

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

T E S I S

**Disponibilidad de esporomas de hongos silvestres
comestibles del Parque Nacional Lagunas de Montebello,
La Trinitaria, Chiapas**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

Rosa María Ruiz Pérez

DIRECTORA

M. en C. Erika Cecilia Pérez Ovando

PROGRAMA DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y
CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

ASESOR

Dr. Juan Felipe Ruan Soto

LABORATORIO-TALLER DE PROCESOS BIOCULTURALES,
EDUCACIÓN Y SUSTENTABILIDAD

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Octubre de 2024





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;
Fecha: 29 de octubre de 2024

C. Rosa María Ruiz Pérez

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Disponibilidad de esporomas de hongos silvestres comestibles del Parque Nacional Lagunas de

Montebello, La Trinitaria, Chiapas

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

M. en C. Ana Guadalupe Rocha Loredó

Lic. Manuel Martínez Meléndez

M. en C. Erika Cecilia Pérez Ovando

Firmas:

Ccp. Expediente

AGRADECIMIENTOS

¡Por fin he llegado al objetivo de este maravilloso proyecto que nació desde la curiosidad de conocer y comer hongos silvestres comestibles! Gracias a Dios, al universo, y todo aquello que se fue alineando para terminar esta investigación.

Gracias, Erika, por instruirme, adentrarme y dejarme mucha curiosidad desde aquella primera salida de campo del 2018 en esto que llamamos *el maravilloso mundo de los hongos*, por inspirarme a seguir conociendo aromas y sabores de cada hongo comestible habido y por haber (aun cuando no has probado el *Leccinum*) gracias por creer y estar orgullosa de mi, ya por fin tienes un monito liberado.

A la CONANP por las facilidades que brindaron para realizar el proyecto; A Ruan y la maestra Rocha por orientarme en este trabajo y su tiempo invertido en las correcciones; a Manuel, porque de no haberte conocido tal vez no hubiera hecho esta tesis en Montebello, gracias por compartir tu amistad, tu tiempo, y tus consejos, que bueno fue haberte dicho en aquella clase de botánica: *y para hacer voluntariado...*

A mi madre, especialmente a ella que siempre me apoyó y dió por todo por ver cumplida esta meta, gracias por siempre ver y emocionarte conmigo con aquellos programas de *plantitas y animalitos* que en mi infancia compartimos cada domingo y que hoy día sirvieron para inspirarme a conocer y saber de este vasto mundo.

A mi mono asistente Carlitos, por convencerme en aquellos meses de realizar esta tesis, por las aventuras, las risas que estar en campo nos trajo, y sobre todo los buenos recuerdos, como el *mico de noche*, *sus fotos ultra HD de aves*, *el chucho de la moto taxi* y *el atardecer* al que llegamos corriendo cuando dejamos la chamba botada en la oficina, eres un excelente mono, amigo y micólogo.

A Alex, por tu ayuda en campo, aunque te caíamos mal, pero nos alegraste mucho en esos días y desde ahí la amistad correría hasta entonces, las risas, las canciones y los momentos en los que te pones serio, gracias por ser un buen amigo, pero más que amigo, mono; a Ezequiel, porque más que amigo y mono, es el mejor cobrador de dinero que he conocido, gracias por tu invaluable amistad, aquella hemos ido formando a través de estos años, de las colectas y los futuros proyectos que todavía nos tiene deparado el destino.

A mi Kai, mi moniwis, mi alma gemela, que me brindas la curiosidad por seguir conociendo nuevos sabores, por dejarme probar cada receta con hongos que elaboras con amor, gracias por ver en mí lo que me ha costado ver, por alegrarte en cada etapa que atravesé hasta el final de la elaboración de este documento, agradecida con la vida y con los ovnis de que seas parte.

A la persona que una vez se convirtió en mi familia: gracias por los montones de tazas de café de aquellas noches que vi interminables. ¡Por fin pude tomarme la última taza!

DEDICATORIA

Con todo mi amor, para mi madre...

Quien procuró mi infancia, mi crecimiento, mis sueños y mis ilusiones en la vida; gracias al cielo por dejarte ver este momento tan esperado.

Para Erika, no me cabe duda que cuando conoces a alguien tu vida cambia tanto como quieras o no; estoy agradecida con la vida de que seas tú quien me lleve de la mano en este mundo de los hongos.

¡Que vivan los hongos en este y en todos los universos!

INDICE

RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Generalidades de los hongos.....	4
2.2 Fenología y recolección.....	5
2.3 Hongos templados y tropicales	5
2.4 Hongos silvestres comestibles y su aprovechamiento	6
2.5 Recolección de hongos silvestres comestibles y su impacto	8
2.6 Ecología de hongos.....	9
2.6.1 Índice de valor de importancia ecológica	9
III. ANTECEDENTES	12
3.1 Ecología de HSC en México.....	12
3.2 Ecología de HSC en Chiapas.....	13
3.3 Hongos silvestres comestibles registrados en el PNLM.....	13
IV. OBJETIVOS	16
4.1 Objetivo general	16
4.2 Objetivos particulares	16
V. ZONA DE ESTUDIO	17
5.1 Vegetación	17
5.2 Clima	17
5.3 Hidrología	18
5.4 Edafología.....	18

VI. METODOLOGÍA	20
6.1 Solicitud de permisos	20
6.2 Selección de especies comestibles para la recolección de esporomas	20
6.3 Trabajo de campo	20
6.4 Análisis estadístico.....	23
6.4.1 Abundancia.....	23
6.4.2 Producción en biomasa	23
6.4.3 Frecuencia temporal y espacial	24
6.4.4 Índice de valor de importancia ecológica	25
6.4.5 Correlación y diferencias significativas	25
VII. RESULTADOS.....	26
7.1 Listado taxonómico	26
7.2 Preferencia de sustrato	27
7.3 Fenología	27
7.4 Biomasa y abundancia	29
7.4.1 Biomasa y abundancia por mes.....	29
7.4.2 Biomasa y abundancia por sitio de mes	30
7.4.3 Biomasa y abundancia por cada especie	31
7.5 Frecuencias.....	33
7.5.1 Frecuencia espacial.....	33
7.5.2 Frecuencia temporal	34
7.6 Valor de importancia ecológica	36
7.7 Correlación de variables y diferencias significativas	38

VIII. DISCUSIÓN	42
8.1 Asociación de la preferencia de sustratos de HSC por vegetación	42
8.2 Condiciones climáticas	43
8.3 Abundancia y peso	44
8.4 Frecuencia espacial y temporal	45
8.5 Valor de importancia ecológica (VIE) y análisis de correlación	46
IX. CONCLUSIÓN	48
X. RECOMENDACIONES	49
XI. LITERATURA CITADA	50
XII. ANEXOS	60

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Datos recolectados en campo	21
Cuadro 2 Datos recolectados para el listado de especies.....	21
Cuadro 3 Jerarquía de los HSC recolectados en el área de estudio	26
Cuadro 4 Fenología de HSC colectados en el PNLM	28
Cuadro 5 Cantidad de biomasa y abundancia de los HSC recolectados en el periodo de muestreo de junio a diciembre	31
Cuadro 6 Valores de biomasa y abundancia por sitio de muestreo	31
Cuadro 7 Biomasa y abundancia absoluta de todas las especies comestibles colectadas en el PNLM	32
Cuadro 8 Frecuencia temporal de cada HSC colectado en el PNLM durante el período de muestreo	34
Cuadro 9 Frecuencia espacial de cada HSC colectado en el PNLM durante el período de muestreo	35
Cuadro 10 Valores de disponibilidad con el índice de importancia biológica	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura del cuerpo fructífero	4
Figura 2 Polígono del PNLM con los sitios de muestreo donde se realizaron las recolecciones de los HSC presentes en la zona de estudio.	19
Figura 3 Preferencia de sustrato de los HSC colectadas en el PNLM	27
Figura 4 Biomasa y abundancia de los HSC colectados en el PNLM durante el periodo de muestreo	30
Figura 5 Composición de la comunidad de HSC colectados en el PNLM que determinan la disponibilidad de cada esporoma	37
Figura 6 Correlación entre los valores relativos de abundancia y frecuencia temporal	38
Figura 7 Correlación entre los valores relativos de abundancia y frecuencia espacial	39
Figura 8 Correlación entre los valores relativos de biomasa y frecuencia temporal	39
Figura 9 Correlación entre los valores relativos frecuencia espacial y temporal ..	40
Figura 10 Correlación entre los valores relativos abundancia y biomasa	40
Figura 11 Correlación entre los valores relativos de biomasa y frecuencia espacial	41
Figura 12 a) <i>Suillus tomentosus</i> ; b) <i>Amanita amerirubescens</i>	60
Figura 13 a) <i>Craterellus tubaeformis</i> ; b) <i>C. fallax</i> ; c) <i>C. ignicolor</i>	61
Figura 14 a) <i>Turbinellus floccosus</i> ; b) <i>Tricholoma secc. megatricholoma</i>	62
Figura 15 a) <i>Ramaria</i> gpo. <i>flava</i> ; b) <i>Lactarius indigo</i> ; c) <i>L. indigo</i> ; d) <i>Hydnum repandum</i> ; e) <i>L. gpo. deliciosus</i>	63

RESUMEN

El recurso fúngico ha sido fundamental en la historia de la humanidad por su valor ecológico, antropológico y económico, por lo que estos deben ser aprovechados adecuadamente que aseguren su conservación y aprovechamiento sustentable. A través de los estudios de ecología se han analizado las causas de su la disminución dentro de la vegetación, por lo cual es importante realizar análisis que reflejen la producción y disponibilidad de estos organismos. Este estudio se centra en el análisis de índice de disponibilidad ecológica, que analiza la composición de valores aportados a la estructura de la comunidad de los hongos silvestres comestibles y como estos se comportan de manera desigual para cada especie; en la composición es posible apreciar que tienen diferencias notables en todos los valores evaluados, que ha sido modificado al integrar variables como la biomasa, abundancia, frecuencia temporal y espacial. El presente estudio fue elaborado en el Parque Nacional Lagunas de Montebello del estado de Chiapas, localizada entre los municipios de La Trinitaria y La Independencia, el sitio destaca por su biodiversidad y se han documentado la diversidad de macromicetos y su relación desde el punto de vista ecológica y antropológica.

En el periodo comprendido de junio a diciembre del 2021 se recolectaron 10.233 Kg y 2,341 esporomas que corresponden a 18 especies, en su mayoría con afinidad por asociaciones micorrizógenas con bosques mixtos de *Pinus-Quercus*. Se encontró que la frecuencia espacial y temporal tienen una mayor correlación en comparación con otras variables y que las especies *Turbinellus floccosus* y *Craterellus* spp. tienen los valores más altos en el índice de VI, durante toda la temporada de fructificación.

Palabras clave: Biomasa, bosque mixto, *Craterellus*, índice de disponibilidad.

I. INTRODUCCIÓN

El capital natural ha formado parte de la historia de la humanidad y han sido vistos como herramientas y beneficios para su desarrollo. Dentro de estos, se encuentran aquellos recursos no maderables como los hongos macroscópicos y cuya importancia abarca desde ámbitos ecológicos, antropológicos y económicos. Con el resultado de las diferentes 2evaluaciones se ha determinado que en el mundo existen al menos 700,000 especies de hongos. En México se han registrado 7,000 especies, que corresponde al 1% de lo mundialmente estimado, de los cuales 4,500 corresponden a macromicetos y el resto a micromicetos. Las estimaciones del número total de hongos para México predicen que podrían existir al menos 200,000 especies (Guzmán, 1998).

En términos ecológicos, estos organismos forman una valiosa asociación simbiótica con la flora, contribuyendo recíprocamente a sus necesidades de crecimiento, descomposición de compuestos orgánicos y reciclaje; filtración de metales pesados, que a su vez ayudan a la conservación, comunicación entre las comunidades asociadas en la vegetación para el flujo de nutrientes necesarios para el desarrollo de ambos organismos (Guevara, 2005; Camargo-Ricalde, *et al.*, 2012).

No obstante, la humanidad ha encontrado usos específicos para los hongos, como la medicina, biotecnología, actividades lúdicas, espirituales, alimentación (Barros *et al.*, 2008; Grajales-Vásquez, 2013; Ruan-Soto, *et al.*, 2015), de este último se deriva el cultivo y recolección y por ende la comercialización de diferentes especies, apoyando al ingreso monetario para las familias que se dedican a la comercialización de los hongos ; uno de los principales destinos de los hongos silvestres comestibles (HSC) es la compra-venta de estos (Garibay-Orijel *et al.*, 2009). Actualmente, los HSC son conocidos como un alimento funcional por las propiedades nutrimentales que poseen (Cano y Romero, 2016).

Las recolecciones de los macromicetos también desempeñan un rol significativo en la disponibilidad de estos. Por tanto, es trascendental hacer énfasis en estas actividades realizadas durante la temporada de fructificación, ya que no son del todo

evaluadas y documentadas (Ruan-Soto *et al.*, 2009) es así que carecen de apoyo y estrategias de desarrollo (Garibay-Orijel *et al.*, 2009; Benitez-Badillo *et al.*, 2013). Cuando se habla acerca de las recolecciones de HSC, muchas de estas se realizan sin un manejo adecuado o técnicas que aseguren su conservación, o que permitan su aprovechamiento durante los años próximos y se obtengan los diversos beneficios que otorgan (Zamora-Martínez y Nieto-de Pascual, 1995).

La producción de los macromicetos se ha relacionado con la calidad y cantidad de la vegetación, por lo que se puede presumir que, a mayor cantidad de vegetación conservada, mayor rendimiento de producción de esporomas; caso contrario sucede en vegetaciones destinadas a la agricultura y ganadería (Velasco-Bautista *et al.*, 2010). Diferentes estudios (Garibay-Orijel *et al.*, 2009; Torres-Gómez, 2012; Aguilar-Sobrino, 2019; Ruan-Soto, 2020), reflejan la necesidad de conservar los espacios en los que los se desarrollan los macromicetos para mejorar su aprovechamiento.

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM), es un área natural protegida, localizada en el estado de Chiapas en la frontera sur de México y es reconocida por su importancia como área de conservación para las aves (AICAS) y humedal de importancia internacional (RAMSAR) (CONANP, 2007; Pritchard, 2010). En este entorno se han llevado a cabo diversas investigaciones que han contribuido al conocimiento de la diversidad micológica.

Entre estas contribuciones, destacan los estudios sobre macromicetos, tales como la elaboración de listados de especies (De la Cruz Llamas, 2023), el registro de hongos ectomicorrizógenos (Kong *et al.*, 2009), y la investigación etnomicológica (Ramírez-Terrazo, 2009; Grajales-Vázquez, 2013). Dado el estatus de conservación del parque, es fundamental profundizar en el entendimiento de los recursos y energía que se generan con las especies comestibles; según lo señalado por Garibay-Orijel *et al.*, (2009) y Torres-Gómez (2012) se define como disponibilidad la estimación en términos de producción del recurso, en el que el fin es ser

aprovechado por la comunidad en cuestión, y emplear técnicas de manejo que aseguren su conservación y aprovechamiento sustentable.

En este estudio se analizó la disponibilidad de esporomas de especies de HSC presentes en el PNLM, su producción en términos de biomasa, abundancia, frecuencia temporal y espacial y la riqueza de los esporomas presentes.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de los hongos

Los hongos se caracterizan en su estructura por poseer una red de hifas conocida como micelio, que constituye al verdadero hongo (Figura 1). En épocas de lluvia y con las condiciones ambientales necesarias, el micelio da lugar a un cuerpo fructífero visible llamado esporoma, indispensable para el mecanismo de reproducción, en el que a través de estos liberan las esporas para iniciar con el ciclo de reproducción (Cepero de García, 2012).

Las esporas tienen una variedad de mecanismos para su dispersión: aire, insectos que se posan sobre aquellas especies con olores particulares como *Clathrus* y *Phallus*; gotas de lluvia con la energía suficiente para ejercer presión sobre especies como *Lycoperdon*, *Geastrum* y expulsar las esporas a la superficie (Camargo-Ricalde *et al.*, 2012).

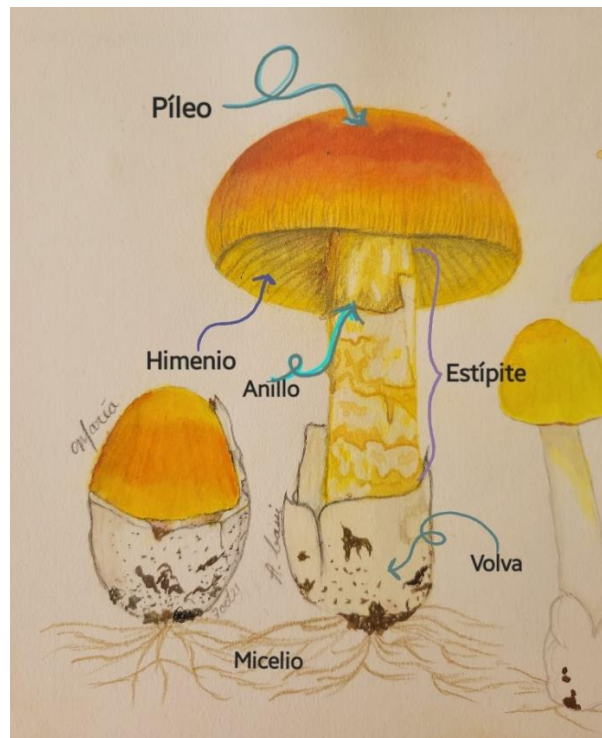


Figura 1. Estructura de un cuerpo fructífero.

Los cuerpos fructíferos, llamados también esporomas cumplen un papel funcional en la alimentación de pequeños mamíferos como las ardillas, ratones, algunos otros como los zorros, venados e insectos, así mismo estos contribuyen a la dispersión de las esporas (Jiménez-Ruiz *et al.*, 2013; Rumiz, 2010), para el hombre la importancia se encuentra en el uso de especies medicinales, comestibles, tóxicas, y usos con fines lúdicos.

2.2 Fenología y recolección de especies

La variación de la fructificación está relacionada con las variables ambientales y en cada especie funciona de diferente manera, ausencia o presencia de esporomas de manera continua, con periodos largos sin avistamientos de una determinada especie. Además de las variables ambientales, están implicados también las condiciones de retención de humedad del suelo, este incluso tiene una mayor relevancia que las precipitaciones, así como factores genéticos internos de las especies; características del hábitat, mostrando que en bosques jóvenes hay una mayor producción (Pinna *et al.*, 2010), para evaluar la disponibilidad temporal es necesario conocer el tiempo en el que los cuerpos fructíferos empiezan a formarse, de este modo aprovechar el recurso y emplear métodos de manejo para la productividad (Savoie y Largeteau, 2011).

2.3 Hongos templados y tropicales

A grandes rasgos, podemos dividir a los hongos en templados y tropicales, cuyas condiciones necesarias son las siguientes:

En los hongos tropicales, se puede denotar una abundancia de esporomas en los sustratos lignícolas a diferencia de especies micorrizógenas de los bosques templados, debido a las altas temperaturas y humedad registradas, esto hace que la materia orgánica tenga una descomposición más rápida; otro fundamento por las que hay mayor cantidad de especies lignícolas en áreas tropicales es que tanto plantas como hongos tienen todo lo necesario para crecer. (Guzmán y Guzmán, 1979).

A diferencia de los bosques templados donde las condiciones de temperatura, humedad, precipitaciones, viento, altitud, condiciones del suelo, son muy drásticos para que otros organismos no aptos a estas condiciones se limiten a crecer, por ello árboles como las coníferas pueden tolerar estos medios extremos gracias a la estructuras morfológicas que poseen (Sakai, 1983; Bannister euner, 2000); el éxito de su crecimiento lleva como protagonista la relación simbiótica con los hongos: micorrizas, estas van cubriendo gran parte de los bosques templados (Guzmán y Guzmán, 1979). Esta conexión está estimada en el 95% de las plantas vasculares que existen, además, se considera que esta asociación se dio durante la etapa temprana del desarrollo vegetal confiriéndoles ventajas adaptativas (Aguilera-Gómez *et al.*, 2007). La relación simbiótica se da especialmente cuando los individuos vegetales comienzan su etapa temprana de crecimiento. Como parte de los beneficios que se ofrecen a través de esta simbiosis es el flujo bidireccional de los nutrientes, es decir, los minerales necesarios para la planta son disueltos en agua, mientras que las plantas ceden azúcar a los hongos, además de evitar la erosión del suelo por la agregación de materia orgánica (Camargo-Ricalde *et al.*, 2012; Honrubia 2009).

2.4 Hongos silvestres comestibles y su aprovechamiento

En México se conocen al menos 275 especies comestibles destinadas principalmente al autoconsumo (Garibay-Orijel *et al.*, 2009) y 177 especies utilizadas para el consumo en el estado de Chiapas (Ruan-Soto *et al.*, 2015).

El autoconsumo es una de las primeras fases por las que se atraviesa la compra-venta: aquellos hongos que tienen una descomposición rápida son los primeros en ser consumidos al momento de su colecta y dado que los hongos poseen una importancia cultural y monetaria, el comercio se eleva a niveles locales en los mercados municipales, donde la compra es vía recolectores – consumidores. Entre las especies más mencionadas en México (por valor cultural y gastronómico) se encuentran los siguientes géneros: *Amanita*, *Lactarius*, *Cantharellus*, *Tricholoma*, *Ramaria*, los costos pueden oscilar dependiendo de la apreciación cultural, así como

de los esfuerzos realizados para recolección de los mismos (Pérez-Moreno *et al.*, 2009).

En la actualidad es muy poca la importación de HSC en el mercado internacional, considerando especies con un potencial alto de comercialización y explotación de los siguientes generos *Boletus*, *Amanita secc. caesarea*, *Morchella*, *Cantharellus* y *Tricholoma matsutake* (Pérez-Moreno *et al.*, 2009). En México existen varias especies que pueden ser aprovechadas en este sentido y que están catalogadas con un alto valor comercial como los géneros *Morchella*, *Tricholoma*, *Boletus* (Benitez-Badillo *et al.*, 2013).

En el PNLM la percepción de los HSC puede ir desde un recurso importante para la población adulta, mientras que, para los más jóvenes el significado de su consumo es igual a “pobreza”, y sustituyéndolo por alimentos procesados (Ramírez-Terrazo *et al.*, 2021). Estos casos cobran relevancia en el aprendizaje de su recolección y aprovechamiento para las nuevas generaciones en las que el interés por el valor de los hongos en general va en decadencia.

En otro panorama, los HSC son apreciados por poseer un alto valor ecológico, nutrimental y monetario; en países euroasiáticos, los HSC que forman relaciones simbióticas como las ectomicorrizas representan un esquema biotecnológico valioso para la conservación de las áreas verdes donde pueden ser colectados (Pérez-Moreno *et al.*, 2009). Esto supone que, los HSC no solo deben ser aprovechados desde el punto de vista monetario, ya que llevan consigo un gran potencial como recurso para la reforestación de los bosques con árboles que correspondan a la originalidad de la vegetación en cuestión.

Los HSC han ido formando parte de la comercialización de productos con un alto valor económico y nutrimental, comenzando con el comercio local de los esporomas en varios puntos del país, especialmente en centro y sureste dentro de México (Pérez-Moreno *et al.*, 2009).

2.5 Recolección de hongos silvestres comestibles y su impacto

La recolecta de los HSC es una de las actividades dirigidas para el consumo del ser humano, catalogada como una actividad informal, que generan beneficios temporales y bajo nivel monetario frente a otras actividades del campo (Benitez-Badillo *et al.*, 2013) no obstante a través de los estudios en la etnomicología se ha generado el conocimiento de las especies tóxicas y mortales; así como la relación estrecha entre el ser humano y el culto dedicado a los hongos (Ruan-Soto y Ordaz-Velázquez 2015; Ruan-Soto y William-García 2013) su aporte en la medicación en heridas superficiales, usos lúdicos o neurotrópicos, es decir que afectan directamente al sistema nervioso, este último uso se ha considerado en prácticas espirituales desde la época prehispánica, actualmente son altamente valorados por sus propiedades por su potencial terapéutico para padecimientos relacionados con la depresión (González-Romero, 2023).

La recolección de los cuerpos fructíferos no representa un impacto negativo en el medio ambiente, ya que solo se trata de la estructura reproductiva del hongo, no obstante, los impactos ambientales como el cambio climático, la transformación severa de la vegetación afecta y directamente al hongo verdadero. Egli *et al.* (2006) menciona la diversidad y la abundancia no cambian entre los sitios donde se han realizado tanto como en los que no se han realizado, el dato fue analizado durante 30 años desde 1975 y se emplearon técnicas de recolección: corte con cuchillo y recolección a mano, estas técnicas de colecta no mostraron ninguna pérdida o reducción de esporomas ; se analizó el impacto del pisoteo en el suelo que, aunque no daña directamente al micelio, reduce la cantidad de esporomas; otro de los impactos todavía más contundentes es la pérdida y deforestación de los bosques, incendios forestales, los datos recopilados en el año 2016 indican que se pierden 100,000 km² al año, y que eventualmente la pérdida con relación a los hongos superará más de 300,000 especies perdidas en 25 años (Cano y Estrada, 2016).

En la actualidad se han realizado estrategias o técnicas para la recolección de esporomas, con la finalidad de no afectar el desarrollo del micelio, sin embargo, es necesario hacer hincapié en las recomendaciones y darlas a conocer entre la

población, así como el conocimiento general de estos organismos. Luoma *et al.*, (2006) realizaron un estudio sobre el efecto de las técnicas de recolección del Matsutake, encontrando diferencias significativas, una técnica mal empleada al momento de coleccionar es no volver a tapar el micelio con hojarasca, esto va suprimiendo la fructificación del esporoma en donde se eliminaron las capas de hojarasca del suelo del bosque y no se reemplazaron, esto es perjudicial para la producción del esporoma.

Si bien es importante hacer hincapié en que el mayor impacto perjudicial para la producción de esporomas es la pérdida de los bosques, la diversidad de los hongos puede gestionarse siempre y cuando la tala de árboles no sea de alto impacto, llevado de la mano con la mejora de la gestión de los bosques (Tomao *et al.*, 2020).

2.6 Ecología de hongos

Las referencias de estudios en cuantificación, se han evaluado mayormente en función de esporomas y no de individuos miceliales, pues la obtención de resultados es más fácil a nivel de observación y en el trabajo de campo, alguna de sus implicaciones son su temporalidad efímera en el ecosistema y las irregularidades de su producción (Grajales-Vázquez, 2013).

En los estudios realizados de disponibilidad se toman en cuenta la producción de esporomas en fresco (Garibay-Orijel *et al.*, 2009; Torres-Gómez 2012; Grajales-Vázquez 2013; Ruan-Soto *et al.*, 2020), y la evaluación es medida con el índice de valor de importancia ecológica.

2.6.1 Índice de valor de importancia ecológica

El índice de valor de importancia ecológica (VIE) es una medida utilizada en ecología para determinar la abundancia y distribución de las especies, fue creado por Curtis y McIntosh (1951) para el análisis de la composición florística, pues se considera la parte más importante para el estudio de una vegetación.

En el VI, la dominancia se evalúa por la cobertura o el área basal ó superficie que ocupa un tallo que posee un diámetro o circunferencia determinado, este parámetro tiene una relación directa con la cobertura o la biomasa; la dominancia relativa se determina midiendo la cantidad total de biomasa o el área cubierta por una especie y dividiendo ese valor entre la suma total de la biomasa o cobertura de todas las especies; la frecuencia relativa es un componente es importante porque permite entender la distribución de las especies dentro del área de estudio. Las especies con alta frecuencia relativa suelen ser más comunes y, por lo tanto, pueden tener un papel significativo en el ecosistema. Al igual que la dominancia y la abundancia, la frecuencia relativa contribuye a la evaluación global del VI, ayudando a identificar especies clave.

La ecuación del VI se compone de la sumatoria de los valores relativos recopilados de abundancia, dominancia y frecuencia: $VI = A\% + Dom\% + Frec\%$ (Ec.1)

Donde: A% = abundancia relativa, Dom% = dominancia relativa, Frec% = frecuencia relativa

El índice de disponibilidad tiene un valor de 0 a 1, donde 0 indica ausencia y 1 que la especie está presente en los sitios de muestreo, además proporciona los elementos fundamentales de cada especie analizada, lo que permite interpretar la productividad del organismo, o sitio de muestreo, puede ser útil para analizar los cambios en la composición de las especies en respuesta a diferentes factores (Lozada-Dávila, 2010).

Para las evaluaciones florísticas, se toma en cuenta la cobertura o área basal teniendo relación directa con la biomasa, considerando individuos que tengan una altura promedio al pecho con un diámetro apreciable de esta manera, si un ejemplar no cumple con este requisito, se descarta para el estudio. Sin embargo, estos ejemplares despreciados pueden tener una contribución significativa a la biomasa total de la comunidad (Lozada-Dávila, 2010).

Debido a la naturaleza biológica de los macromicetos, Garibay-Orijel *et al.*, (2009) adaptó el índice de importancia ecológica para el enfoque del estudio de los cuerpos fructíferos, es decir, los esporomas, como una forma de cuantificar su presencia, excluyendo el micelio. La fórmula modificada es la siguiente:

La densidad-dominancia se determina en base a la abundancia relativa y la producción de biomasa relativa; b) el componente de frecuencia relativa se integra con la frecuencia espacial relativa y la frecuencia temporal relativa. De esta manera VI se determina:

$$VI_{sp1} = \sum AbR_{sp1} + BmR_{sp1} + FTR_{sp1} + FER_{sp1}$$

Donde la abundancia es igual al conteo de los esporomas recolectados de cada especie (Ab_{sp1}), la biomasa es representada por el peso en fresco de cada especie (Bm_{sp1}) y la frecuencia temporal es el número total de fechas en las que se encontraron los esporomas (FTR_{sp1}) y la frecuencia espacial corresponde al número total de transectos en los que se recolectaron los esporomas de cada especie (FER_{sp1}).

III. ANTECEDENTES

Las investigaciones en donde se evalúan la disponibilidad de diferentes especies de hongos útiles son escasos, y están comenzando a cobrar mayor importancia en el país; actualmente se han encontrado distintos estudios realizados en la República en diferentes estados, como Tlaxcala, Oaxaca, y Chiapas. La mayoría de los estudios realizados en el país han utilizado variables similares para encontrar la disponibilidad, en algunos cuantos se ha destacado el registro de condiciones ambientales (Velasco-Bautista *et al.*, 2010).

3.1 Ecología de HSC en México

En el estado de Tlaxcala Velasco-Bautista *et al.*, (2010) llevaron a cabo un estudio de ecología de HSC realizando monitoreos en tres temporadas de lluvias, se establecieron parcelas de muestreo con condiciones ecológicas contrastantes, en el registraron datos ambientales, peso y número de esporomas, generaron modelos de regresión para definir una posible relación entre las variables estudiadas. En sus resultados encontraron que la producción de los hongos puede predecirse de acuerdo con el número de árboles presentes en el área, temperatura y precipitación.

Para Oaxaca, Zamora-Martínez *et al.* (2014) se enfocaron en la distribución geográfica y ecológica de 13 hongos comestibles para incluirlos en los programas de manejo, con el uso del sistema de información geográfica (SIG) generaron un mapa de la distribución a partir de información bibliográfica y la consulta en los herbarios con los macromicetos depositados. De igual forma, Garibay-Orijel *et al.*, (2009) evaluaron la disponibilidad de 81 hongos comestibles midiendo abundancia, distribución temporal y espacial de los esporomas. Las variables estudiadas brindaron una medida para poder estimar la disponibilidad de sus esporomas en los bosques de *Pinus-Quercus*, en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Encontraron que las especies más abundantes fueron *Laccaria laccata*, *Gymnopus confluens*, y *Laccaria vinaceobrunnea*, además, encontraron que la riqueza de hongos comestibles es alta, con 96 especies.

Torres-Gómez (2012) evaluó la disponibilidad de HSC en un Parque Nacional situado en el eje neovolcánico de Michoacán y el manejo de forestal como el establecimiento de plantaciones afecta la disponibilidad de los HSC en dos sitios de muestreo: plantaciones de *Cupressus lusitánica* donde se compromete la disponibilidad de los esporomas comestibles, mientras que en el bosque de pino-encino (dominada por *Quercus*) se aprecia una mayor disponibilidad, sin diferencias significativas en los factores abióticos como clima, propiedades físicas y químicas del suelo.

3.2 Ecología de HSC en Chiapas

Para el estado de Chiapas, pocas son las investigaciones enfocadas a la ecología de los macromicetos: Aguilar-Sobrino (2019) realizó un estudio enfocado a los hongos medicinales presentes en el Parque Educativo San José, de la localidad de Zinacantán, describiendo la disponibilidad de los esporomas, riqueza de especies, biomasa, el muestreo fue realizado en gradientes altitudinales. Halló 19 especies medicinales en el área de estudio, teniendo a *Scleroderma citrinum* con los valores más altos en disponibilidad.

Para el grupo de los hongos comestibles se encuentra el trabajo de Ruan-Soto *et al.*, (2020) en su investigación se comparó la disponibilidad de hongos comestibles en tierras altas y bajas de Chiapas, correlaciona variables de altitud de las tierras, tipo de clima, que como factor es importante; en estos encontró que la riqueza en las tierras altas existe al menos 35 etnotaxones, con una mayor producción de biomasa, y en tierras bajas registró una mayor abundancia de esporomas con 3.212, con una frecuencia espacial del 76.6% y temporal del 40%. Dicho estudio fue realizado con comparaciones en vegetación conservada y agroecosistemas.

3.3 Hongos silvestres comestibles registrados en el PNLM

Gracias a los trabajos realizados, se puede obtener una lista previa de los HSC de importancia cultural para el PNLM. En el trabajo realizado por Grajales-Vásquez (2013) menciona 28 especies con usos etnomicológicos, de los cuales 18 registró a

nivel especie como comestibles en la zona de Tzisco: *Cantharellus complex. cibarius*, *Clavariadelphus truncatus*, *Clitocybe infundibuliformis*, *Favolus tenuiculus*, *Gomphus floccosus*, *Lactarius deliciosus*, *L. indigo*, *Macrolepiota cfr procera*, *Oudemansiella canarii*, *Pleurotus djamor*, *Polyporus alveolaris*, *P. arcularius*, *Pycnoporus sanguineus*, *Ramaria subgen. Laeticolora*, *Schizophyllum commune* *Suillus aff. Tomentosus*, *Tremellodendron schweinitzii*.

Entre los primeros estudios de etnomicología que se abarcan en el PNLM se destaca el de Ramírez-Terrazo (2009), en el que los resultados de hongos ectomicorrizógenos recolectados reconocieron 130 especies, dos variedades y una forma. De todas estas especies se reportan 21 especies como comestibles, añade que específicamente para Antelá y Tzisco solo 6 especies son consideradas para el consumo humano:

Amanita gpo. caesarea, *A. rubescens*, *Auricularia delicata*, *A. polytricha*, *Boletus sp*, *Calvatia lateritius*, *Gomphus floccosus*, *Hydnum albidum*, *Lactarius af. gpo deliciosus*, *L. indigo*, *L. miniatosporus*, *Pleurotus djamor*, *Schizophyllum commune*.

En los estudios más recientes de los listados del PNLM, Kong (2018) describe solo seis especies ectomicorrizógenas destinadas al consumo humano, e importantes para realizar su debida conservación: *Cantharellus lateritius*, *Turbinellus floccosus* (bocina o trompeta), *Hydnum albidum* (lengua de toro), *Hydnum umbilicatum* (lengua de toro), *Lactarius indigo* (kanchayita azul), *Lactarius miniatosp orus* (kanchayita roja) y *Ramaria cystidiophora var. citronella* (barbas de chivo).

Se recalca también, que posiblemente al incrementar los estudios etnomicológicos en el PNLM se encuentren aún más registros de hongos comestibles ectomicorrizógenos, puesto que varias especies que se han mencionado como comestibles no han sido señaladas por los propios habitantes del parque o no han sido incluidas en una lista para autoconsumo que podrían ser aprovechadas por los locatarios, las evaluaciones indican que existen al menos 275 especies para el autoconsumo (Garibay-Orijel *et al.*, 2009), entre estas especies no

reconocidas en el parque bajo la misma dominancia de *Pinus* y *Quercus* son:

Laccaria laccata, *L. vinaceobrunea*, *Gymnopus confluens*, *Hygrophorus purpuracens*, *Tricholoma flavovirens*, *Chroogomphus jamaicenis*, *Lactarius volemus*, *Strobilomyces confusus*, *Craterellus cornucopiodes*, *C. fallax*, *Rhodocollybia butyracea*, *Helevella pityophila*, *Leccinum chromapes*, *Hygrophorus russula*, *Aureoboletus betula*,

En Guatemala, se tiene registro sobre el consumo y venta de otras especies (Morales, *et al.*, 2003) que no han sido registradas para el PNLM, debido a la cercanía con la frontera podrían existir influencias sobre el consumo de otras especies tales como:

Pseudofistulina radicata, *Neolentinus ponderosus*, *Russula gpo brevipes*, *Chroogomphus jamaicenis*, *Daldinia fissa*, *Gymnopus dryophilus*, *Gyromitra ínfula*, *Laccaria amethystina*, *L. laccata*, *L. major*, *Lactarius volemus*, *Lepista nuda*, *Neolentinus lepideus*, *N. ponedrosus*, *Pulveroboletus trinitensis*, *Tylopilus chromapes*.

Estas especies que han sido objeto de estudio en otro estado y país también pueden ser tomados en cuenta para futuros estudios de análisis de disponibilidad en el PNLM con el fin de obtener más especies que puedan ser aprovechadas en el marco de recolecciones con fines económicos, análisis de ecología, proyectos de reforestación con inoculación de micorrizas. Sin embargo, muchas de ellas no han sido mencionadas de manera cultural en el PNLM con fines de uso comestible.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la disponibilidad de los hongos silvestres comestibles (HSC) del Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Objetivos particulares

- ✓ Evaluar la riqueza de los HSC
- ✓ Evaluar la abundancia por medio de la cantidad de esporomas presentes de cada especie de HSC
- ✓ Evaluar la productividad de los esporomas en peso fresco (biomasa)
- ✓ Determinar la frecuencia espacial y temporal en la que aparecen los HSC
- ✓ Determinar la disponibilidad de cada HSC recolectado

V. ZONA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) constituye una de las reservas más valiosas y más grandes del estado de Chiapas abarcando un área de 6,022 ha; este se localiza en el sureste, entre los municipios de La Trinitaria y La Independencia, colindando con la frontera de Guatemala. Sus coordenadas geográficas son 16°04'20" y 16° 09'38" N, 91° 38'14" y 91° 47'41" O y su altitud es de 1,500 m.s.n.m.

El PNLM tiene un papel notable en la captación de agua, con un sistema acuífero que lo conforman aproximadamente 59 lagos, con transiciones de vegetación entre bosque templado y selva tropical, además de otras vegetaciones que integran (González del Castillo, 2003; CONANP, 2007).

5.1 Vegetación

La vegetación predominante es bosque de pino-encino-liquidambar, (Breedlove, 1981), Miranda y Hernández (1963) clasifican al PNLM como bosque caducifolio, con la presencia de *Liquidambar styraciflua*, bosque templado y selva tropical, por lo que se puede observar zonas de transición y la composición de especies del género *Liquidambar*, *Quercus*, *Pinus*, *Clethra*, *Amphitecna*, *Wimmeria*, *Rapanea*. Se pueden encontrar bosques mixtos de coníferas, vegetación riparia, vegetación secundaria, y zonas destinadas al cultivo, a su vez existen elementos típicos del bosque mesófilo de montaña (CONANP, 2007).

5.2 Clima

Según la clasificación de Koppen, el clima es semicálido de tipo ACw1^(w) templado húmedo con un régimen de lluvias durante todo el año, sus precipitaciones son de 1030 mm durante el verano, en temperatura se presenta una media de 22°C, en épocas de sequía las lluvias se registran de 300 a 350 mm, debido a la orografía del lugar, las precipitaciones pueden alcanzar hasta 89 días en las zonas montañosas donde el clima es húmedo, en las zonas bajas puede alcanzar hasta 59 días de lluvia. Durante los meses de lluvia, septiembre se ha registrado como el

mes más húmedo (García-Amaro, 1988; CONANP, 2007).

5.3 Hidrología

Montebello se encuentra dentro de una red hidrológica importante, y forma parte de varias cuencas de río: río Comitán, río Lacantún. Atraviesa la ciudad de Comitán. El agua que es captada se destinada a los usos domésticos del lugar. Además, cuenta con sistemas hídricos subterráneos y lagos estacionales (CONAGUA, 2014).

5.4 Edafología

Mayormente el suelo se encuentra conformado por litosol en las partes más altas, originado por rocas calizas y dolomitas. Lo que respecta a los sitios más bajos se encuentran conformados por distintos tipos, como son vertisoles, acrisoles, fluvisoles y gleysoles. El uso del suelo es destinado a actividades como la agricultura y ganadería, (Vázquez-Sánchez y Méndez-Gómez, 1994).

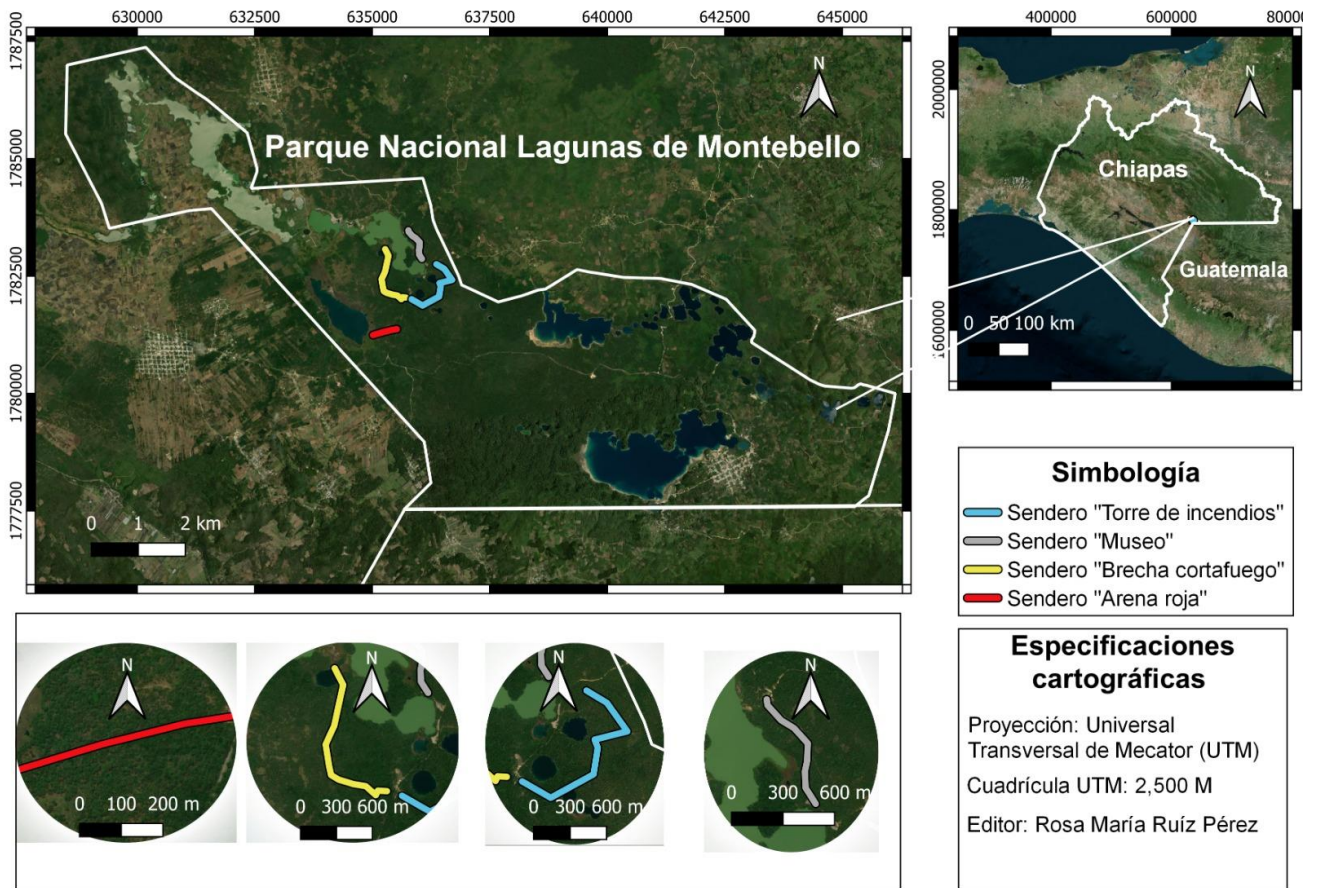


Figura 2. Polígono del PNLM con los sitios de muestreo donde se realizaron las recolecciones de los HSC presentes en la zona de estudio.

VI. MÉTODOLÓGÍA

6.1 Solicitud de permisos

Se realizó el trámite de permiso de colecta ante la Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), “SEMARNAT-08-049 Licencia de colecta científica, o con propósito de enseñanza en la modalidad A”; recibido en las oficinas el 03 de marzo de 2021. Se obtuvo la licencia de colecta científica el 28 de abril de 2021, con el oficio N° SGPA/DGVS/02966/21, eventualmente se emitió la solicitud al PNLM, realizando el trámite CNANP-00-007 Solicitud de aviso para realizar actividades de investigación con colecta y manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre en Áreas Naturales Protegidas.

6.2 Selección de especies comestibles para la recolección de esporomas

El listado de los HSC fue tomado de los trabajos previamente realizados en el PNLM por Ramírez-Terrazo (2009), Grajales-Vázquez (2013), Kong *et al.*, (2008), Ruan-Soto *et al.*, (2020), estas especies fueron tomadas en cuenta por su apreciación cultura en la población del sitio de muestreo.

Amanita gpo. caesarea, A. rubescens, Auricularia delicata, A. polytricha, Boletus sp, Calvatia lateritius, Gomphus floccosus, Hydnum albidum, Lactarius af. gpo deliciosus, L. indigo, L. miniatosporus, Pleurotus djamor, Schizophyllum commune. Cantharellus complex. Cibarius, Clavariadelphus truncatus, Clitocybe infundibuliformis, Favolus tenuiculus, Gomphus floccosus, Lactarius deliciosus, L. indigo, Macrolepiota cfr procera, Oudemansiella canarii, Pleurotus djamor, Polyporus alveolaris, P. arcularius, Pycnoporus sanguineus, Ramaria subgen. Laeticolora, Schizophyllum commune Suillus aff. Tomentosus, Tremellodendron schweinitzii.

6.3 Trabajo de campo

El trabajo de campo dio comienzo en la temporada de lluvias, de junio a diciembre del año 2021, se eligieron cuatro sitios de muestreo (SM), seleccionados por la presencia de HSC y su fácil acceso para la recolección de esporomas. Para

realizar el análisis estadístico de índice de disponibilidad, se integraron los siguientes datos recolectados en campo (Cuadro 1):

Cuadro 1. Datos recolectados en campo, donde SM: sitio de muestreo; T: transecto; peso (kg): es en fresco; n: es la cantidad de esporomas de una especie; sendero: nombre del sitio de muestreo.

FECHA	ESPECIE	SM	T	PESO (kg)	n	SENDERO
-------	---------	----	---	-----------	---	---------

Las fechas se emplearon como el dato para obtener la frecuencia temporal; el sitio de muestreo y el transecto para obtener la frecuencia espacial, el peso para medir la biomasa y fue tomado en cuenta como peso fresco debido a que en términos de aprovechamiento este tiene mayor importancia de disponibilidad a diferencia del peso seco (Garibay-Orijel, 2009; Ruan-Soto *et al.*, 2021)

y la cantidad (n) para contabilizar los esporomas que representa la abundancia. Se registraron datos ecológicos para el listado de especies y hábitos de vida (Cuadro 2):

Cuadro 2. Datos recolectados para el listado de especies con datos de jerarquía y sustrato.

FECHA	ESPECIE	ORDEN	FAMILIA	HÁBITO
-------	---------	-------	---------	--------

En cada SM se colocaron seis transectos de 4m de ancho por 50m de largo, midiendo el sitio con un flexómetro de fibra de vidrio de 100 m de la marca Trupper, abarcando un área de 4,800 m² mensualmente. Los sitios se nombraron de la siguiente manera para su fácil ubicación en la zona de estudio (Figura 2).

Torre de incendios, museo, brecha cortafuego, arena roja.

El muestreo se realizó durante 5 días cada mes de junio a diciembre abarcando los cuatro sitios de colecta, y se dio un intervalo temporal entre colectas de 25 días

mes con mes. Se monitoreó la producción de los esporomas de HSC registrados e identificados para el PNLM en trabajos anteriores como en Kong *et al.* (2008), Grajales-Vázquez (2013) y Ruan-Soto *et al.* (2020) cuyas especies son de fácil reconocimiento.

Es importante señalar que en los sitios elegidos las comunidades vegetales predominantes son asociaciones de Pino-encino, de acuerdo con la clasificación propuesta por Miranda y Hernández (1963) y Breedlove (1981). En los sitios de muestreo es notable el crecimiento de helechos; estos se han establecido como bioindicadores a diferentes grados de perturbación en los ecosistemas; en el PNLM debido al historial de incendios se reporta a *Pteridium* sp como una especie de sucesión así como un indicio de la dominancia de sitios degradados en los bosques de pino-encino (Ponce-Calderón *et al.*, 2021; Renteral-González, 2014).

La técnica para la recolección de los esporomas fue la siguiente:

1. Los ejemplares fueron almacenados en bolsas de papel encerado, transportados en canastas.
2. Se les asignó un código conformado con el número de sitio de muestreo, y número de transecto, vegetación asociada, modo de vida (Cifuentes *et al.*, 1986).
3. Se aseguró tapar el lugar con las hojas/acículas de los árboles para evitar daño en el micelio.
4. Al finalizar la colecta, se separaron los esporomas por sitio de muestreo y transecto.
5. Finalmente se pesaron en peso fresco (kg) y se contabilizó la cantidad (n) de esporomas por especie o grupo específico, anotando fecha, sitio de muestreo y transecto.

6. Los esporomas colectados fueron fotografiados para la colección del herbario, con fondo gris, y caracterizados, se utilizó una guía para la descripción y una guía de colores de la marca Comex.
7. Posteriormente se colocaron en una deshidratadora de alimentos, marca Hamilton Beach. Una vez transcurrido el tiempo necesario para su deshidratación, fueron colocados en sobres de papel estraza, debidamente etiquetados, para mayor seguridad o protección fueron puestos en bolsas ziploc para evitar la descomposición de las muestras.

6.4 Índice de disponibilidad

Para determinar la disponibilidad de los esporomas, se realizó una tabla en Microsoft Excel para Windows con todos los datos recolectados durante los muestreos: Fecha, ID, sitio de muestreo, transecto, biomasa, abundancia y el sendero; estos datos se acomodaron para obtener las variables de abundancia, biomasa, frecuencia espacial y temporal, relativa y absoluta de cada una para integrarlos finalmente en una sumatoria total y obtener los valores de VI, a través de las siguientes fórmulas que han sido empleadas tanto por Garibay-Orijel *et al.* (2009), Ruan-Soto *et al.* (2020) y Grajales-Vazquez (2013).

6.4.1 Abundancia

La abundancia total, es una de las variables importantes para el estudio, se realizó con la suma total de todos los esporomas encontrados en los SM, es decir que se contabilizaron de manera manual los cuerpos fructíferos uno por uno, de cada especie encontrada en los sitios de muestreo y al final en total de esporomas encontrados se realizó una suma general.

$AbTotal = \sum AbTssp$, donde $\sum AbTssp$ es la sumatoria de la contabilización de todos los esporomas encontrados.

Para determinar la abundancia relativa de los esporomas, el cálculo fue el resultado de la división de la cantidad de esporomas de una especie entre el total de todos los esporomas de todas las especies.

$AbR_{sp1} = AbT_{sp1} / AbT_{ssp}$, donde AbT_{sp1} es la abundancia total de una sola especie y AbT_{ssp} es la abundancia total de todas las especies.

6.4.2 Producción de biomasa

Esta variable fue obtenida por la suma total del peso de los esporomas de todas las especies encontradas en todos los sitios de muestreo, con una báscula digital de cocina para pesar alimentos de la marca YIWUXUEFU.

$BmTotal = \sum BmT_{ssp}$, donde $\sum BmT_{ssp}$ es la sumatoria del peso en fresco de todos los esporomas recolectados.

En el valor relativo de la biomasa fue determinado de la siguiente manera:

$BmR_{sp1} = BmT_{sp1} / BmT_{ssp}$, donde BmT_{sp1} es la biomasa total de una sola especie y BmT_{ssp} es la biomasa total de todas las especies.

6.4.3 Frecuencia temporal y espacial

Este fue el resultado de todos los avistamientos o fechas en las que se encontraron las especies en cada sitio de muestreo. Por tanto, la frecuencia temporal relativa de una especie fue:

$$FTR_{sp1} = FT_{sp1} / \sum FT_{ssp}$$

Donde FT_{sp1} es el número total de fechas en las que se encontró una especie y $\sum FT_{ssp}$ el número total de fechas muestreadas.

Para realizar el conteo de la frecuencia espacial relativa de una especie, este se evaluó de la siguiente manera:

$$FER_{sp1} = NtT_{sp1} / \sum NtT_{ssp}$$

Donde NtT_{sp1} es el número de transectos total en los que estuvo presente una determinada especie y $\sum NtT_{ssp}$ es la sumatoria de todos los transectos de todas las especies.

6.4.4 Índice de Valor de Importancia Ecológica

Para obtener el índice de VIE, se utilizaron todos los valores relativos de la abundancia, biomasa, frecuencia temporal y espacial, donde la sumatoria de todos estos datos es igual al VI de cada especie muestreada:

$$VI_{sp1} = \sum AbR_{sp1} + BmR_{sp1} + FTR_{sp1} + FER_{sp1}$$

6.4.5 Correlación entre las variables y diferencias significativas

En el programa de Rstudio 3.2 se analizaron las correlaciones entre las variables de abundancia, biomasa, frecuencia espacial y temporal relativas de la siguiente manera:

1. Frecuencia temporal/frecuencia espacial
2. Frecuencia temporal/abundancia
3. Frecuencia temporal/biomasa
4. Frecuencia espacial/abundancia
5. Frecuencia espacial/biomasa
6. Abundancia/biomasa

Se realizó una prueba de diferencias significativas entre los sitios de muestreo y la cantidad de especies colectadas en el periodo de muestreo, analizando la varianza (ANNOVA). Si el resultado de ANNOVA (P-value) fuese superior a 0.005 significa que no hay evidencias suficientes para considerar que al menos dos medias son distintas, es decir no hay diferencias significativas entre los sitios de muestreo.

VII. RESULTADOS

7.1 Listado taxonómico

Se colectaron 2,341 esporomas pertenecientes a 17 especies de HSC, que corresponden a cinco ordenes, nueve familias, y 11 géneros, todos dentro de la división Basidiomycota, la mayoría de las especies corresponde al modo de vida Micorrizógeno, dos especies son saprobias y una lignícola (cuadro 3).

Cuadro 3. Jerarquía de los HSC recolectados en el área de estudio, donde MV=modos de vida; MIC= Micorrizógeno; SPB= Saprobio; LGN= Lignícola.

División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	MV	
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Amanitaceae	<i>Amanita</i>	<i>Amanita amerirubecenses</i>	MIC	
			Pleurotaceae	<i>Pleurotus</i>	<i>Pleurotus</i> sp.	SPB	
			Schizizophillaceae	<i>Schizizophyllum</i>	<i>Schizophyllum commune</i>	LGN	
			Tricholomataceae	<i>Tricholoma</i>	<i>Tricholoma</i> secc. <i>Megatricholoma</i>	MIC	
		Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia</i>	<i>Auricularia</i> sp.	SPB	
		Cantharellales	Cantharellaceae	<i>Cantharellus</i>	<i>Cantharellus minor</i> Peck	MIC	
					<i>Cantharellus</i> sp.	MIC	
				<i>Craterellus</i>	<i>Craterellus fallax</i> A.H. Sm.	MIC	
					<i>Craterellus ignicolor</i> (RH Petersen)	MIC	
					<i>Craterellus lutescens</i> (Fr.) Fr.	MIC	
					<i>Craterellus tubaeformis</i> (Fr.) Quel	MIC	
				Hydnaceae	<i>Hydnum</i>	<i>Hydnum repandum</i> Peck	MIC
					<i>Hydnum albidum</i> L.	MIC	
		Gomphales	Gomphaceae	<i>Ramaria</i>	<i>Ramaria gpo flava</i>	MIC	
				<i>Turbinellus</i>	<i>Turbinellus floccosus</i> (Shwein) Earle	MIC	
		Russulales	Russulaceae	<i>Lactarius</i>	<i>Lactarius deliciosus</i>	MIC	
					<i>Lactarius indigo</i> Shwein	MIC	

7.2 Preferencia de sustrato

De las especies recolectadas, 82% son micorrizógeno (14 especies), 12% saprobios (dos especies) y 6 % (una especie) lignícola, todas estas especies fueron recolectadas en bosque de pino-encino (Figura 3).

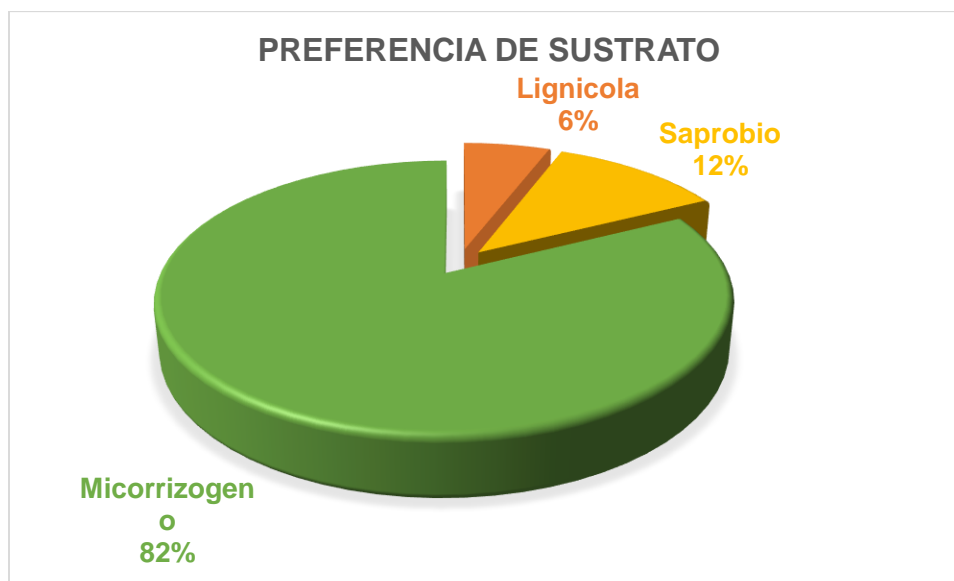


Figura 3. Preferencia de sustrato de los HSC recolectadas en el PNLM

Únicamente *Pleurotus* sp, *Schizophyllum commune*, y *Auricularia* sp son los únicos esporomas en los que el modo de vida difiere de las demás especies, siendo estas lignícolas o saprobias.

7.3 Fenología

Durante el periodo de recolección, se encontró que la especie presente durante todos los meses de muestreo fue *Turbinellus floccosus* y las de menor presencia fueron *Auricularia* sp, *Hydnum albidum*, *Lactarius indigo*, *Pleurotus* sp. y *Schizophyllum commune*, que fueron encontradas una sola vez; *Amanita amerirubecenses*, *Cantharellus minor*; *Craterellus ignicolor* y *C. lutescens* fueron encontrados tres veces.

La fructificación del género *Craterellus* y *Turbinellus* se encontraron durante todos los meses de muestreo, mostrando una mayor abundancia de esporomas en el mes

de septiembre y un descenso en otoño-invierno. *Tricholoma secc. megatracholoma* se encontró únicamente en otoño-invierno, específicamente en el mes de noviembre y diciembre.

En junio, agosto, septiembre, octubre y noviembre se colectaron en total de seis a siete especies, mientras que, julio es el mes con tres especies, a diferencia de diciembre, en el que se encontraron 11 especies (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fenología de HSC colectados en el PNLM, en el periodo de junio a diciembre, donde 0= ausencia, 1= presencia.

Especie	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Amanita amerirubecenses</i>	1	0	1	0	0	0	1
<i>Auricularia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1
<i>Suillus tomentosus</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cantharellus minor</i>	1	0	1	0	1	0	0
<i>Cantharellus</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1
<i>Craterellus ignicolor</i>	0	0	1	1	1	0	0
<i>Craterellus lutescens</i>	0	0	1	1	0	1	0
<i>Craterellus tubaeformis</i>	0	1	0	1	0	1	1
<i>Hydnum repandum</i>	0	0	1	1	0	0	1
<i>Hydnum albidum</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lactarius gpo. deliciosus</i>	1	1	0	1	1	1	1
<i>Lactarius indigo</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurotus</i> sp..	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ramaria gpo flava</i>	1	0	0	0	1	1	1
<i>Schizophillum comunne</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tricholoma secc. megatracholoma</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Turbinellus floccosus</i>	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL DE ESPECIES COLECTADAS	7	3	7	6	6	6	11

7.4 Biomasa y abundancia

7.4.1 Biomasa y abundancia de esporomas por mes

En total se recolectaron 10.233 Kg y 2,341 esporomas de todas las especies (Cuadro 5). El mes de septiembre fue uno de los más abundantes en biomasa y abundancia con 1.922 kg y 1,178 esporomas, otro de los meses con biomasa alta fue el mes de diciembre, con 3.52 kg, superando al mes de septiembre en gramaje, sin embargo, en términos de abundancia tuvo un número bajo de 321 esporomas (figura 4).

Cuadro 5. Cantidad de biomasa y abundancia de los HSC recolectados en el periodo de muestreo de junio a diciembre, donde biomasa= peso fresco (kg); *n*= abundancia de esporomas.

Mes	Biomasa (kg)	N
Junio	0.756	46
Julio	0.577	28
Agosto	0.66	484
Septiembre	2	1,178
Octubre	1.511	140
Noviembre	1.285	144
Diciembre	4	321
TOTAL	10.233	2,341

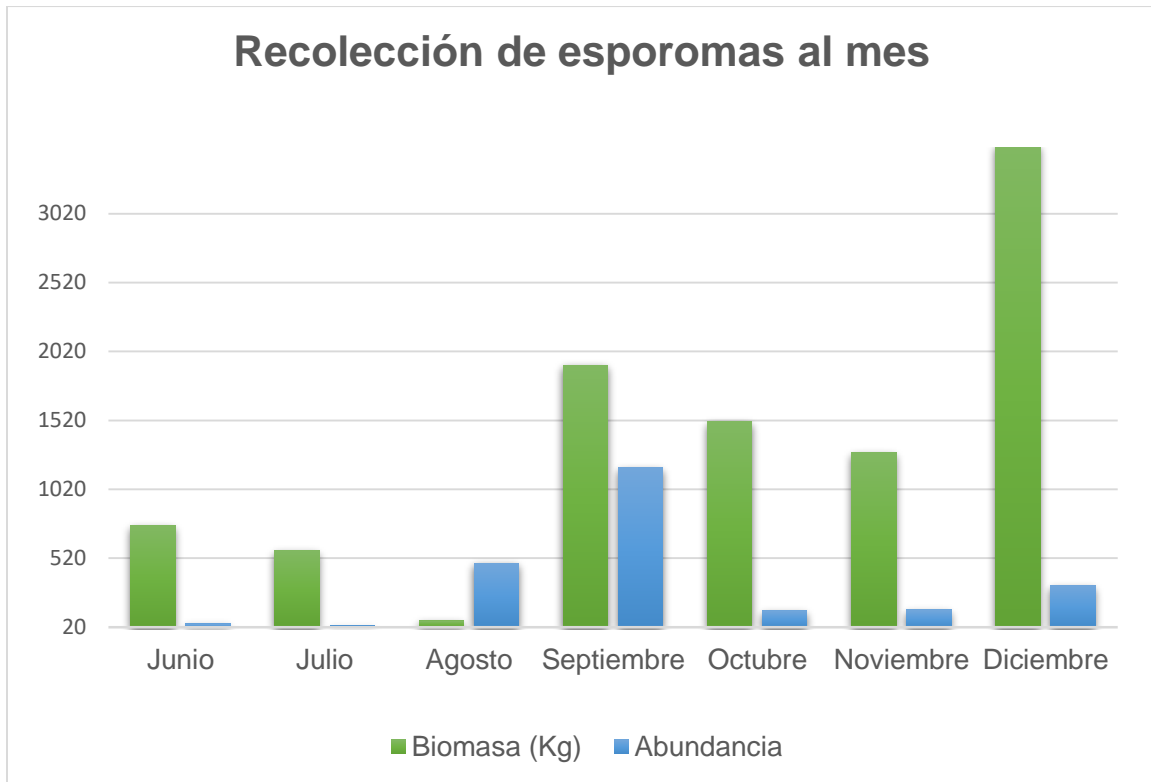


Figura 4. Biomasa y abundancia de los HSC colectados en el PNLM durante el periodo de muestreo de junio a diciembre de 2021.

7.4.2 Biomasa y abundancia por sitio de muestreo

Entre los sitios de muestreo, los valores más altos en biomasa y abundancia, fue el SM1 con 4.954 kg en producción de biomasa, seguido del SM4 con 2.287 kg, SM2 con 1.825 y SM3 con 1.167 kg (Cuadro 6).

Los sitios con mayor abundancia con orden del mayor al menor son del sitio SM1 en el que se colectaron 1,448 esporomas, SM2 con 620, SM4 con 150 y SM3 con 123 esporomas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores de biomasa y abundancia por sitio de muestreo

SM	Biomasa (Kg)	Abundancia
SM1-Brecha cortafuegos	4.954	1448
SM2-Torre de incendios	1.825	620
SM3-Museo	1.167	123
SM4-Arena roja	2.287	150

7.4.3 Biomasa y abundancia por cada especie

En términos de biomasa y abundancia, las especies con valores altos fueron *T. floccosus* con 4.213 kg y un total de 165 esporomas, seguido de *Tricholoma secc. megatracheloma* con 2.205 kg y 21 esporomas, *C. luteocens* con 2.175 kg y 1,469 esporomas, *Lactarius gpo deliciosus* 0.73 kg y 41 esporomas, *C. tubaeformis* con 0.398 kg y 329 esporomas.

Especies como *Turbinellus floccosus* y *Tricholoma secc. megatracheloma* llegan a fructificar a tamaños grandes superando los 25 cm de altura y 5 cm de diámetro, por lo que su peso en fresco puede ser desde 110-150g en *T. floccosus* y 50- 500g en *Tricholoma. secc. megatracheloma* siendo estos dos los esporomas con mayor abundancia y mayor peso fresco.

El género *Craterellus* fue uno de los más abundantes con relación a la fructificación de esporomas y peso fresco, encontrándose más de 2,000 cuerpos fructíferos. *Amanita amerirubescens*, *Cantharellus* spp., *Hydnum albidum*, *Lactarius indigo*, *Lactarius gpo. deliciosus*, *Ramaria gpo. flava* no superaron los 100 g de peso fresco ni más de 50 esporomas, lo que las coloca como las especies con menor abundancia y peso, a pesar de ello; *Lactarius gpo deliciosus* es una de las especies con más recolecta de esporomas frente a las demás, incluso frente a *L. Índigo*. *Schizophyllum commune* y *Auricularia* sp. solo fueron encontradas una sola vez o dos veces como *Suillus tomentosus* (Cuadro 7).

Cuadro 7. Biomasa y abundancia absoluta de todas las especies comestibles colectadas en el PNLN, donde biomasa=peso fresco (kg); *n*= abundancia de esporomas.

Especie	Biomasa (kg)	<i>n</i>
<i>Amanita amerirubecens</i>	.043	4
<i>Auricularia</i> sp.	.04	1
<i>Craterellus falax</i>	0.56	32
<i>Cantharellus minor</i>	0.8	9
<i>Cantharellus</i> sp.	0.44	16
<i>Craterellus ignicolor</i>	1.35	150
<i>Craterellus lutescens</i>	2.175	1469
<i>Craterellus tubaeformis</i>	3.98	329
<i>Hydnum repandum</i>	0.115	23
<i>Hydnum albidum</i>	0.037	14
<i>Lactarius</i> gpo. <i>deliciosus</i>	0.73	41
<i>Lactarius indigo</i>	0.03	2
<i>Pleurotus</i> sp.	0.001	1
<i>Ramaria</i> gpo. <i>flava</i>	0.012	31
<i>Suillus tomentosus</i>	0.243	2
<i>Schizophyllum comunne</i>	0.001	3
<i>Tricholoma secc. megatracholoma</i>	2.205	21
<i>Turbinellus floccosus</i>	4.213	165

7.5 Frecuencias absolutas

7.5.1 Frecuencia temporal

La frecuencia temporal compuesta por la cantidad de 21 fechas en las que se realizaron los muestreos. Se reporta a *Turbinellus floccosus* con la FT más alta de 0.8095, encontrándose en total con 17 fechas de muestreo (FM), a este le sigue *Lactarius* gpo. *deliciosus* con 0.6190 con 13 FM; *Cratellus lutescens*, *C. ignicolor*, *C. tubaeformis* se encontraron en 5, 6 y 7 fechas de muestreo respectivamente, *Amanita amerirubecens* estuvo presente en cuatro fechas, y *Ramaria* gpo. *flava* en cinco fechas; *Cantharellus minor* y *Tricholoma secc. megatracheloma* estuvieron presentes solo en tres fechas.

Las especies con menor rango de FT son *Auricularia* sp., *Suillus tomentosus*, *Lactarius indigo*, *Pleurotus* sp., *Schizophyllum commune* con 0.0476 y una sola fecha donde se les encontró durante el período de muestreo (Cuadro 8).

Cuadro. 8 Frecuencia temporal de cada HSC colectado en el PNLM durante el período de muestreo, donde FM= fechas de muestreo totales encontradas para cada especie; FT= frecuencia temporal encontrada para cada especie.

Especie	FM	FT
<i>Amanita amerirubecenses</i>	4	0.19047619
<i>Auricularia</i> sp.	1	0.047619048
<i>Suillus tomentosus</i>	1	0.047619048
<i>Cantharellus minor</i>	3	0.142857143
<i>Cantharellus</i> sp.	2	0.095238095
<i>Craterellus ignicolor</i>	6	0.285714286
<i>Craterellus lutescens</i>	5	0.238095238
<i>Craterellus tubaeformis</i>	7	0.333333333
<i>Hydnum repandum</i>	5	0.238095238
<i>Hydnum albidum</i>	1	0.047619048
<i>Lactarius</i> gpo. <i>deliciosus</i>	13	0.619047619
<i>Lactarius indigo</i>	1	0.047619048
<i>Pleurotus</i> sp.	1	0.047619048
<i>Ramaria</i> gpo. <i>flava</i>	5	0.238095238
<i>Schizophillum comunne</i>	1	0.047619048
<i>Tricholoma secc.</i> <i>Megatracholoma</i>	3	0.142857143
<i>Turbinellus floccosus</i>	17	0.80952381

7.5.2 Frecuencia espacial

En cada transecto que componen a los sitios de muestreo (24 transectos: seis para uno de los cuatro sitios) *Turbinellus floccosus* fue recolectado en 17 transectos, y su frecuencia espacial fue de 0.708, a diferencia de otras especies como *Auricularia*, *Suillus tomentosus*, *Lactarius indigo*, *Schizophillum comune*, y *Pleurotus* sp. fueron recolectados en un solo transecto, y su frecuencia espacial es de 0.0416.

Entre otras especies cuya FE fue alta, son *Lactarius gpo deliciosus* (0.5416), *C. lutescens* (0.4583) y *C. tubaeformis* (0.4166); respecto a los transectos en que fueron colectados, estos tuvieron un total de 13,11 y 10 bandas respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Frecuencia espacial de cada HSC colectado en el PNLM durante el período de muestreo, donde FE= frecuencia espacial encontrada para cada especie.

Especie	FE
<i>Amanita amerirubecenses</i>	0.125
<i>Auricularia</i> sp.	0.041666667
<i>Cantharellus minor</i>	0.125
<i>Cantharellus</i> sp.	0.125
<i>Craterellus ignicolor</i>	0.25
<i>Craterellus lutescens</i>	0.458333333
<i>Craterellus tubaeformis</i>	0.416666667
<i>Hydnum repandum</i>	0.25
<i>Hydnum albidum</i>	0.083333333
<i>Lactarius gpo. deliciosus</i>	0.541666667
<i>Lactarius indigo</i>	0.041666667
<i>Pleurotus</i> sp.	0.041666667
<i>Ramaria gpo flava</i>	0.208333333
<i>Suillus tomentosus</i>	0.041666667
<i>Schizophillum comunne</i>	0.041666667
<i>Tricholoma secc. megatracheloma</i>	0.166666667
<i>Turbinellus floccosus</i>	0.708333333

7.6 Valor de Importancia Ecológica

En el índice de valor de importancia, de mayor a menor, las especies con un alto VIE fueron: *Craterellus lutescens*= 0.984, *Turbinellus floccosus*=0.913, *Lactarius gpo deliciosus*= 0.407, *C. tubaeformis* =0.397, *Tricholoma secc. megatracholoma* 0.312, *C. ignicolor* 0.238, *Hydnum repandum*=0.155, a lo que respecta las demás especies, el valor de VIE se encuentra por debajo de 0.0 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Valores de disponibilidad con el índice de importancia biológica, donde Bm R= Biomasa relativa; Ab R= abundancia relativa; FER= Frecuencia espacial relativa; FTR= Frecuencia temporal relativa; VIE= Valor de importancia ecológica.

Especie	BmR	AbR	FER	FTR	VIE
<i>Amanita amerirubecens</i>	0.0042	0.00170	0.03409	0.05263	0.09263
<i>Auricularia</i> sp.	0.0003	0.00042	0.01136	0.01315	0.02533
<i>Suillus tomentosus</i>	0.0237	0.00042	0.01136	0.01315	0.04869
<i>Cantharellus minor</i>	0.0007	0.00384	0.03409	0.03947	0.07819
<i>Cantharellus</i> sp.	0.0042	0.00683	0.03409	0.02631	0.07154
<i>Craterellus ignicolor</i>	0.0161	0.07475	0.06818	0.07894	0.23800
<i>Craterellus lutescens</i>	0.1660	0.62750	0.125	0.06578	0.98433
<i>Craterellus tubaeformis</i>	0.0388	0.15335	0.11363	0.09210	0.39798
<i>Hydnum repandum</i>	0.0112	0.01025	0.06818	0.06578	0.15546
<i>Hydnum albidum</i>	0.0036	0.00512	0.02272	0.01315	0.04462
<i>Lactarius gpo. deliciosus</i>	0.0713	0.01751	0.14772	0.17105	0.40763
<i>Lactarius indigo</i>	0.0029	0.00085	0.01136	0.01315	0.02830
<i>Pleurotus</i> sp.	.00009	0.00042	0.01136	0.01315	0.02504
<i>Ramaria gpo flava</i>	0.0146	0.01281	0.05681	0.06578	0.15008
<i>Schizophillum comunne</i>	.00009	0.00128	0.01136	0.01315	0.02590
<i>Tricholoma secc. megatracholoma</i>	0.2200	0.00768	0.04545	0.03947	0.31268
<i>Turbinellus floccosus</i>	0.4214	0.07518	0.19318	0.22368	0.91352

La estructura de la comunidad se compone de las variables analizadas, cada variable aporta a la estructura. En la estructura de la comunidad de los HSC es posible apreciar que tienen una diferente composición en todos los valores evaluados, es decir, en la biomasa de *Turbinellus floccosus* esta es mucho más alta que *Craterellus lutescens*, en términos de abundancia, esta especie tiene el valor más alto que todas las especies.

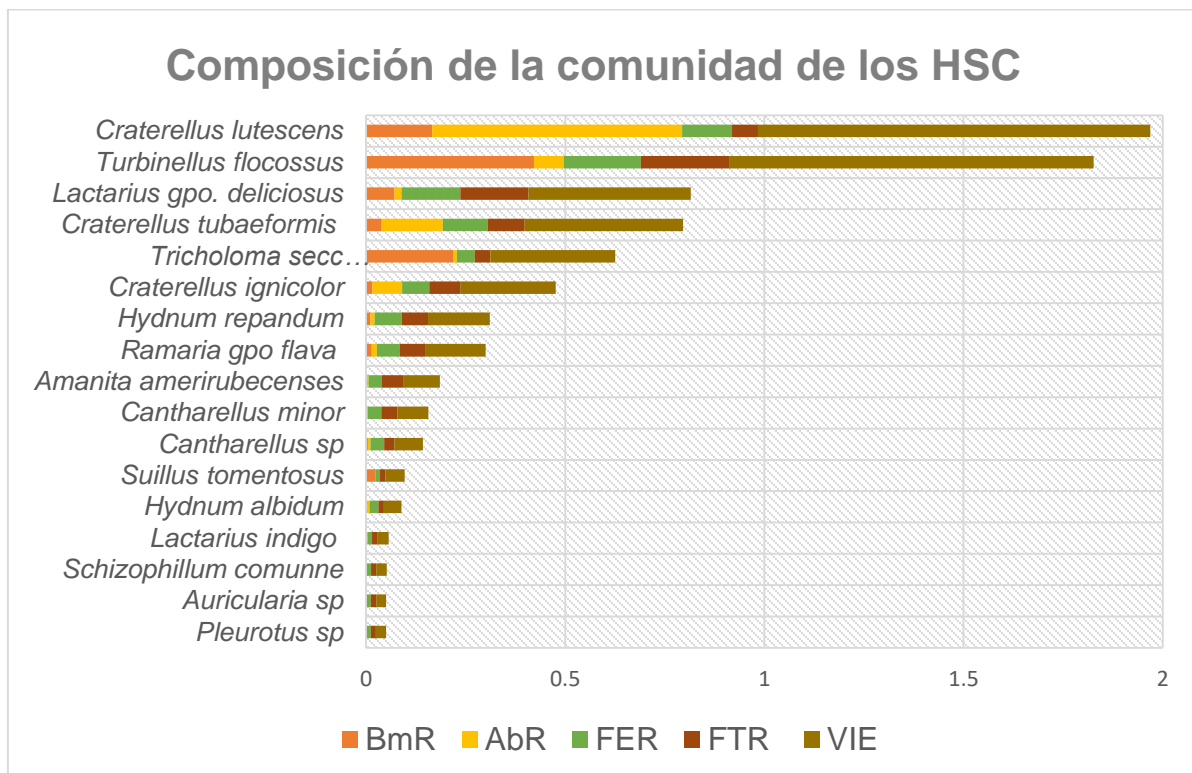


Figura 5. Composición de la comunidad de HSC colectados en el PNLM que determinan la disponibilidad de cada esporoma, se observan los valores relativos que componen a cada especie, donde BmR= biomasa relativa; AbR= abundancia relativa; FER= frecuencia espacial relativa; FTR= frecuencia temporal relativa; VIE= Valor de importancia ecológica.

7.7 Correlación de las variables

Entre las variables correlacionadas, se encontró que la relación entre la abundancia y la frecuencia temporal es de las correlaciones más altas ($AbR/FtR= 0.8874498$) (Figura 6) seguido de la abundancia y la frecuencia espacial ($Ab/FeR= 0.8427859$) (Figura 7).

En las demás correlaciones se encontró que la abundancia y la biomasa tiene un punto debajo de las anteriores correlaciones mencionadas ($AbR/BmR= 0.7535354$) (Figura 8), en cuarto y quinto lugar le siguen las correlaciones entre la frecuencia espacial y frecuencia temporal ($FeR/FtR= 0.7530627$) (Figura 9), biomasa y frecuencia temporal ($BmR/FtR= 0.7499229$) (Figura 10); y al último la correlación más baja fue de biomasa y frecuencia espacial ($BmR/FeR= 0.6412989$) (Figura 11).

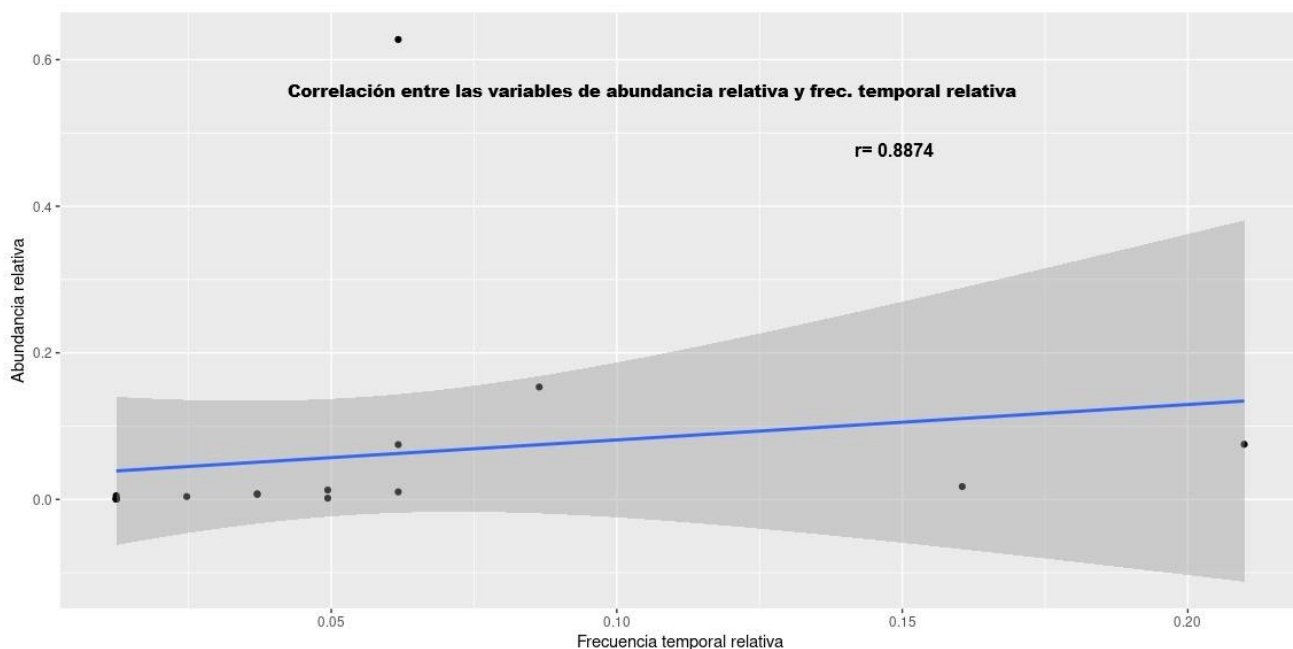


Figura 6. Correlación entre los valores relativos de abundancia y frecuencia temporal de los HSC colectados en el PNLM durante el período de junio a diciembre.

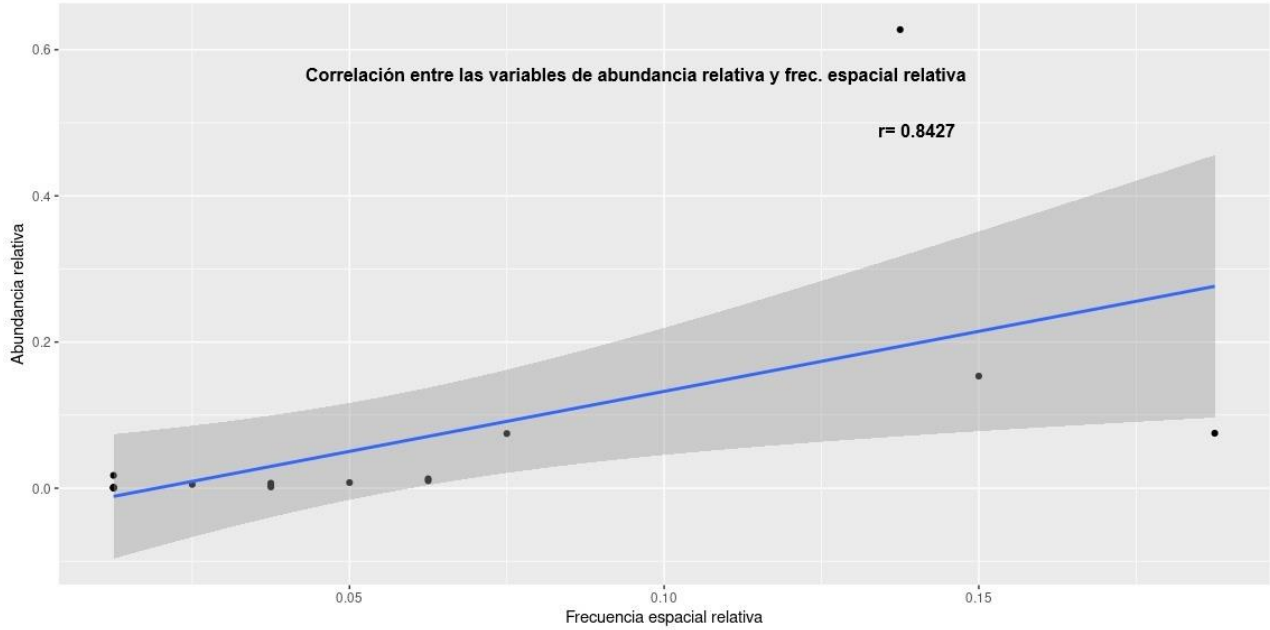


Figura 7. Correlación entre los valores relativos de abundancia y frecuencia espacial de los HSC colectados en el PNLM durante el período de junio a diciembre.

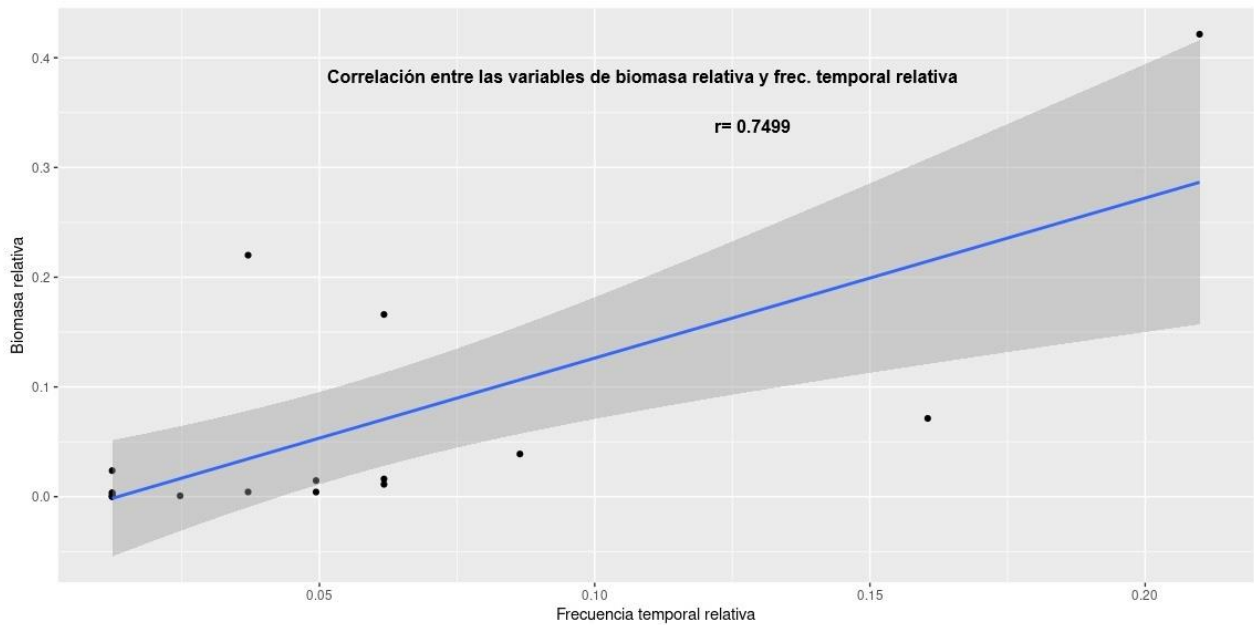


Figura 8. Correlación entre los valores relativos de biomasa y temporal espacial de los HSC colectados en el PNLM durante el período de junio a diciembre.

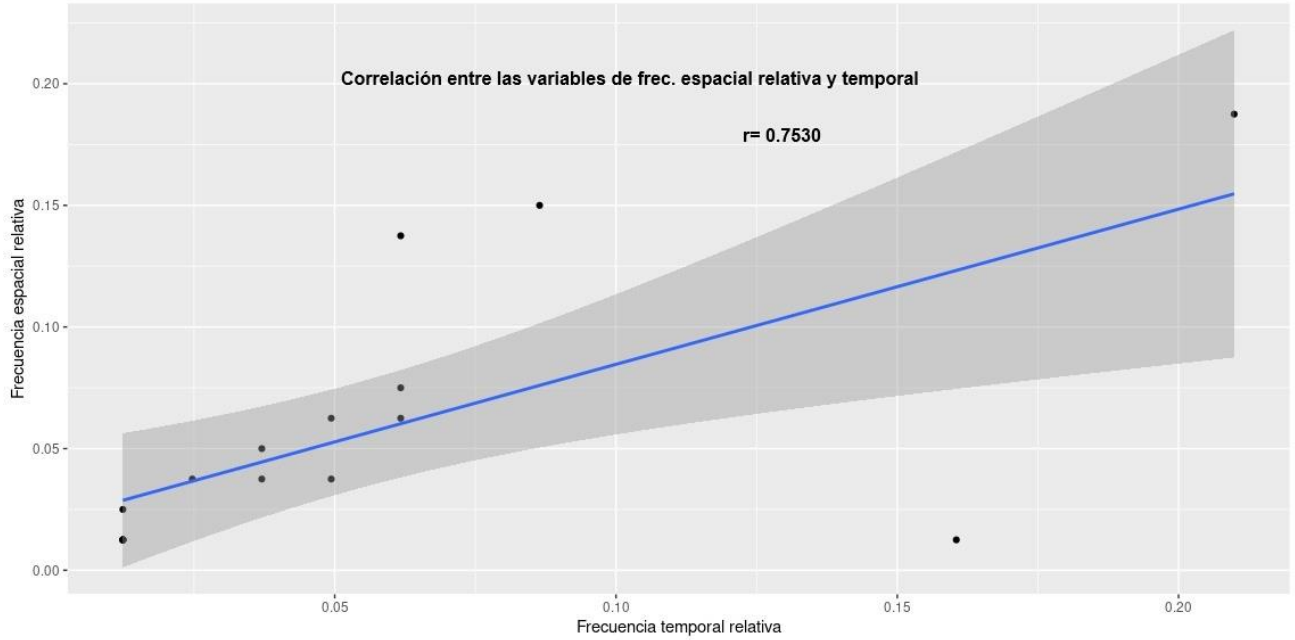


Figura 9. Correlación entre los valores relativos frecuencia espacial y temporal de los HSC colectados en el PNLM durante el período de junio a diciembre.

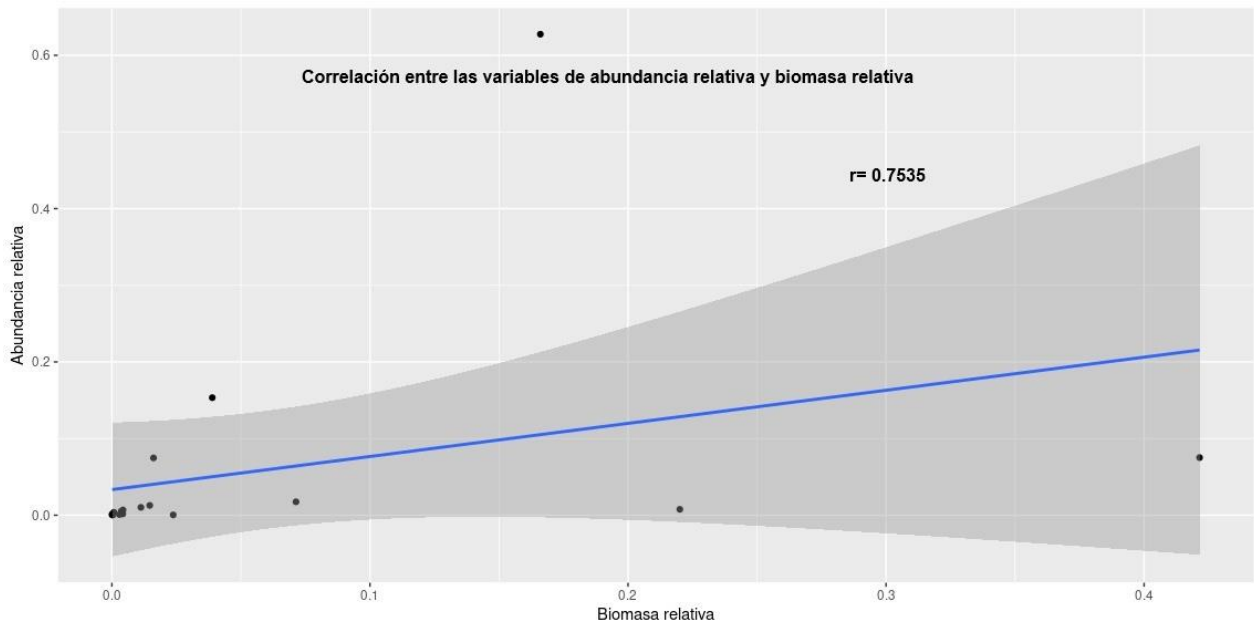


Figura 10. Correlación entre los valores relativos abundancia y biomasa de los HSC colectados en el PNLM durante el período de junio a diciembre.

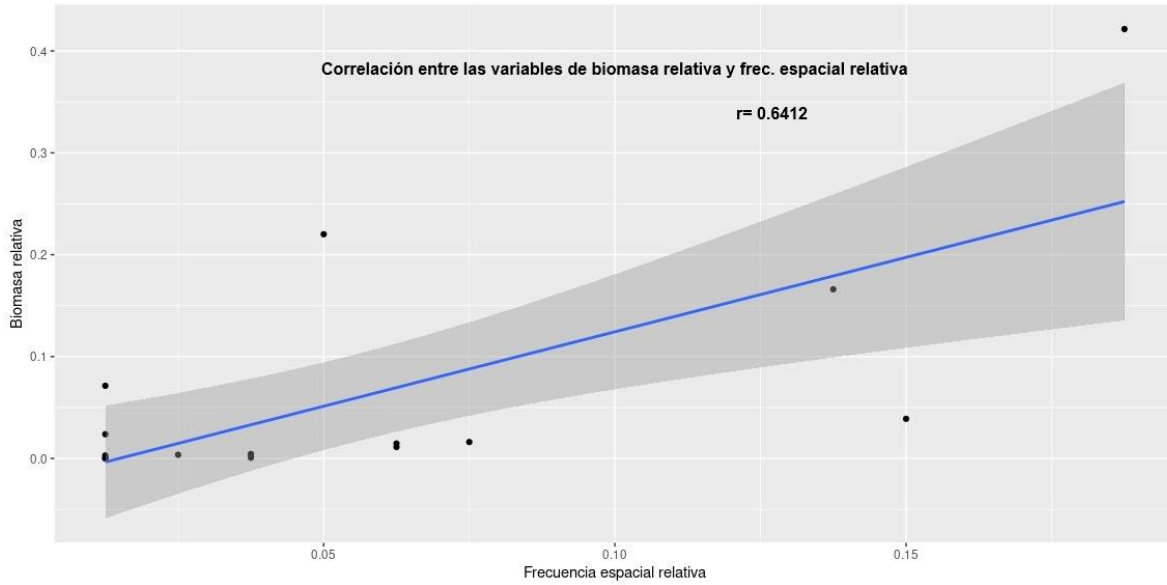


Figura 11. Correlación entre los valores relativos de biomasa y frecuencia espacial de los HSC colectados en el PNLM durante el período de junio a diciembre.

El análisis de ANNOVA demostró que no existen diferencias significativas entre los sitios de muestreo y la presencia de las especies, el valor encontrado fue ($P > 0.0533$).

VIII. DISCUSIÓN

8.1 Asociación de la preferencia de HSC por la vegetación

El 82% de las especies recolectadas tienen una asociación simbiótica a través de micorrizas, la mayoría de especies abundantes fueron encontradas en el bosque mixto de *Pinus-Quercus*, en el listado de especies dentro de esta vegetación se encuentran *Craterellus tubaeformis*, *C. Lactarius deliciosus*, *Hydnum repandum*, *Amanita amerirubecens*, *Ramaria gpo. flava*, estas especies concuerdan con lo reportado por Garibay-Orijel (2009). Otros estudios han reportado la abundancia de *Lactarius indigo* cuando en la dominancia de vegetación se encuentra el género de *Quercus*. (Torres-Gómez, 2012; Reyes-Quiñonez, 2021); Sin embargo, en el PNLM hasta ahora no se ha realizado un estudio de densidad poblacional para sugerir el comportamiento de la abundancia de esta especie.

La observación analizada en los muestreos realizados, es la abundancia de *Turbinellus floccosus* en el SM1 y SM4 a diferencia de los demás sitios como el SM2 y SM3, por lo que la preferencia de vegetación, y porcentajes de humedad propician las condiciones de fructificación para este basidioma; *Turbinellus floccosus*, se ha reportado en bosques de *Abies* y *Pinus* a una altura de 2,400 msnm (Pérez-Moreno *et. al.*, 2020) mientras que, el sitio de colecta se sitúa a 1,500 msnm. Ruan-Soto (2020) ha reportado el consumo de este esporoma en comunidades tseltales en los altos de Chiapas, como Oxchuc y Tenejapa que tienen una altitud que va de 1,800 a 2,000 msnm, también se le consume en Amatenango, Aguacatenango, El Madronal y Teopisca donde la altitud oscila entre los 1,500 a 1,800 msnm; bajo estas condiciones, existe la probabilidad de que se trate de una nueva especie.

En cuanto a las especies que tienen otro modo de vida (saprobios y lignícolas), las características del sitio de muestreo no cumplen del todo con las condiciones para encontrar mayor abundancia; sin embargo, también hay que añadir que, algunos sitios de muestreo se encontraron especies muy particulares, asociadas a climas tropicales, como *Schizophyllum commune*, y *Auricularia* sp. (una sola unidad por especie), sus pocas apariciones pueden deberse a que no se encuentran en sus sitios ideales para proliferar; en el específico caso de especies tropicales como

Schizophyllum commune que estaban presentes en el sitio de estudio, podría deberse a la falta del sustrato adecuado en los sitios de muestreo, pues tienden a ser más abundantes según reportó Ruan-Soto *et al.* (2020), en función de la abundancia de troncos o materia orgánica que propicie a la proliferación de estas especies en tierras bajas (Ruan-Soto *et al.*, 2009).

Otra de las posibles causas de su poca abundancia es la discriminación por tamaño, pues este llega a medir entre 1-4 cm, afectando la visibilidad de este basidioma así como el color que posee, por lo que puede pasar desapercibido con la mimetización en la vegetación.

8.2 Condiciones climáticas

Una de las variaciones importantes encontradas en el muestreo, es la cantidad de esporomas encontrados entre el mes de julio y agosto, que en sus medidas de biomasa y abundancia fueron muy bajos en contraste con los otros meses.

En el mes de julio (comienzo de la canícula) se obtuvieron 0.577kg con 28 esporomas en 3 especies únicamente, durante agosto se observa un leve incremento en la productividad: biomasa (0.666 kg) y abundancia (484 esporomas) y 7 especies colectadas; a diferencia de los siguientes meses (septiembre a noviembre), estos valores incrementan notablemente, manteniendo una constancia debido al régimen de lluvias en el PNLM (García-Amaro, 1988; CONANP, 2007), este caso también es reportado por Garibay-Orijel *et al.*, (2009) con valores altos de productividad de septiembre a octubre, descendiendo los números en el mes de noviembre, esta misma situación se ha presentado en el estudio realizado por Rodríguez-Gutiérrez (2020) en bosque de pino-encino.

Por última instancia Cabo (2012) menciona que el clima es uno de los factores mayormente influyentes sobre el crecimiento de los esporomas, esto explica el comportamiento de la variación de los esporocarpos de un 60% al 80%.

8.3 Relación entre la abundancia y el peso

Algunas de las especies colectadas presentan un distinguido patrón en la forma en la que estas crecen con relación a su abundancia y peso, es decir:

Las especies que tienen este comportamiento forman micorrizas, a pesar de que algunas especies tienden a formar cantidades grandes de esporomas, en términos de asociaciones formadas, esto no significa que a nivel de micorriza haya la misma abundancia de hongos en el suelo (Rodríguez-Gutiérrez, 2020) por lo cual, no existe como tal una relación dependiente entre la cantidad de esporomas y micorrizas formadas; Aguilar-Sobrino (2019) reporta que en su análisis no se observa este fenómeno de menor abundancia y mayor biomasa.

La relación de las micorrizas con la abundancia de los esporomas puede generar la respuesta de porqué algunas especies son más abundantes que otras, sin embargo, el comportamiento de la producción no está comprometida con esta asociación en particular, sin embargo, algunos géneros que se han estudiado, tienen esta relación esporoma-micorriza más estable, tales como *Cortinarius*, *Cantharellus*, *Lactarius* (Rodríguez-Gutiérrez, 2020).

Si bien no es un patrón o una regla que debe existir entre las especies, se han suscitado algunos casos con este mismo fenómeno al momento, como el género *Laccaria* en el estudio de Garibay-Orijel *et al.* (2009), en el que la abundancia de esporomas no es igual a abundancia de micorrizas bajo el suelo, lo que se concluye como una no correspondencia entre estos elementos.

En general, se observa una tendencia a que los hongos produzcan esporomas más grandes en condiciones óptimas de crecimiento, donde los recursos son abundantes y la competencia es baja (Bennett y Bever, 2009; Briones-Alburquenque, 2023).

En estos entornos favorables, los hongos pueden invertir más energía en el crecimiento y desarrollo de estructuras reproductivas más grandes, lo que puede

aumentar su capacidad de dispersión y reproducción. Por el contrario, en condiciones de estrés ambiental o competencia intensa, es más probable que los hongos produzcan esporomas más pequeños como una estrategia para maximizar la eficiencia en la utilización de recursos y garantizar la supervivencia a largo plazo (Briones-Alburquenque, 2023; Mujica, *et al.*, 2016).

En el género *Lactarius* se reportaron dos especies presentes, de las cuales, solo *L. gpo. deliciosus* tuvo valores altos de abundancia a comparación de su congénere *L. indigo*, este mismo caso, la misma variable de esta especie ha sido reportada como escaza en el estudio realizado por Torres-Gómez (2012).

Este comportamiento es muy notorio en *Tricholoma secc. megatracheloma* que durante su aparición en el mes de diciembre en términos de biomasa fue el más alto (2.206 kg) con baja abundancia (21 esporomas), en *Cratellus tubaeformis* *C. lutescens* tiene esa relación de mayor abundancia menor biomasa, pero esto no se observa en todas las especies, por lo ya mencionado.

8.4 Frecuencia espacial y temporal

Los valores de ambas variables fueron muy bajos para casi todas las especies en comparación con *Turbinellus floccosus*, *Lactarius gpo deliciosus*, *Craterellus tubaeformis*, *C. lutescens* que estuvieron presentes en la mayoría de los sitios de muestreo, así como en las fechas de colecta, bajo este patrón de fructificación es posible que estas especies se distribuyan de manera potencial en el PNLM, bajo las condiciones necesarias para fructificar.

La presencia frecuente puede deberse principalmente a que pueden ser especies muy competitivas para captar los nutrientes necesarios, así como la extensión del micelio, el tipo de vegetación por el que se encuentra asociado, el tamaño de la muestra juega también un papel muy importante en la frecuencia espacial (Taylor, 2022).

La temporalidad de las lluvias especialmente en el PNLM propicia a la continuidad de encontrar esporomas hasta finales de diciembre gracias a que este se encuentra colindando con la vegetación de la Selva Lacandona (CONANP,

2007), así como las condiciones edáficas para retener la humedad para promover o reducir la producción de los esporocarpos (Torres-Gómez, 2012).

Estas reflejan la compleja interacción entre factores bióticos y abióticos en el ecosistema forestal. Comprender estos patrones es esencial para una recolección sostenible y responsable de hongos, así como para la conservación de los bosques y su biodiversidad.

8.5 Valor de Importancia Ecológica (VIE) y análisis de correlación

Los valores aportados a la estructura de la comunidad de los HSC se comportan de manera desigual para cada especie; en la composición es posible apreciar que tienen diferencias notables en todos los valores evaluados, en *Turbinellus floccosus* es la especie que a diferencia de los demás, tiene los valores más altos entre todas las variables a excepción de la abundancia, a diferencia de *Craterellus lutescens*, *C. ignicolor*, la biomasa es mucho más alta que la abundancia, lo que la posiciona como una de las especies con mayor disponibilidad frente a todas las demás, esto concuerda con el estudio de Garibay-Orijel (2009) y Kong *et al.* (2018).

Sin embargo, en ambos estudios se menciona a *Cantharellus* sp. como una de las especies relevantes de acuerdo a sus valores de abundancia y distribución, lo que contrasta negativamente en este estudio, mencionado esto, no todas las especies tienen las condiciones para ser aprovechadas a grandes escalas.

Es muy probable que esto se deba a que existen sesgos en los datos recopilados, tales como el tamaño de la muestra, así como las estrategias de muestreo empleada (Taylor, 2002), que como tal es una proporción mínima frente a lo que el PNLM abarca en el territorio nacional; en segunda instancia los sitios de muestreo son zonas accesibles a los pobladores que recolectan para autoconsumo.

Algunas de estas especies que son muy apreciadas en la fructificación son del género *Amanita* como *A. amerirubescens* (Ramírez-Terrazo *et al.*, 2021) de las que muy pocas esporomas se pudieron recolectar, este mismo caso se repite con *Amanita jacksonii*, que no pudo ser incluida en el estudio, probablemente por la pronta recolección, solo pudo ser vista una sola vez fuera de los sitios de muestreo,

por lo cual, su ausencia no se debe a la nula existencia del esporoma, sino a la apreciación culinaria, y recolecta en horas muy tempranas, Pardavé *et al.* (2007) y Quiñonez-Martínez *et al.*, (2005) indican que existe una alta abundancia del género.

Dentro de los valores encontrados que contrasta con las especies estudiadas, *Tricholoma secc. megatracheloma*, tiene el específico caso de ser una especie con alto valor de disponibilidad, aunque su época de fructificación solo se restringe a otoño-invierno, incluso es posible que tuviera un valor más alto en este índice, dado que en las recolecciones se pudo apreciar la colecta por los pobladores, esto justifica el sesgo en los valores encontrados de disponibilidad así como la discriminación de esporocarpos por el estado de conservación en el que se encontraban, sobre todo de *Turbinellus floccosus*, que en algunos ejemplares el estado de madurez era muy avanzado, por tanto se discrimina para el estudio.

Con las correlaciones entre la abundancia, biomasa y frecuencia temporal son las variables que condicionan las altas probabilidades de la disponibilidad en la mayoría de las especies y explican el comportamiento y la dominancia de las especies en el espacio, esto concuerda en el análisis de correlación realizado por Garibay-Orijel (2009), y la relación de correlación con mayor coeficiente entre la frecuencia espacial y temporal encontrada por Aguilar-Sobrino (2019).

Entre los sitios de muestreo no existen diferencias significativas, a pesar de que hubo un sitio con mayor producción de biomasa (SM1) a diferencia de los demás. Taylor (2002) y Aguilar-Sobrino (2019) sugieren que los esfuerzos de muestreo o el tamaño de la muestra deben aumentarse.

IX. CONCLUSIÓN

La relación de la abundancia y la productividad (peso fresco) de las especies como el género *Craterellus*, *Turbinellus* y *Tricholoma* fueron las más relevantes para el estudio, además su productividad es alta en comparación con las demás especies, a excepción de *Tricholoma secc. megatracholoma* que solo se restringe a crecer durante la época de otoño-invierno.

Otra de las variables importantes fue la frecuencia temporal y espacial, que en este estudio estuvieron fuertemente correlacionadas, lo que condiciona la disponibilidad de las especies de *Turbinellus floccosus*, *Lactarius gpo deliciosus* y el género *Craterellus*, pues son las especies que durante el muestreo estuvieron presentes tanto en áreas de muestreo como en la mayor parte de las fechas empleadas para realizar el estudio.

Para finalizar, el índice de valor de importancia ecológica, no solo muestra la disponibilidad de los HSC colectados en el área de estudio, sino que además muestra la composición de la comunidad de las especies, con importantes datos que ayudan a guiarse y determinar que variable hace que los esporomas puedan encontrarse en mayor medida, pues no todas las especies tienen el mismo comportamiento en cuanto espacio, tiempo, tamaño y gramaje, esto podría permitir decidir que especies pueden ser aptas para realizar futuras investigaciones, siempre y cuando los valores de disponibilidad sean altos para ser eficazmente aprovechados, como puede ser de manera económica a través de la comercialización, micoturismo, proyectos enfocados hacia la reforestación de bosques con inoculación de especies micorrizógenas, comprender su biología es esencial para planificar el manejo de estas especies, esto último permitiría el aprovechamiento y su conservación en los bosques del PNLM.

X. RECOMENDACIONES

El estudio realizado es un acercamiento a la ecología de los HSC, y por tanto existe el sesgo entre los datos ya señalados, los esfuerzos de muestreo realizados son un acercamiento a la productividad de las especies encontradas, lo que se sugiere es incrementar más fechas de colectas y más sitios de muestreo.

Incluir otras especies que están documentadas como HSC en México y recabar más información sobre aquellas especies que no pudieron formar parte del listado del presente estudio.

Es necesario considerar que los esfuerzos de muestreo se deben también al equipo de colegas que participaron en las recolectas, lo que puede ser también un beneficio para conocer la cantidad que se puede coleccionar en el periodo de fructificación.

XI. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Sobrinó E. 2019. Disponibilidad de esporomas de hongos medicinales en el Parque Educativo San José, Zinacantán, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Instituto de ciencias biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Aguilera Gómez, LI, Olalde Portugal, V., Arriaga, MR, & Contreras Alonso, R. 2007. Micorrizas arbusculares. ciencia ergo-sum, *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*. 14(3): 300-306.
- Aguirre-Acosta, E., M. Ulloa, S. Aguilar, J. Cifuentes y R. Valenzuela. 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 76-81.
- Alexopoulos, C. J., y Mims, C. W. 1985. Introducción a la Micología. Editorial Omega. Barcelona.
- Barros, L.; Cruz, T.; Baptista, P.; Estevinho, L. M. & Ferreira, I. C. F. R. 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food. Chem. Tox.* 46:2742-2747.
- Bennett AE, Bever, JD. 2009. Trade-offs between arbuscular mycorrhizal fungal competitive ability and host growth promotion in *Plantago lanceolata*. *Oecologia*. 160: 807-816.
- Benitez-Badillo G., Alvarado-Castillo G., Nava-Tablada M.E., Pérez-Vázquez A. 2013. Análisis del marco regulatorio en el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 19(3): 363-374.

Boa E. 2004. Wild edible fungi. A global overview of their use and importance to people. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. Roma, Italia. 146 pp.

Briones Alburquenque, F. C. 2023. Efecto de las interacciones entre hongos micorrícicos sobre la germinación simbiótica de *Bipinnula fimbriata*. Seminario de título. Escuela de pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Breedlove, D. 1981. Flora of Chiapas. Part I: Introduction to the Flora of Chiapas. California Academy of Sciences, San Francisco, E.U.A.

Cabo, T. Á. (2012). Influencia de la edad de la masa en la fructificación de hongos silvestres comestibles en un bosque de *Pinus pinaster* Ait. de Soria. Universidad de Valladolid, Campus de Palencia, España.

Camargo-Ricalde, S.L., Montañó, N.M., Rosa-Mera, C.J., Montañó-Arias, S.A., 2012. Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*. 13(7): 3-8.

Cano-Estrada A. y Romero-Bautista L. 2016. Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. *Revista chilena de nutrición*. 43: 75-80.

Cepero de García, M. C. 2012. Biología de hongos. Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes. Bogotá.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2014, Portal en internet de la Comisión Nacional del Agua, disponible en <<http://www.conagua.gob.mx/>>

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2007. Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Lagunas de Montebello. México D.F. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- De la Cruz Llamas, C. A. 2023. Contribución al conocimiento de los macromicetos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, La Trinitaria, Chiapas. Tesis de licenciatura, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Ding, XX, Xu, X., Cui, YY, Kost, G., Wang, PM y Yang, ZL. 2023. Un análisis filogenético de cincuenta locus proporciona conocimientos profundos sobre la filogenia de *Tricholoma* (Tricholomataceae, Agaricales). *Persoonia-Filogenia molecular y evolución de hongos* 50 (1): 1-26.
- Egli, S., Peter, M., Buser, C., Stahel, W., & Ayer, F. 2006. Mushroom picking does not impair future harvests—results of a long-term study in Switzerland. *Biological conservation* 129(2): 271-276.
- Farr D. F. y Rossmann A.Y. 2006. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA.
- FAO. 1998^a. Principales productos forestales no madereros en Chile, J. Campos. Santiago, Chile
- Garibay-Orijel R., Martínez-Ramos M., Cifuentes J. 2009. Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:521-534.
- García-Amaro, E., 1988, Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana: Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México.

- González del Castillo E. C .2013. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar. Región X Frontera Sur-CONANP. Parques Nacionales de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- González-Romero, O. S. (2023). Sabiduría y ritual de los hongos sagrados en Mesoamérica *Revista Cultura y Droga*. 28(35):21-49.
- Guevara, R. 2005. Saprotrophic mycelial cord abundance, length and survivorship are reduced in the conversion of tropical cloud forest to shaded coffee plantation. *Biodiversity and Conservation*. 125:261-268
- Guzmán-Gastón. 1998 Inventing the fungi of México. *Biodiversity and Conservation* 7:369-384.
- Guzmán-Davalos L., Guzmán G. 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y de coníferas del sureste de México. *Bio. Sociedad Mexicana de Micología*. 13:89-129
- Grajales-Vásquez, A. 2013. Conocimientos micológicos culturales en la comunidad de Tzisco, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Escuela de biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research*. 105:1422-1432.
- Heilmann-Clausen J, Christensen M, Frøslev TG. 2017. Taxonomy of *Tricholoma* in northern Europe based on ITS sequence data and morphological characters. *Persoonia*. 38: 38-57.

- Honrubia M. G., 2009, Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. *Anales del jardín botánico de Madrid Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Real jardín botánico*. 66(1): 133-144.
- Jiménez Ruiz, M., Pérez-Moreno, J., Almaraz-Suárez, JJ, & Torres-Aquino, M. 2013. Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 4(2): 199-213.
- Kirk, P. M., P. F. Canon, D. W. Minter y J. A. Stalpers. 2008. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 10 ed. International Mycological Institute, CAB International, Wallingford. 784 p.
- Kong, A., Montoya, A., García-de Jesús, S., Ramírez-Terrazo, A., Andrade, R., Ruan-Soto, F., ... & Estrada-Torres, A. 2018. Hongos ectomicorrizógenos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. *Revista mexicana de biodiversidad*. 89(3): 741-756.
- Lozada Dávila, J. R. (2010). Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *Revista Forestal Venezolana* 54(1): 77-89.
- Luoma, D. L., Eberhart, J. L., Abbott, R., Moore, A., Amaranthus, M. P., & Pilz, D. 2006. Effects of mushroom harvest technique on subsequent American matsutake production. *Forest ecology and management*, 236(1): 65-75.
- Martínez-Peña, S. de Miguel, T. Pukkala, J. A. Bonet, P. Ortega M., J. Aldea and J. Martínez de A. 2012. Yield models for ectomycorrhizal mushrooms in *Pinus sylvestris* forests with special focus on *Boletus edulis* and *Lactarius deliciosus* group. *Forest Ecology and Management* 282: 63-69.

Miranda, F., y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-199.

1

Morales, O., Bran, M., Cáceres, R., Flores, R. 2003. Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. Documento interno, Facultad de Ciencias Químicas y de Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala.

Mujica, M. I., Saez, N., Cisternas, M., Manzano, M., Armesto, J. J., & Pérez, F. (2016). Relationship between soil nutrients and mycorrhizal associations of two *Bipinnula* species (Orchidaceae) from central Chile. *Annals of botany*, 118(1), 149-158.

Pardavé, L. F., Esparza, V. F. R., & Cortés, M. R. 2007. Contribución al conocimiento de los hongos (macromicetos) de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*. 15(37): 4-12.

Pérez-Moreno, J., A. Lorenzana Fernández, V. Carrasco Hernández y A. Yescas-Pérez. 2009. Los hongos comestibles silvestres del Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexos. Colegio de Postgraduados, SEMARNAT, CONACyT. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 167 p.

Pérez-Moreno, J., Martínez-Reyes, M., Hernández-Santiago, F., & Ortiz-López, I. 2020. Cambio climático, biotecnología y hongos ectomicorrízicos comestibles neotropicales mexicanos. Hongos, humanos y naturaleza en un mundo cambiante: perspectivas desde las ciencias ecológicas, agrícolas y sociales. *Agro productividad*. 13(5): 61-99.

Peña-Lastra, D. 2017. Mutualismo vs. Parasitismo: Plantae-Fungi. *Micolucus. Sociedad Micologica Lucus de Lugo, Micolucus*. 4:62-63.

- Pinna S., Gévry M., Côté M. & sirois. F.L. 2010. Factors influencing fructification phenology of edible mushrooms in a boreal mixed forest of Eastern Canada. *For. Ecol. Manage.* 260: 294-301.
- Ponce-Calderón LP, Rodríguez-Trejo DA, Villanueva-Díaz J, Bilbao BA, Álvarez-Gordillo GDC, Vera-Cortés G. 2021. Ecología histórica de los incendios y su efecto en la dinámica de la vegetación del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *iForest* 14: 548-559.
- Pritchard, D. (2010). Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición: Manual 1 Uso racional de los humedales: Conceptos y enfoques para el uso racional de los humedales.
- Quiñonez-Martínez, M., Garza, F., & Vargas, M. 2005. Aspectos ecológicos y diversidad de hongos ectomicorrízicos en bosque de pino encino de 5 localidades del municipio de Bocoyna, Chihuahua. *Ciencia en la Frontera.* 3: 29-38.
- Ramírez-Terrazo, A., Montoya, A., & Kong, A. 2021. Conocimiento micológico tradicional en dos comunidades aledañas al Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Scientia fungorum*, 51.
- Renteral-González, L. A. 2014. *Efecto de la perturbación sobre la diversidad de helechos riparios de la Cuenca Alta de La Antigua* (Doctoral dissertation), Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana. Amatlán de los Reyes, Veracruz, México.
- Reyes Quiñonez, D. 2021. Micorrizas asociadas a *Quercus* sp en la localidad del salto en Tilzapotla, Morelos. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma de Morelos. Morelos.

- Rodríguez-Gutiérrez, Ibeth, Garibay-Orijel, Roberto, Santiago-Morales, Beatriz, & Lindig-Cisneros, Roberto. (2020). Comparación entre las abundancias de esporomas y ectomicorrizas del género *Laccaria* en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91.
- Ruan-Soto, F. (2020). Hongos comestibles y tóxicos de gran importancia cultural entre los tseltales de los Altos de Chiapas, México. *Etnobiología y Conservación*. 9.
- Ruan-Soto, Felipe, 2005. Etnomicología en la Selva Lacandona: percepción, uso y manejo de hongos en Lacanjá-Chansayab y Playón de la Gloria, Chiapas. Tsis de maestría inédita. Ecosur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
- Ruan-Soto, F., Cifuentes, J., Mariaca, R., Limón, F., Pérez-Ramírez, L., & Sierra, S. 2009. Uso y manejo de hongos silvestres en dos comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista mexicana de micología*. 29: 61-72.
- Ruan-Soto, Felipe y William García Santiago., 2013. Uso de los hongos macroscópicos: estado actual y perspectivas, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de estado*, México, CONABIO/Gobierno del Estado de Chiapas, pp. 243-258.
- Ruan-Soto F. y Mariaca, M. R. 2012. El mundo de los hongos silvestres comestibles. *Ecofronteras*. 8-11.
- Ruan-Soto F., Ordaz-Velázquez M., García-Santiago W., Pérez Ovando E. 2015. Etnomicología de Chiapas: conocimiento, uso y manejo de los hongos.
- Ruan-Soto, F., y Ordaz-Velázquez, M. 2015. Aproximaciones a la etnomicología Maya. *Revista pueblos y fronteras digital*. 10(20): 44-69.

- Rumiz, D. I. 2010. Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. *Mamíferos medianos y grandes de Bolivia*. 2: 53-73.
- Savoie, JM y Largeteau, ML 2011. Producción de hongos comestibles en los bosques: tendencias en el desarrollo de una micosilvicultura. *Microbiología y biotecnología aplicadas*. 89 (4): 971-979.
- Taylor, A.F.S. 2002. Fungal diversity in ectomycorrhizal communities: sampling effort and species detection. *Plant and Soil* 244:19-28.
- Tomao, A., Antonio Bonet, J., Castaño, C., y de-Miguel, S. 2020. ¿Cómo afecta la gestión forestal a la diversidad fúngica y la composición de la comunidad? Conocimiento actual y perspectivas futuras para la conservación de hongos forestales. *Forest Ecology and Management*, 457, 117678.
- Torres-Gómez M. 2012. Disponibilidad de macromicetos silvestres comestibles en dos unidades del paisaje en un Parque Nacional en el eje Neovolcánico. Tesis de maestría en ciencias biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México.
- Valdez M., C.G, Guzmán L. M.A., Valdés G. A., Forougbakhch P., Rahim, Alvarado V., Marco Antonio, y Rocha E., A., 2018. Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*. 66(4): 1674-1682.
- Vázquez-Sánchez, M.A, Méndez-Gómez, E., 1994, Aspectos generales de la región: Lagos de Montebello, Reporte del trabajo para el curso de conservación de naturaleza y recursos naturales: Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Maestría en Ciencias. ECOSUR Chiapas, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 109 p.

- Vázquez-Mendoza, Sadoth. (2013). Nuevo hospedero del hongo *Schizophyllum commune* en América. *Revista mexicana de biodiversidad*. 84(2): 661-663
- Velasco Bautista E., Zamora-Martínez M.C., Nieto de Pascual Pola C. Martínez-Valdez J.I., Montoya A. 2010. Modelos predictivos de la producción de hongos silvestres comestibles en bosques de coníferas, Tlaxcala, México. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Laboratorio de Sistemática.
- Wasson, V.P. y R.G. Wasson. 1957. Mushrooms, Russia and History. Pantheon Books, Nueva York.
- Zamora-Martínez, M. y P. Nieto de Pascual. 1995. Natural production of wild edible mushrooms in the southwestern rural territory of Mexico City, Mexico. *Forest Ecology and Management* 72:13-20.
- Zamora-Martínez, M. C. 2010. El monitoreo de las poblaciones de macromicetos ectomicorrícicos y su relevancia en estudios ecológicos y el manejo sustentable. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F., México. 84 p.
- Zamora-Martínez, M. C., González Hernández, A., Islas Gutiérrez, F., Cortés Barrera, E. N, & López Valdez, L.I., 2014. Distribución geográfica y ecológica de 13 especies de hongos silvestres comestibles en Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 5(21): 76-93.
- Zamora- Morales B. P., Zamora-Martínez M.C., Nieto de Pascual Pola M. C. C, García Campusano F. T. A. 2018. Condiciones edáficas, abundancia y riqueza de hongos ectomicorizógenos comestibles. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP. México *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 9(48): 226-251.

XII. ANEXOS

Algunos hongos silvestres comestibles recolectados en el Parque Nacional Lagunas de Montebello.



Figura 12. a) *Suillus tomentosus*; b) *Amanita amerirubescens*



Figura 13. a) *Craterellus tubaeformis* ; b) *Craterellus fallax* ; c) *Craterellus ignicolor*



Figura 14. a) *Turbinellus floccosus* ; b) *Tricholoma secc. megatricholoma*



Figura 15. a) *Ramaria gpo. flava*; b) *Lactarius indigo* ; c) *Lactarius indigo*; d) *Hydnum repandum*; e) *Lactarius secc. deliciosus*.