrió a una cámara fotográfica para la captura de evidencia. Cabe destacar que algunas de las características de los cuerpos fructíferos eran difíciles de visualizar a simple vista, por lo que se utilizó una lupa además de una regla para medir la profundidad del mantillo (cm).

Análisis estadístico

Se realizó un diseño de muestreo aleatorio estratificado con la variable fisiográfica pendiente en estratos para formar agrupaciones. Con un 90% de nivel de confianza y un error de estimación del 10%. El parámetro a estimar fue la cantidad de especies de hongos (diversidad) y la cantidad de cuerpos fructíferos (abundancia) por cada estrato de pendiente. Para el análisis de los resultados del muestreo se desarrollaron pruebas con ANOVA de una vía para los promedios por estrato, prueba “*t*” con varianzas desiguales y las

estimaciones de medias de mínimos cuadrados para el cálculo de los totales por estrato, así como la regresión lineal simple de la variable mantillo contra el conteo de cuerpos fructíferos entre la cantidad de las especies de hongos por sitio y una regresión exponencial para la variable pendiente.

El trabajo de campo se llevó a cabo en época de verano durante el mes de Agosto en la cuarta semana, la cual comprendió del día 22 al 29 del año 2011. Se ubicaron 60 sitios (Figura 7) en un área muestreada de 3,473.81 hectáreas (Cuadro A 1) los cuales se distribuyeron de la siguiente manera: 38 de los puntos fueron localizados dentro del **Estrato 1** con un rango de pendiente de 0-10%, 14 puntos localizados dentro del **Estrato 2** con un rango de 10-20%, 3 puntos fueron localizados dentro del **Estrato 3** con un rango de 20-30%, 2 puntos fueron localizados en el **Estrato 4** con un rango de 30-40% y finalmente 3 puntos que fueron localizados en el **Estrato 5** con un rango mayor del 40% (Figura 8). El número de sitios fue asignado en proporción a la superficie del estrato (Cuadro 1). Los sitios de muestreo fueron guardados en un GPS, ayudando de esta manera a separarlos entre 300 a 500 mts. para obtener una mejor distribución de los mismos. Localizado el sitio se hizo una parcela de 20 mts. de radio dentro de un área de 1,256.64 m² en la cual se cuantificaron e identificaron los hongos existentes. Los hongos se pre identificaron en el sitio mediante los libros antes mencionados y se tomaron entre 1 y 4 fotos para que posteriormente el experto en micología de Cd. Victoria determinara su taxonomía. En la libreta de campo se anotaron las coordenadas, altitud, fecha y el tipo de vegetación representativa del lugar. Pero sobretodo se observaron y estudiaron las características del hongo, tales como

Mapa Área de Estudio

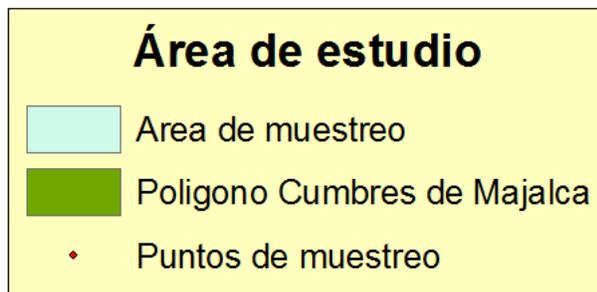
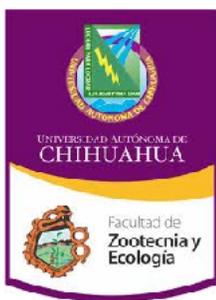
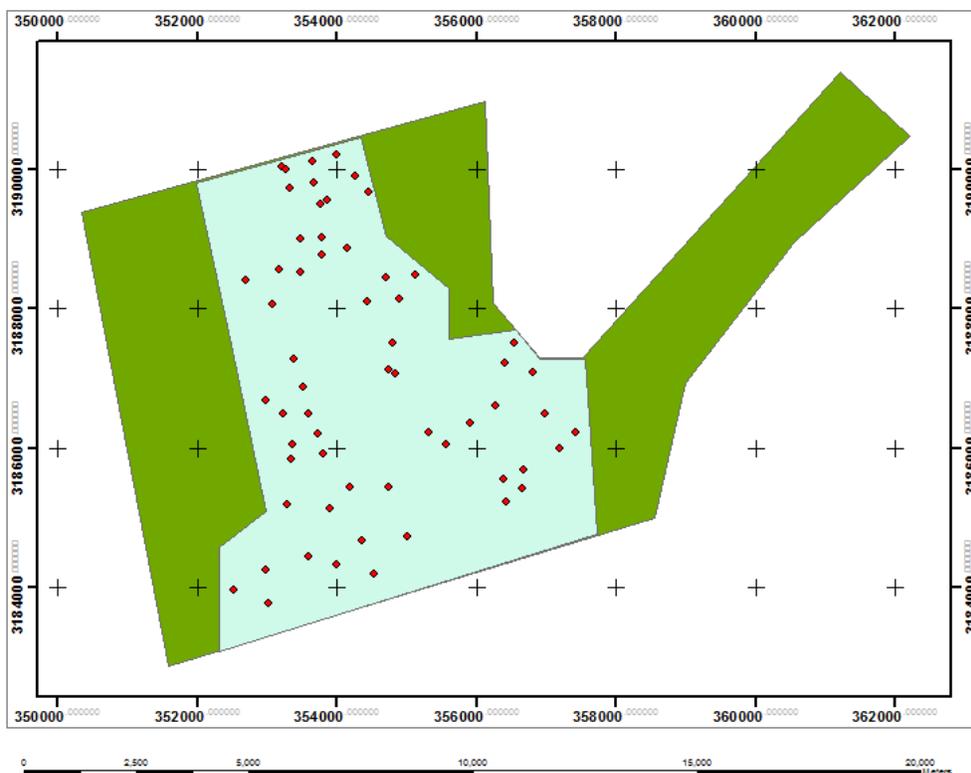


Figura 7. Mapa del Área de estudio y ubicación de sitios en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.

Cuadro 1. Sitios de muestreo por estratos de pendiente en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Estrato de Pendiente (%)	Puntos	Superficie Muestreada (ha)	Superficie muestreada (%)	Puntos/Pendiente (%)
0-10	38	1795.86	51.69	63.33
10-20	14	781.78	22.50	23.33
20-30	3	337.13	9.70	5
30-40	2	177.34	5.10	3.33
>40	3	381.71	10.98	5
Total general	60	3473.81	100	100

Mapa de Pendiente

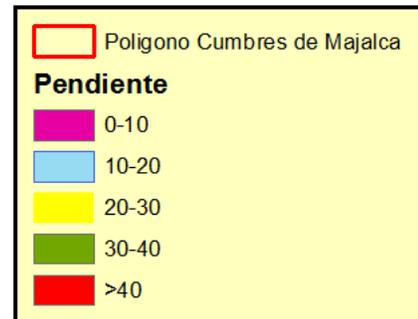
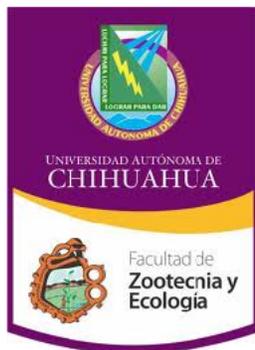
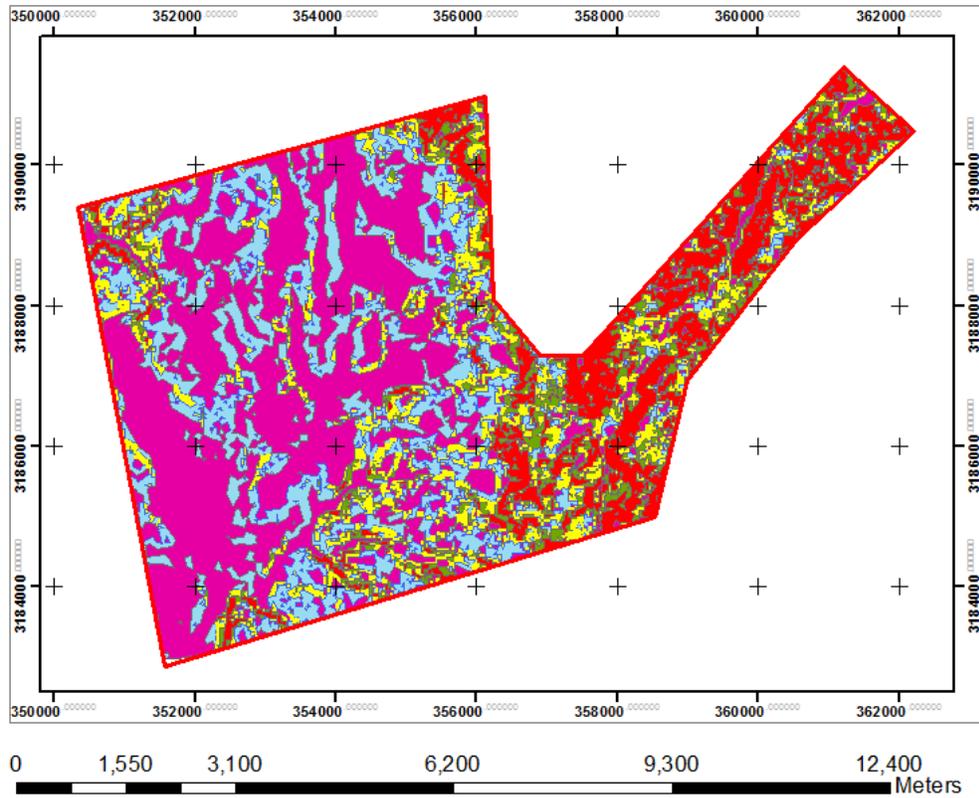


Figura 8. Mapa de Pendientes del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”.

son: 1) Forma del cuerpo fructífero; 2) Color del píleo, estípite, láminas, poros, anillos, etc.; 3) Presencia o ausencia de cualquier estructura o característica del cuerpo fructífero llamativa a la vista, por ejemplo; escamas, verrugas, pelos, espinas, poros, grietas, estrías, viscosidad, carnosidad, etc.; 4) Cambio de color de cualquiera de las partes, ya sea al maltratarse o al cortarse (para ello se cortó el hongo con una navaja y se observó si hubo cambio de color o no.); 5) Presencia o ausencia de un jugo lechoso o látex al momento de cortar el hongo; 6) Olor del hongo, principalmente de la parte carnosa; 7) El sabor de la carne, para ello se masticó suavemente un pequeño fragmento del cuerpo fructífero, se saboreó y se escupió. No existe ningún peligro al probar hongos venenosos al ser escupidos inmediatamente y enjuagarse la boca con agua (Guzmán, 1977).

Valor de importancia Biológica (VIB)

Este valor hace referencia a la importancia que tiene cierta especie en relación con las demás especies dentro de una muestra. Este valor puede tener un rango de 0 a 3.00 (ó 300%). Este da una estimación de la influencia o importancia de una especie en una comunidad. Aunque es una estimación tiene la ventaja de usar más de una medida de influencia, esto a su vez, tiene la desventaja de obtener valores similares para diferentes combinaciones de los tres valores relativos. El VIB es la sumatoria sobre la medida relativa de especies i :

$$V_i = D_i r + F_i r + C_i r$$

Densidad relativa (Dr): Es el número de individuos obtenidos de una especie (n_i). Es la proporción del número total de individuos de todas las especies ($\sum n$).

$$D_iR = n_i / \sum n \quad \text{ó} \quad DR = D_i / TD = D_i / \sum n$$

Dónde:

TD es la densidad de todas las especies (equivalente a $\sum D$, la sumatoria de las densidades de todas las especies).

Frecuencia (f): Es la oportunidad de encontrar especies dentro de una muestra:

$$f = j/k$$

Dónde:

f_i es la frecuencia de especies i , j_i es el número de muestras dónde la especie fue encontrada i , y k es el número total de muestras tomadas. La frecuencia depende altamente del tamaño y forma de las parcelas usadas. Sí las parcelas son muy grandes tenemos más probabilidad de encontrar más especies en la muestra. Por otro lado, sí es muy pequeña las mismas especies serán raramente encontradas en más de una parcela.

Frecuencia relativa (Fr): Es la frecuencia de encontrar especies (f_i), es una proporción de la suma de las frecuencias de todas las especies.

$$F_iR = f_i / \sum f.$$

Cobertura (C): Es la proporción del suelo cubierto por la proyección vertical hacia el suelo de las partes aéreas de las plantas.

$$C_i = a_i / A$$

Donde a_i es el total de área cubierta por especies i (estimado por cobertura basal, área foliar o área basal), y A es el total del área muestreada.

Cobertura relativa (Cr): Es expresada como una proporción del total de cobertura (CT) por todas las especies:

$$C_{ir} = C_i / CT = C_i / \sum C$$

Donde $\sum C$ es la sumatoria de las coberturas de todas las especies (Brower, *et al.*, 1984).

Índice de Biodiversidad de Shannon- Wiener

Para el muestreo aleatorio de abundancia de especies para una comunidad de interés es apropiado utilizar el índice de Biodiversidad de Shannon- Wiener, el cual debe ser muy grande, o de lo contrario no tendrá representatividad en cada una de las especies encontradas dentro de la comunidad.

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

Dónde:

$$p_i = n_i / N$$

p_i Es la proporción del número total de individuos encontrados de una especie i . Para este cálculo podemos utilizar algún logaritmo base 10.

Esta pequeña manipulación algebraica proviene de la ecuación equivalente:

$$H' = (N \log N - \sum n_i \log n_i) / N$$

Equitatividad

La equitatividad puede ser expresada considerando que tanto se acerca un conjunto de abundancias de especies observadas al valor de diversidad máximo posible dado por N y s .

Los valores máximos posibles de H se obtienen de la siguiente manera:

$$H_{max}' = \log s$$

La equitatividad de la distribución de N individuos entre s especies es una serie

de datos que luego es expresada como la cercanía al índice de diversidad para los datos observados en el índice de diversidad máxima usamos la siguiente expresión:

$$J = H/H_{max}$$

J puede ser utilizada como una expresión de dominancia, si tuviera un valor bajo (siendo 0 el valor mínimo) la dominancia será baja, y expresada en un valor alto (como valor máximo 1) será una dominancia alta.

Para realizar las ecuaciones anteriores se pueden usar distintos factores de conversión entre logaritmos base 2, e y 10. Como es observado a continuación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Bases de logaritmos y sus valores para obtener el Índice de Shannon-Wiener

Para convertir a:	Para convertir de:		
	2	e	10
2	1.0000	1.4427	3.3219
e	0.6931	1.0000	2.3026
10	0.3010	0.4343	1.000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 59 especies de hongos encontradas se clasificaron según su requerimiento ecológico y aprovechamiento humano. Fueron registrados 37 géneros y 59 especies de hongos. Se encontraron 30 especies **ectomicorrízicas**, de las cuales 15 especies son comestibles, 3 no comestibles y 12 son tóxicos; la determinación a nivel taxonómico indica el estatus ecológico de la comunidad forestal y permite establecer estrategias para su restauración ecológica y mantenimiento a través del uso de hongos ectomicorrizógenos (Quiñonez, 2007). También se encontraron 16 especies **saprófitas**, de las cuales 8 son comestibles, 4 no comestibles y 4 son tóxicas. Se hallaron 6 especies de hongos **lignícolas**, de las cuales 2 son comestibles y 4 no lo son. Además se encontraron 4 especies **parásitas**, las cuales ninguna es comestible. Y finalmente se encontraron 3 especies **coprófilas**, de las cuales una es comestible y 2 son tóxicas (Cuadro 3, Cuadro A 2).

La composición de especies de hongos (abundancia relativa) define la estructura biológica del ecosistema, conforme a las cuatro comunidades vegetales que se describieron se encontró que la mayor abundancia y riqueza de especies de hongos se obtuvo dentro de la comunidad de *Quercus-juniperus* (Qj) (Cuadro 4), teniendo de abundancia 626 cuerpos fructíferos distribuidos en 47 especies. En la comunidad *Pinus-quercus* (Pq) se cuantificaron 479 individuos pertenecientes a 36 especies. En la comunidad de *Pinus* (P) se encontraron 174 individuos y 22 especies. Con la menor biodiversidad la comunidad heterogénea de pino, encino, tascate y manzanita

Cuadro 3. Número de las especies de hongos y su clasificación en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Requerimiento Ecológico	Número de Especies	Aprovechamiento	Número de Especies
		Comestible	15
Ectomicorrízico	30	No Comestible	3
		Tóxico	12
Saprófito / Lignícola	6	Comestible	2
		No Comestible	4
Saprófito	16	Comestible	8
		No Comestible	4
		Tóxico	4
Saprófito / Coprófilo	3	Tóxico	2
		Comestible	1
Saprófito / Parásito	4	No Comestible	4
Total de especies	59		

Cuadro 4. Sitios de muestreo por comunidad vegetal en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Comunidad Vegetal	No. Puntos	% del total de Puntos	Abundancia (no. de individuos)	Diversidad (no. de especies)
Q j	29	48.33	626	47
P q j m	13	21.67	119	8
P q	12	20	479	36
P	6	10	174	22
Total=	60	100%	1398	

Bosque de *Quercus-juniperus* (Q j), Bosque de *Pinus-quercus* (P q), Bosque de *Pinus* (P) y Comunidad heterogénea de *Pinus-quercus-juniperus*-manzanita (P-q-j-m).

(P-q-j-m) en donde se encontraron 119 individuos con 8 especies (Figura 9, Cuadro A 3).

Se registró como altitud mínima 1971 msnm y 2294 como la máxima; en relación con esta variable y la abundancia de hongos presentes dentro del área de estudio, podemos decir que la mayor presencia y abundancia de especies de hongos encontradas se dio dentro de un rango altitudinal que va de los 1972 a los 2245 msnm dentro del estrato de pendiente de 0 – 10%, así mismo se observó que según la altitud media con error estándar fue el estrato de mayor estabilidad. (Figura A 1).

Se observó que en condiciones sin mantillo hubo una mayor abundancia de especies de hongos, y conforme el mantillo iba en aumento ésta disminuía ($P \leq 0.027$) (Cuadro A 4). Según el análisis de regresión, por cada centímetro de aumento en el espesor del mantillo hubo una pérdida en el índice de abundancia de 8.14 individuos/especie (Figura 10). En ausencia de mantillo se cuantificaron 18 especies y 642 cuerpos fructíferos. Estos resultados se pudieron observar debido a las condiciones atípicas del año en que se realizó el trabajo de campo, la precipitación se presentó por debajo del promedio anual (470 mm.) ya que hubo una precipitación de 260.5 mm. (Figura A 2), y están directamente relacionados con la presencia de humedad, mantillo y vegetación; bajo condiciones de baja humedad o sequía las especies más abundantes serán hongos lignícolas, dado que la madera retiene mayor humedad que el suelo o la hojarasca. Algunas especies de hongos lignícolas pueden vivir varios años, esto contribuyó a la facilidad de ser detectados en los muestreos (Vázquez, 2008) (Cuadro A 5).

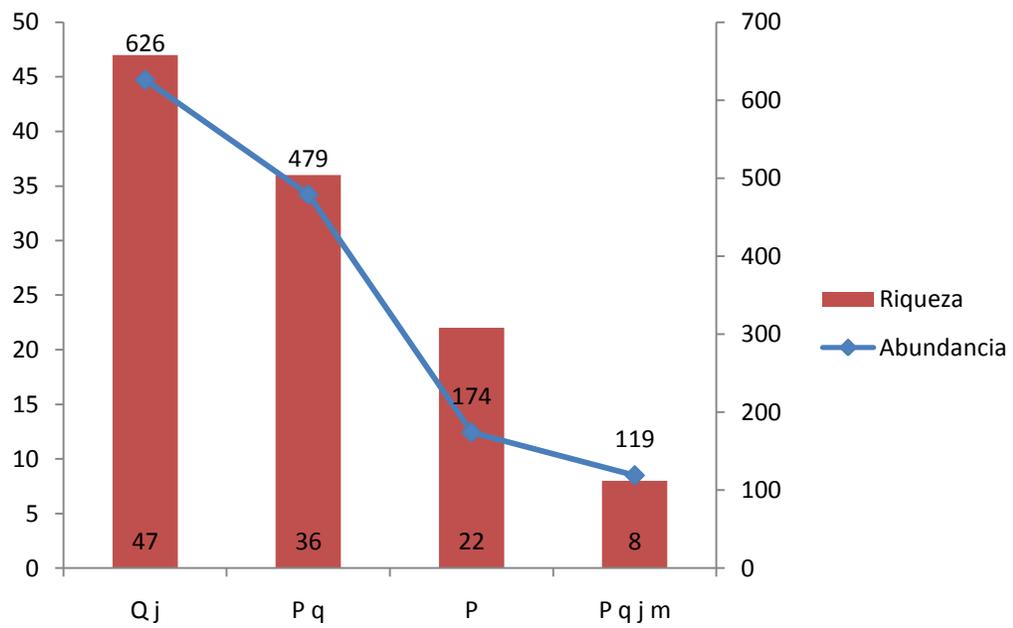


Figura 9. Relación Comunidad Vegetal- Biodiversidad en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Bosque de *Quercus-juniperus* (Q j), Bosque de *Pinus-quercus* (P q), Bosque de *Pinus* (P) y Comunidad heterogénea de *Pinus-quercus-juniperus*-manzanita (P-q-j-m).

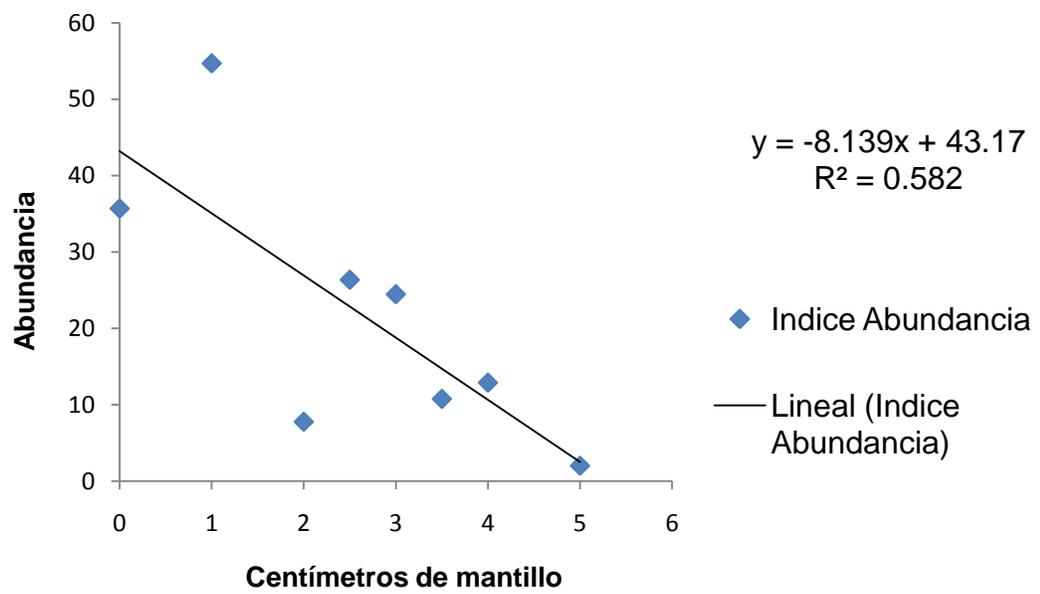


Figura 10. Regresión lineal del Índice de abundancia vs. Mantillo del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Según los estratos asignados por rangos de pendiente se observó que existe una correlación exponencial con la abundancia de los hongos (Figura 11). También pudo observarse mediante la prueba t con varianzas heterogéneas ($P \leq 0.00003$) que la relación significativa se dio entre el estrato 1 y el 2 (0-10% y 10-20% respectivamente) (Cuadro A 6).

Para el índice de Shannon-Wiener se obtuvo una diversidad y una equitatividad muy buena, teniendo valores de 2.99 y 0.733 respectivamente (Cuadro A 7). Se denotaron 4 especies con el mayor VIB dentro del área de estudio siendo: *Panaeolus antillarum* con 0.385, *Astraeus hygrometicus* con 0.311, 0.297 para *Psilocybe coprophila* y *Polyporus arcularis* 0.2271. Estos resultados demuestran que el VIB está directamente relacionado con la abundancia de las especies (Figura 12, Cuadro A 8).

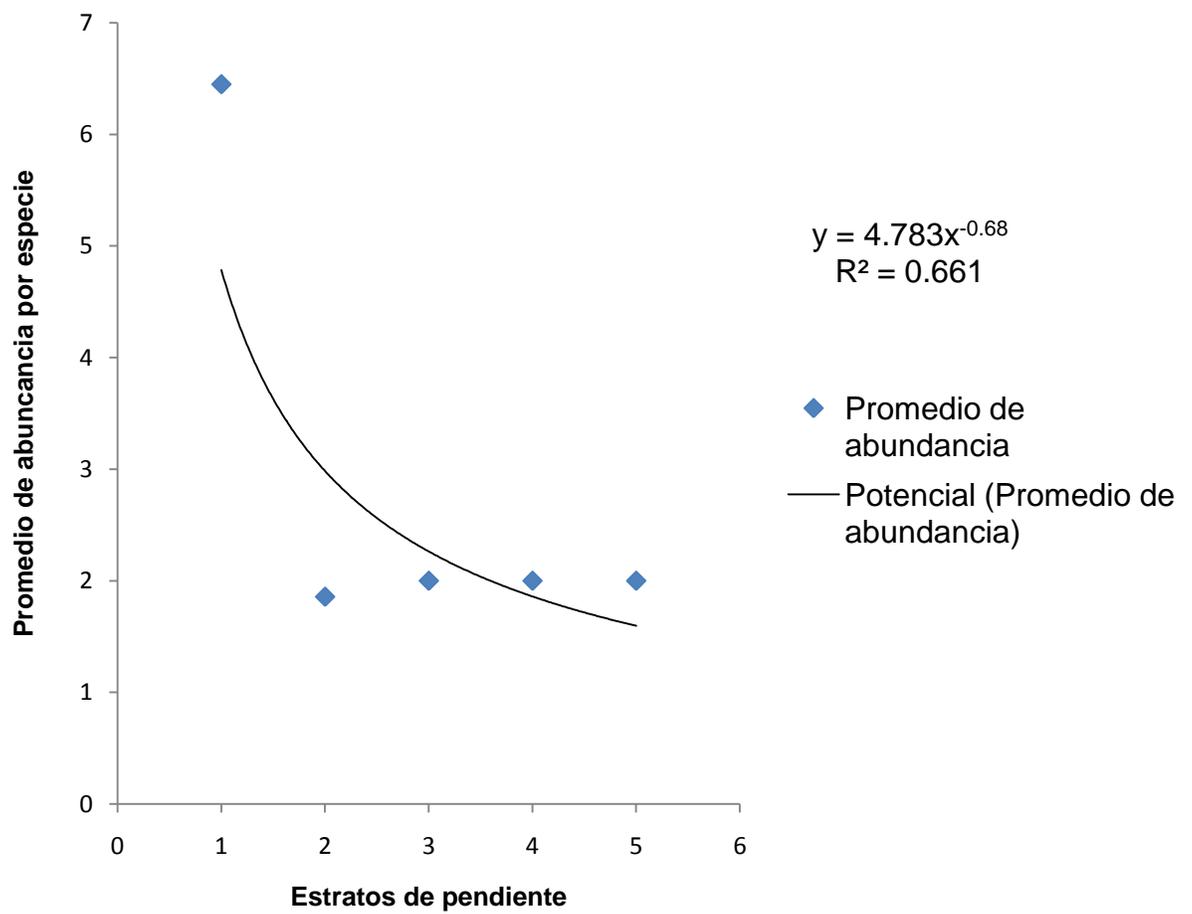


Figura 11. Regresión exponencial con el promedio de abundancia por especie vs. estratos de pendiente del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

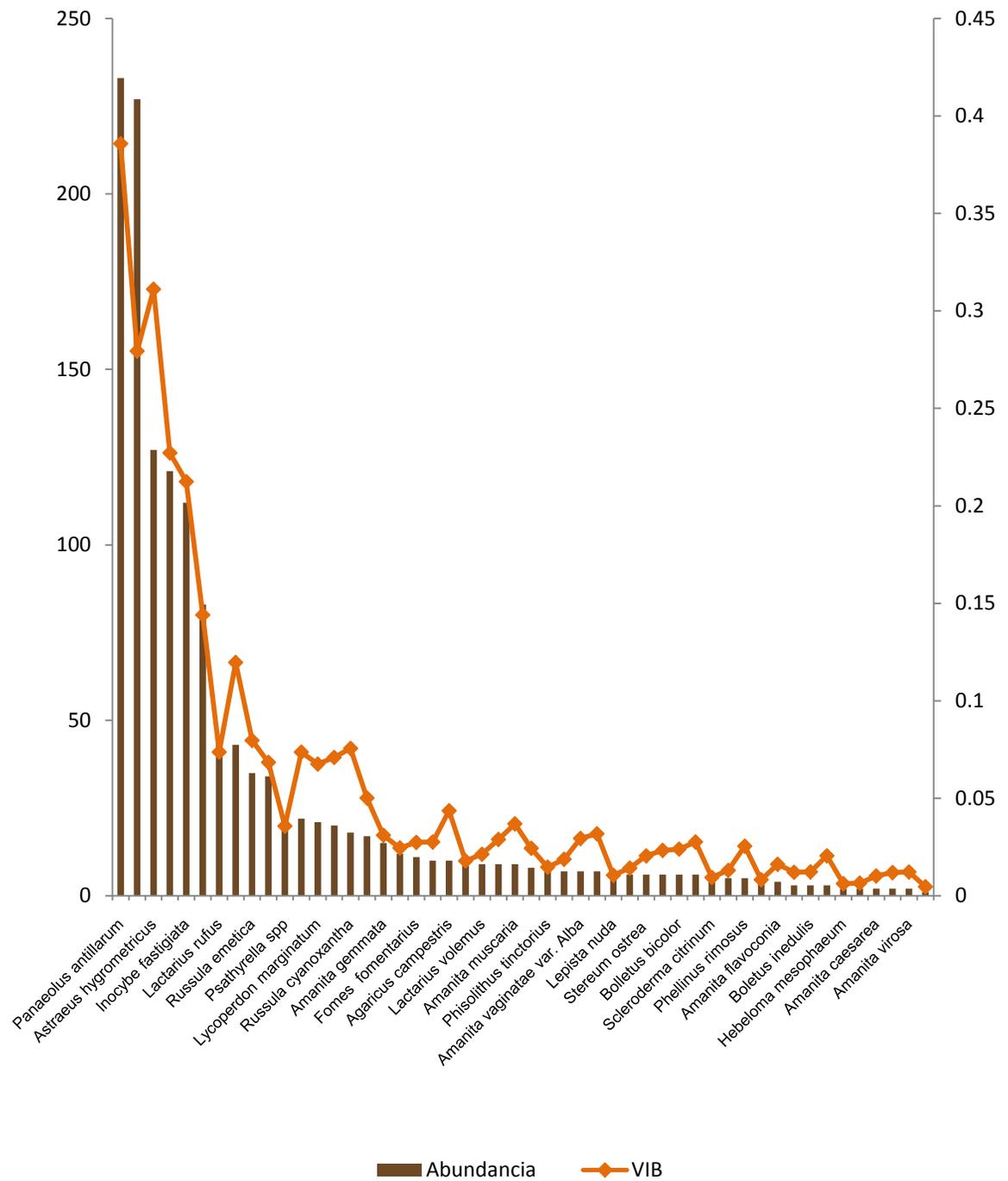


Figura 12. Relación de la Abundancia de especies con el Valor de Importancia Biológica (VIB) del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que existe una relación entre la profundidad de mantillo y la abundancia de cuerpos fructíferos de hongos; conforme el mantillo aumentaba, la abundancia disminuía. Así como la relación existente entre los dos primeros estratos de pendiente y el promedio de individuos por especie. Se asume que con mejores condiciones de precipitación la biodiversidad de especies de hongos incrementaría, ya que como fue mencionado hubo un año atípico en la precipitación registrada. Se obtuvo un alto Índice de Biodiversidad y Equitatividad dentro del Parque Nacional a pesar de la poca precipitación registrada. Se encontraron cuatro especies de hongos las cuales tuvieron un mayor Valor de Importancia Biológico, de los cuales dos especies son coprófilas, uno lignícola y otro indicador de fuego. La presencia de estas especies manifiesta un disturbio debido a la carga animal y/o sobre pastoreo, así como la incidencia de incendios forestales. Sin embargo este VIB podría ser mayor si el ecosistema estuviera en mejor estado.

Se recomienda que se continúe con el estudio por un periodo más largo para hacer un comparativo entre las condiciones ambientales y la presencia de cuerpos fructíferos. Es necesario determinar las características físicas y químicas del suelo, ya que sus propiedades permiten captar con mayor facilidad ciertos elementos (Fósforo, Nitrógeno, Calcio y Potasio) y agua del suelo. Así mismo, que se le dé hincapié al reglamento establecido por la CONANP, en cuanto a las actividades antropogénicas; entre ellas la ganadería, ya que los resultados reflejan la abundante presencia de especies coprófilas. Se anexa un

CD con el catalogo e inventario fotográfico de las especies de hongos encontradas durante el periodo antes mencionado.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. S., M. J. Pérez, y Ferrera, C. R. 1995. Hongos ectomicorrícicos y la tolerancia a la salinidad en plantas. *Rev. Chilena de Historia Natural* Vol. 82: 163
- Alarcón, A., y C. R. Ferrera. 2000. *Ecología, fisiología, y biotecnología de la micorriza arbuscular*. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Editorial Mundi Prensa. México.
- Arenas, R. 2008. *Micología medica ilustrada*. 3ª ed. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. México, D.F.
- Brower, J., y J. Zar. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown Company Publishers. Debuque, Iowa. USA. 194 P.
- Castellano, M. A., y R. Molina. 1989. Mycorrhizae. In T. D. Landis, R. W. Tinus, S. E. McDonald, and J. P. Barnett, eds. *The container tree nursery manual*. USDA Forest Service. Washington, D.C. Vol. 5: 101-167.
- CONAGUA. 2012. Sistema Meteorológico Nacional. http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77 Consultado Ene. 25, 2012.
- CONANP. 2011. Parques Nacionales. www.conanp.gob.mx/quehacemos/parques_nacionales.php Consultado Nov. 23, 2011.
- De Diego, C. F. 1979. *Setas (hongos)*. Editorial Mundi-Prensa. México.
- García, J. J., K. D. Pedraza, Silva, B. C. I., M. R. L. Andrade, y Castillo, T. J. 1998. *Hongos de Querétaro*. 1ª Edición. Editorial Centro Universitario Cerro de las Campanas de la Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. Santiago de Querétaro, Qro.
- García, R. J. L., M. J. Pérez, Aldrete, A., A. V. M. Cetina, y Vaquera, H. H. 2006. Caracterización del hongo silvestre ectomicorrízico *Pisolithus tinctorius* en cultivo y en la simbiosis con eucalipto y pino. Texcoco, México. *Rev. Agrobiencia*. Vol. 40: 665-676.
- Guzmán, H. G. 1977. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinantes*. Editorial Limusa S.A. México, D.F.
- Guzmán, H. G. 1978. *Hongos*. Editorial Limusa S.A. México, D.F.
- Herrera, T., y M. Ulloa. 1990. *El reino de los hongos*. Editorial Fondo de Cultura económica, S.A. de C.V. México, D.F.

- INEGI. 2004. Guía para la Interpretación de Cartografía. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/edafo/Edafl.pdf Consultado Ene. 16, 2012.
- McKnight K. y V. McKnight.1987. Peterson Field Guides Mushrooms.1st. Edition. Editorial Library of Congress Cataloging- In-Publication Data. New York, United States of America.
- Montaño, A. N. M., R. S. L. Camargo, García, S. R., y A. A. Monroy. 2007. Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos. Editorial Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, Mundi-Prensa S.A. de C.V., UAM-Ixtapalapa, FES Zaragoza, UNAM. Distrito Federal, México.
- Pérez, G. A., y P. M. Pérez. 1990. Parque Nacional “Cumbres de Majalca” Diagnóstico, Programa de manejo y Desarrollo. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología., Chihuahua, México.
- Quiñonez, M. M., y O. F. Garza. 1999. Guía de hongos de la región de Bosque Modelo de Chihuahua. 1ª Edición. Editorial Secretaria de extensión de la Facultad de Zootecnia, UACH. Chihuahua, México.
- Quiñonez Martínez, M. 2007. Diversidad y abundancia de hongos ectomicorrizógenos en comunidades forestales del Municipio de Bocoyna, Chihuahua. Tesis de Doctorado. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chih. Mex.
- Rodríguez Peña, A. 2009. Efecto de la inoculación de Bacterias y Hongos sobre la micorrización y el crecimiento de tres especies de pino. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agro tecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. Mex.
- Svrcek, M. 1998. The illustrated book of Mushrooms. Caxton Edition. Marble Arch, London.
- Vázquez Mendoza, S. 2008. Ecología de comunidades de macromicetos a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Nacional, Oax. Mex.

APÉNDICE

Cuadro A 1. Coordenadas de los sitios de muestreo en el Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Punto	X	Y
1	357424.88	3186217.049
2	356986.346	3186499.505
3	353475.83	3188522.781
4	353484.414	3188987.529
5	353218.344	3190028.357
6	353272.047	3189987.656
7	353322.829	3189716.103
8	353764.526	3189485.791
9	353676.29	3189797.834
10	353650.399	3190109.092
11	353780.194	3189008.423
12	353779.954	3188774.459
13	353862.923	3189549.199
14	354832.271	3187071.143
15	353811.619	3185907.97
16	353371.326	3186045.899
17	353596.619	3186492.517
18	353720.404	3186201.576
19	356279.846	3186600.587
20	356803.66	3187077.43

Cuadro A 1. Continuación Coordenadas de los sitios de muestreo en el Parque Nacional "Cumbres de Majalca"

Punto	X	Y
21	352981.65	3186674.48
22	352525.82	3183957.063
23	353019.957	3183781.482
23	353019.957	3183781.482
24	352979.814	3184253.002
25	353352.452	3185839.877
26	353238.571	3186484.725
27	353592.577	3184451.521
28	354006.009	3184329.334
29	354530.558	3184199.613
30	354363.022	3184681.956
31	355020.065	3184738.383
32	354741.25	3185431.448
33	354196.229	3185438.28
34	353894.086	3185134.228
35	353284.515	3185185.014
36	353183.528	3188563.42
37	352704.428	3188412.491
38	353074.199	3188066.084
39	356406.798	3187217.788
40	356543.258	3187508.554

Cuadro A 1. Continuación Coordenadas de los sitios de muestreo en el Parque Nacional "Cumbres de Majalca"

Punto	X	Y
41	353990.409	3190200.237
42	354265.907	3189904.311
43	354460.875	3189670.973
44	354147.031	3188859.113
45	355123.706	3188477.449
46	354441.208	3188104.261
47	354697.528	3188436.604
48	354894.317	3188129.369
49	354799.824	3187511.774
50	354743.304	3187112.277
51	353392.304	3187277.038
52	353525.598	3186881.305
53	355907.944	3186349.686
54	355557.026	3186043.122
55	355307.13	3186227.864
56	357186.153	3185989.1
57	356669.824	3185681.461
58	356650.324	3185420.033
59	356420.12	3185225.856
60	356388.867	3185549.481

Cuadro A 2. Clasificación de hongos según su requerimiento ecológico y aprovechamiento del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

No. Especie	Especies	Requerimiento	Aprovecha-
		Ecológico	miento
spp13	<i>Agaricus campestris</i> L. ex Fr.	S	C
spp31	<i>Agaricus silvaticus</i> Schaeff. Fr.	S	C
spp32	<i>Amanita caesarea</i> (Scop. ex Fr.) Grev.	E	C
spp44	<i>Amanita flavoconia</i> Atk	E	T
spp 5	<i>Amanita gemmata</i> Gillet	E	C
spp 4	<i>Amanita muscaria</i> (L. ex Fr.) Pers. ex	E	T
spp 6	<i>Amanita rubescens</i> (Pers. ex Fr.) S.F. Gray	E	C
spp10	<i>Amanita vaginatae</i> var. <i>Alba</i> (Bull. ex Fr.)	E	C
spp34	<i>Amanita virosa</i> (Fr.) Bert.	E	T
spp 2	<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morg.	E	N C
spp20	<i>Boletus amygdalinus</i> (Thiers)	E	T
spp57	<i>Boletus barrowsii</i> Thiers & A.H. Smith	E	C
spp15	<i>Boletus bicolor</i> Raddi, 1807	E	T
spp58	<i>Boletus inedulís</i> Smith & Thiers, 1971	E	C
spp43	<i>Boletus ludirus</i> Schaeff. ex Fr.	E	C
spp21	<i>Bovista</i> spp. Pers. 1794	S	C
spp24	<i>Chlorophyllum molybdites</i> (Meyer.:Fr.)	S	T
spp41	<i>Coprinus atramentarius</i> (Redhead, Vilgalys)	S	C
spp35	<i>Coprinus comatus</i> (Mull. Ex Fr.) S.F. Gray	S	C
spp59	<i>Coprinus lagopus</i> (Fr.) Epicrisis.	S	N C
spp36	<i>Coprinus sterquilinus</i> Fr. Epicrisis, 1838	S / C	C
spp56	<i>Crepidotus aff. mollis</i> (Fr.) Stde.	S / L	N C
spp19	<i>Cytocybe gibba</i> (Pers. ex Fr.) Kummer.	E	T
spp25	<i>Entoloma</i> spp. P. kummer, 1871	S	T

Cuadro A 2. Continuación Clasificación de hongos según su requerimiento ecológico y aprovechamiento del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

No. Especie	Especies	Requerimiento	Aprovecha-
		Ecológico	miento
spp33	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	S / P	N C
spp49	<i>Hebeloma mesophaeum</i> Qué. l.	E	T
spp38	<i>Hericium erinaceus</i> (Bull.) Pers.	S / L	C
spp 9	<i>Inocybe fastigiata</i> (Schaeff, ex Fr.)	E	T
spp51	<i>Inonotus tamaricis</i> (Pat.) Maire	S / P	N C
spp11	<i>Laccaria laccata</i> (Scop. ex Fr.) Berk & Br.	E	C
spp17	<i>Lactarius rufus</i> (Scop.: Fr.) Fr.	E	N C
spp45	<i>Lactarius torminosus</i> (Schaeff. ex Fr.)	E	T
spp 3	<i>Lactarius volemus</i> (Fr.: Fr.) Fr.	E	C
spp55	<i>Lentinus aff. tigrinus</i> Bull.	S / L	N C
spp27	<i>Lepiota americana</i> (Schaeff, ex Fr.)	S	T
spp54	<i>Lepista nuda</i> (Bull. ex Fr.) Cooke	S	C
spp22	<i>Lycoperdon marginatum</i> Vittad.	S	C
spp23	<i>Lycoperdon pusillum</i> Batsch.	S	N C
spp53	<i>Macrolepiota procera</i> (Scop. ex Fr.) S.F. Gray	S	C
spp26	<i>Omphalotus subilludens</i> Bresinsky y Besl.	S	T
spp12	<i>Panaeolus antillarum</i> Dennis.	S / C	T
spp 1	<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr. ex Fr.) Pat.	S / P	N C
spp42	<i>Phellinus rimosus</i> (Berk.) Pilát.	S / L	N C
spp46	<i>Phisolithus tinctorius</i> (Pers.) Coker et Couch	E	C
spp48	<i>Pholitoa aurivella</i> (Fries) Kummer	E	N C
spp14	<i>Polyporus arcularis</i> Batsch. ex Fr.	S / L	N C
spp30	<i>Psathyrella</i> spp (Fr. Qué. l.)	S	N C
spp29	<i>Psilocybe coprophila</i> (Bull. ex Fr.) Kumm.	S / C	T

Cuadro A 2. Continuación Clasificación de hongos según su requerimiento ecológico y aprovechamiento del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

No. Especie	Especies	Requerimiento Ecológico	Aprovechamiento
spp16	<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff. ex Schw.)	E	C
spp18	<i>Russula emetica</i> (Schaeff. ex Fr.) S.F. Gray.	E	T
spp50	<i>Scleroderma areolatum</i> Ehr.	E	T
spp52	<i>Scleroderma citrinum</i> Pers.: Pers.	E	T
spp39	<i>Stereum ostrea</i> (Blume&Nees ex Fr. 1838)	S / P	N C
spp28	<i>Stropharia hardii</i> G.F. Atk.	S	N C
spp47	<i>Suillus cothurnatus</i> Singer, 1945.	E	C
spp 8	<i>Suillus granulatus</i> (L. ex Fr.) Kuntze	E	C
spp37	<i>Suillus pseudobrevipes</i> Smith & Thiers.	E	C
spp 7	<i>Suillus reticulatus</i> J. Schaeffer: Fries	E	C
spp40	<i>Tremella aff. lutescens</i> Retz. 1769.	S / L	C

S= Saprófito, E= Ectomicorrízico, P=Parásito, L=Lignícola, C= Coprófilo.
C=Comestible, N C= No Comestible, T= Tóxico.

Cuadro A 3. Abundancia y Riqueza por comunidad vegetal dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Comunidad	Abundancia	Riqueza
	(No. de individuos)	(No. de especies)
QJ	626	47
PQ	479	36
P	174	22
PQJM	119	8

Bosque de *Quercus-juniperus* (Q j), Bosque de *Pinus-quercus* (P q), Bosque de *Pinus* (P) y Comunidad heterogénea de *Pinus-quercus-juniperus*-manzanita (P-q-j-m).

Cuadro A 4. Análisis de varianza de la correlación de mantillo vs. Abundancia del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1217.44214	1217.442143	8.359601314	0.02764668
Residuos	6	873.803975	145.6339958		
Total	7	2091.24612			
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	
Intercepción	43.1775794	8.53328764	5.059899677	0.00231091	
Variable X 1	-8.1397392	2.81525481	-2.891297514	0.02764668	

Cuadro A 5. Precipitaciones y Temperatura media anual del estado de Chihuahua

Año	Precipitación por mes de agosto (mm)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media del mes agosto (°C)	Temperatura media anual (°C)
2006	190	607.1	22.8	18.4
2007	105.5	487.4	24.2	18.3
2008	163.4	567.8	22.6	18
2009	95	468.8	24.5	18.2
2010	76.3	470	24.2	18
2011	76.4	260.5	24.8	18.9

INEGI, 2011

Cuadro A 6. Prueba *t* para estratos de pendiente de 0-10% y de 10-20% del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Estrato de pendiente	1	2
Media	6.44769372	1.85714286
Varianza	35.4545455	0.28571429
Observaciones	38	14
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico <i>t</i>	4.70134477	
P(T<=t) una cola	1.5992E-05	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	1.68487512	
P(T<=t) dos colas	3.1985E-05	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2.0226909	

Cuadro A 7. Índice de Shannon-Wiener de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Especie	n	Abundancia		
		Relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
<i>Agaricus campestris</i>	10	0.007153	-4.940213	-0.04
<i>Agaricus silvaticus</i>	17	0.012160	-4.409585	-0.05
<i>Amanita caesarea</i>	2	0.001431	-6.549651	-0.01
<i>Amanita flavoconia</i>	4	0.002861	-5.856504	-0.02
<i>Amanita gemmata</i>	15	0.010730	-4.534748	-0.05
<i>Amanita muscaria</i>	9	0.006438	-5.045573	-0.03
<i>Amanita rubescens</i>	22	0.015737	-4.151755	-0.07
<i>Amanita vaginatae alba</i>	7	0.005007	-5.296888	-0.03
<i>Amanita virosa</i>	2	0.001431	-6.549651	-0.01
<i>Astraeus hygrometricus</i>	127	0.090844	-2.398611	-0.22
<i>Boletus barrowsii</i>	1	0.000715	-7.242798	-0.01
<i>Boletus inedulis</i>	3	0.002146	-6.144186	-0.01
<i>Bolletus amygdalinus</i>	6	0.004292	-5.451038	-0.02
<i>Bolletus bicolor</i>	6	0.004292	-5.451038	-0.02
<i>Bolletus ludirus</i>	7	0.005007	-5.296888	-0.03
<i>Bovista spp.</i>	3	0.002146	-6.144186	-0.01
<i>Chlorophyllum molybdites</i>	6	0.004292	-5.451038	-0.02
<i>Coprinus atramentarius</i>	1	0.000715	-7.242798	-0.01
<i>Coprinus comatus</i>	1	0.000715	-7.242798	-0.01
<i>Coprinus lagopus</i>	1	0.000715	-7.242798	-0.01

Cuadro A 7. Continuación Índice de Shannon-Wiener de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Especie	n	Abundancia Relativa(pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
<i>Coprinus sterquilinus</i>	12	0.008584	4.757891	-0.04
<i>Crepidotus aff. mollis</i>	1	0.000715	7.242798	-0.01
<i>Cytocybe gibba</i>	5	0.003577	5.633360	-0.02
<i>Entoloma spp.</i>	6	0.004292	5.451038	-0.02
<i>Fomes fomentarius</i>	11	0.007868	4.844903	-0.04
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	2	0.001431	6.549651	-0.01
<i>Hericium erinaceus</i>	1	0.000715	7.242798	-0.01
<i>Inocybe fastigiata</i>	112	0.080114	2.524299	-0.20
<i>Inonotus tamaricis</i>	8	0.005722	5.163356	-0.03
<i>Laccaria laccata</i>	83	0.059371	2.823957	-0.17
<i>Lactarius rufus</i>	45	0.032189	3.436135	-0.11
<i>Lactarius torminosus</i>	2	0.001431	6.549651	-0.01
<i>Lactarius volemus</i>	9	0.006438	5.045573	-0.03
<i>Lentinus aff. tigrinus</i>	1	0.000715	7.242798	-0.01
<i>Lepiota americana</i>	4	0.002861	5.856504	-0.02
<i>Lepista nuda</i>	6	0.004292	5.451038	-0.02
<i>Lycoperdon marginatum</i>	21	0.015021	4.198275	-0.06
<i>Lycoperdon pusillum</i>	10	0.007153	4.940213	-0.04

Cuadro A 7. Continuación Índice de Shannon-Wiener de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Especie	n	Abundancia Relativa(pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
<i>Macrolepiota procera</i>	7	0.005007	-5.296888	-0.03
<i>Omphalotus subilludens</i>	1	0.000715	-7.242798	-0.01
<i>Panaeolus antillarum</i>	233	0.166667	-1.791759	-0.30
<i>Phaeolus schweinitzii</i>	3	0.002146	-6.144186	-0.01
<i>Phellinus rimosus</i>	5	0.003577	-5.633360	-0.02
<i>Phisolithus tinctorius</i>	7	0.005007	-5.296888	-0.03
<i>Pholitoa aurivella</i>	9	0.006438	-5.045573	-0.03
<i>Polyporus arcularis</i>	121	0.086552	-2.447007	-0.21
<i>Psathyrella spp.</i>	22	0.015737	-4.151755	-0.07
<i>Psilocybe coprophila</i>	227	0.162375	-1.817848	-0.30
<i>Russula cyanoxantha</i>	18	0.012876	-4.352426	-0.06
<i>Russula emetica</i>	35	0.025036	-3.687450	-0.09
<i>Scleroderma areolatum</i>	34	0.024320	-3.716437	-0.09
<i>Scleroderma citrinum</i>	5	0.003577	-5.633360	-0.02
<i>Stereum ostrea</i>	6	0.004292	-5.451038	-0.02
<i>Stropharia hardii</i>	9	0.006438	-5.045573	-0.03
<i>Suillus cothurnatus</i>	1	0.000715	-7.242798	-0.01
<i>Suillus granulatus</i>	20	0.014306	-4.247066	-0.06

Cuadro A 7. Continuación Índice de Shannon-Wiener de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Especie	n	Abundancia Relativa (pi)	Ln(pi)	(pi) x Ln(pi)
<i>Suillus pseudobrevipes</i>	2	0.001431	6.549651	-0.01
<i>Suillus reticulatus</i>	43	0.030758	3.481598	-0.11
<i>Tremella aff. lutescens</i>	1	0.000715	7.242798	-0.01
	1398	1.00		2.99

**Índice de
diversidad de
Shannon-
Wiener**

Cuadro A 8. Valor de Importancia Biológica de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Especies	D. relativa	F. relativa	C. relativa	VIB
<i>Agaricus campestris</i>	0.007153076	0.022058986	0.014432019	0.04364408
<i>Agaricus silvaticus</i>	0.012160229	0.011029493	0.026987875	0.050177597
<i>Amanita caesarea</i>	0.001430615	0.007352995	0.001443202	0.010226812
<i>Amanita flavoconia</i>	0.00286123	0.011029493	0.002309123	0.016199846
<i>Amanita gemmata</i>	0.010729614	0.007352995	0.012988817	0.031071426
<i>Amanita muscaria</i>	0.006437768	0.011029493	0.019483225	0.036950486
<i>Amanita rubescens</i>	0.015736767	0.029411981	0.028575397	0.073724145
<i>Amanita vaginatae alba</i>	0.005007153	0.018382488	0.006061448	0.029451089
<i>Amanita virosa</i>	0.001430615	0.007352995	0.003463684	0.012247295
<i>Astraeus hygrometricus</i>	0.090844063	0.110294929	0.109971983	0.311110974
<i>Boletus barrowsii</i>	0.000715308	0.003676498	0.000865921	0.005257726
<i>Boletus inedulis</i>	0.002145923	0.003676498	0.006494408	0.012316829
<i>Bolletus amygdalinus</i>	0.004291845	0.01470599	0.004329606	0.023327442
<i>Bolletus bicolor</i>	0.004291845	0.011029493	0.008659211	0.02398055
<i>Bolletus ludirus</i>	0.005007153	0.003676498	0.010102413	0.018786064
<i>Bovista</i>	0.002145923	0.007352995	0.002597763	0.012096681
<i>Chlorophyllum molybdites</i>	0.004291845	0.01470599	0.008659211	0.027657047
<i>Coprinus atramentarius</i>	0.000715308	0.003676498	0.001154561	0.005546367
<i>Coprinus comatus</i>	0.000715308	0.003676498	0.000865921	0.005257726
<i>Coprinus lagopus</i>	0.000715308	0.003676498	0.00028864	0.004680446
<i>Coprinus sterquilinus</i>	0.008583691	0.007352995	0.008659211	0.024595897
<i>Crepidotus aff. mollis</i>	0.000715308	0.003676498	0.004329606	0.008721411
<i>Cytocybe gibba</i>	0.003576538	0.007352995	0.002164803	0.013094336
<i>Entoloma spp.</i>	0.004291845	0.007352995	0.002597763	0.014242604
<i>Fomes fomentarius</i>	0.007868383	0.003676498	0.015875221	0.027420102

Cuadro A 8. Continuación Valor de Importancia Biológico de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Especies	D. relativa	F. relativa	C. relativa	VIB
<i>Hebeloma mesophaeum</i>	0.001430615	0.003676498	0.001154561	0.006261674
<i>Hericium erinaceus</i>	0.000715308	0.003676498	0.002886404	0.007278209
<i>Inocybe fastigiata</i>	0.080114449	0.051470967	0.080819305	0.212404721
<i>Inonotus tamaricis</i>	0.005722461	0.003676498	0.015009299	0.024408258
<i>Laccaria laccata</i>	0.059370529	0.036764976	0.047914302	0.144049808
<i>Lactarius rufus</i>	0.032188841	0.022058986	0.019483225	0.073731052
<i>Lactarius torminosus</i>	0.001430615	0.003676498	0.001443202	0.006550315
<i>Lactarius volemus</i>	0.006437768	0.011029493	0.003896645	0.021363906
<i>Lentinus aff. tigrinus</i>	0.000715308	0.003676498	0.002453443	0.006845248
<i>Lepiota americana</i>	0.00286123	0.003676498	0.001731842	0.00826957
<i>Lepista nuda</i>	0.004291845	0.003676498	0.002597763	0.010566106
<i>Lycoperdon marginatum</i>	0.015021459	0.040441474	0.012122896	0.067585829
<i>Lycoperdon pusillum</i>	0.007153076	0.01470599	0.005772807	0.027631874
<i>Macrolepiota procera</i>	0.005007153	0.01470599	0.012122896	0.031836039
<i>Omphalotus subilludens</i>	0.000715308	0.003676498	0.001731842	0.006123647
<i>Panaeolus antillarum</i>	0.166666667	0.084559445	0.134506415	0.385732527
<i>Phaeolus schweinitzii</i>	0.002145923	0.011029493	0.00736033	0.020535745
<i>Phellinus rimosus</i>	0.003576538	0.01470599	0.007216009	0.025498538
<i>Phisolithus tinctorius</i>	0.005007153	0.003676498	0.006061448	0.014745099
<i>Pholitoa aurivella</i>	0.006437768	0.003676498	0.00779329	0.017907556
<i>Polyporus arcularis</i>	0.086552217	0.088235943	0.052388228	0.227176388
<i>Psathyrella spp.</i>	0.015736767	0.007352995	0.012700176	0.035789939
<i>Psilocybe coprophila</i>	0.162374821	0.051470967	0.065521365	0.279367153
<i>Russula cyanoxantha</i>	0.012875536	0.036764976	0.025977634	0.075618146

Cuadro A 8. Continuación Valor de Importancia Biológico de las especies encontradas dentro del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

Especies	D. relativa	F. relativa	C. relativa	VIB
<i>Russula emetica</i>	0.025035765	0.029411981	0.025256033	0.079703779
<i>Scleroderma areolatum</i>	0.024320458	0.01470599	0.029441318	0.068467767
<i>Scleroderma citrinum</i>	0.003576538	0.003676498	0.002164803	0.009417838
<i>Stereum ostrea</i>	0.004291845	0.011029493	0.005195527	0.020516865
<i>Stropharia hardii</i>	0.006437768	0.01470599	0.00779329	0.028937049
<i>Suillus cothurnatus</i>	0.000715308	0.003676498	0.001010241	0.005402047
<i>Suillus granulatus</i>	0.014306152	0.022058986	0.034636845	0.071001982
<i>Suillus pseudobrevipes</i>	0.001430615	0.007352995	0.003175044	0.011958655
<i>Suillus reticulatus</i>	0.030758226	0.033088479	0.055851913	0.119698617
<i>Tremella aff. lutescens</i>	0.000715308	0.003676498	0.001443202	0.005835007
Totales=	1	1.00	0.999	

D= Densidad, F=Frecuencia, C=Cobertura

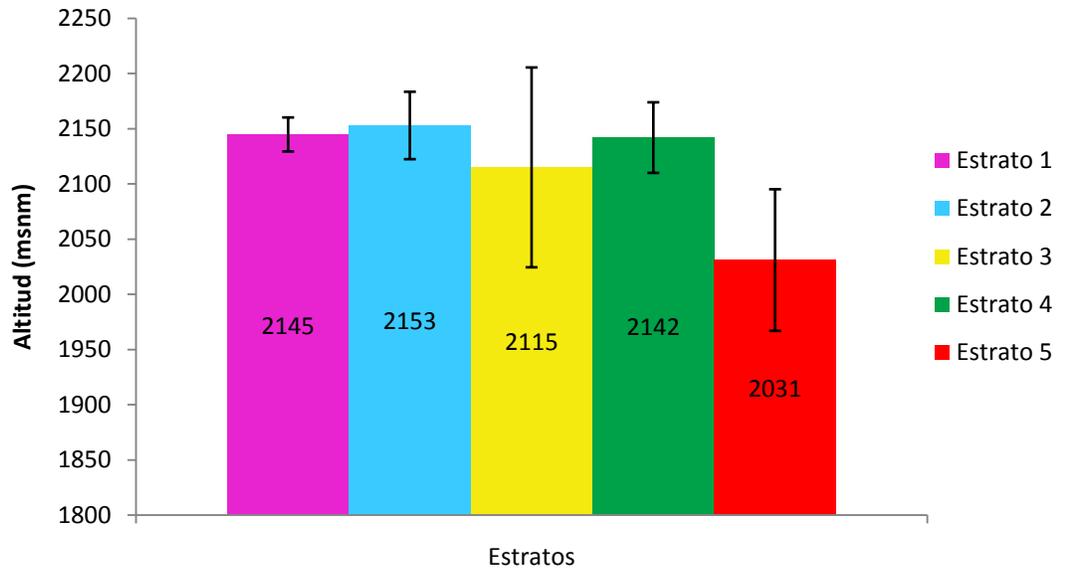


Figura A 1. Altitud Media con error estándar por estrato de pendiente del Parque Nacional “Cumbres de Majalca”

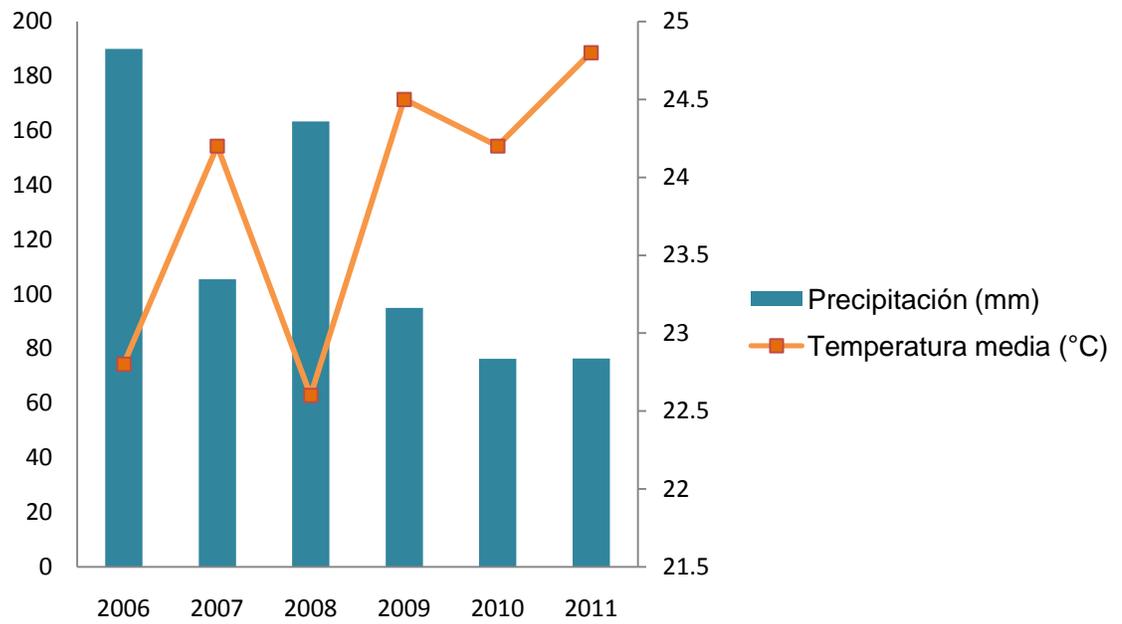


Figura A 2. Precipitación y Temperatura media en el mes de Agosto del estado de Chihuahua