



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM

Facultad Ciencias de la Vida

Ingeniera en Ecosistemas

Macrohongos silvestres comestibles utilizados por dos comunidades kichwa del Napo, Amazonía Ecuatoriana

Katia Stefania Vicente Pérez

11 de septiembre del 2020, ciudad de Tena, Napo, Ecuador

Declaración de derecho de autor, autenticidad y responsabilidad

Tena, 11 de septiembre de 2020

Yo, Katia Stefania Vicente Pérez con documento de identidad N° 1104700537, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título Ingeniero en Ecosistemas, son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Por la favorable atención a la presente, suscribo de usted,

Atentamente,

Firma:



Katia Stefania Vicente Pérez

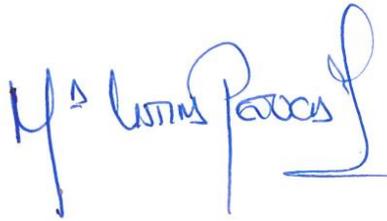
Certificado de dirección de trabajo de integración curricular

Certifico que el trabajo de integración curricular titulado: **“Macrohongos silvestres comestibles utilizados por dos comunidades kichwa del Napo, Amazonia Ecuatoriana”** en la modalidad de: proyecto de investigación en formato tesis, fue realizado por: **Katia Stefania Vicente Pérez**, bajo nuestra dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiám, para su entrega y defensa.

Tena, 11 de septiembre de 2020

Firma:



.....
Ph.-D María Cristina Peñuela Mora C.I:
1756861496

Firma:

.....
Ph.-D Aída Marcela Vasco Palacios
C.I: 52381159

AGRADECIMIENTOS

Al término del presente trabajo quiero agradecer a la Universidad Regional Amazónica Ikiam por haberme permitido formarme de manera integral con profesores que aman sus áreas de investigación y que me motivan profesionalmente.

De igual manera mi agradecimiento eterno a mis tutoras: María Cristina Peñuela y Aída Vasco Palacios por guiarme en la presente tesis, compartir sus conocimientos e introducirme en el mundo Fungi. Gracias a ellas soy una micófila.

A la señorita Nathalia Grefa y señor Denfín Tapuy, líderes de Atacapi y Pumayacu respectivamente, les quiero agradecer por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente estudio, por acogerme y hacerme sentir parte de sus comunidades, permitiéndome conocer de manera más profunda sus tradiciones micológicas.

También quiero agradecer a Michelle Guachamin quien fue mi compañera en el trabajo de campo, con quien me divertí y compartí muchas aventuras, llegando a crear el término “entomofungi-amigas” para referirnos entre nosotras. A Camila Freire, Germania Grefa y Joel Grefa por su gran ayuda como ayudantes de campo.

Le quiero agradecer a Cooperación Técnica Alemana (GIZ) por su apoyo con algunos implementos de campo y de laboratorio para el desarrollo de esta tesis.

Finalmente, un sincero agradecimiento a cada una de las personas que me han ayudado en este proceso de forma desinteresada, por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía durante mi formación profesional.

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada con todo mi amor a mis padres, mis guías aquí en la tierra, los mismo que constituyen mi mayor orgullo y fuerza para salir adelante, quienes día a día me han impulsado a luchar y alcanzar mis sueños, enseñándome que no hay imposibles, sólo la necesidad de trabajar con cariño y dedicación; a mi hermana mayor Geovanna quien me cuidó desde que soy niña y me ha acompañado a lo largo de mi formación como persona y profesional, convirtiéndose en mi segunda madre. A mi hermanito Manuel, quien siempre me escucha, alegra con sus chistes y es mi compañero para las maratones de series.

A la profesora, gran amiga y futura colega María Cristina Peñuela, por su entera dedicación, sus mañanas, tardes y noches de enseñanzas, por poner en mí su semilla de conocimiento, amor por la investigación y apoyarme con sabiduría desde que fue mi profesora de Ecología y sin conocerme se preocupó por mí (gracias por su mensaje de whatsapp al inicio de 5to semestre).

También quiero dedicarles este trabajo a mis mascotas: Sol y Amanita quienes siempre me han llenado de amor con sus lamidas, ronroneos y pelitos por toda mi ropa. Ellas fueron mis *roommates* durante los años que he vivido en Tena.

Finalmente quiero agradecer a mis amig@s: Naomi Toledo, María Augusta Navarrete, Oscar Lucas, Mariela Bustillo y Lipsi Villegas quienes siempre tuvieron una palabra de aliento e hicieron este recorrido más ameno y divertido.

INDICE DE CONTENIDO

1.	CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Planteamiento del problema	10
1.3.	Justificación de la investigación.....	13
1.4.	Objetivos de la investigación	15
2.	CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO	16
2.1.	Lugar de estudio.....	16
2.2.	Información Etnomicológica.....	18
2.3.	Análisis estadísticos.....	22
3.	CAPITULO III: REPRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS.....	27
3.1.	Diversidad.....	27
3.2.	Manejo de especies: Conocimiento tradicional.....	40
3.3.	Sustratos Asociados.....	43
3.4.	Épocas de fructificación.....	49
4.	CAPITULO IV: INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN	51
4.1.	Especies de macrohongos usadas como alimenticias y de mayor importancia cultural para las comunidades kichwa del Napo	51
4.2.	Manejo de especies: Conocimiento tradicional.....	61
4.2.	Sustratos asociados	64
4.3.	Épocas de fructificación.....	69
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Leyes y normativas vigentes para el aprovechamiento de los hongos comestibles	12
Tabla 2. Valores asignados a las respuestas categorizadas de los entrevistados para cada subíndice de importancias cultural (tomada y modificada de Garibay-Orijel et al., 2007).	23
Tabla 3. Especies de hongos utilizadas como alimento por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.	31
Tabla 4. Valores de los subíndices y estimación del Índice de importancia cultural (EMSCI) de las especies de hongos consumidas por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.	35
Tabla 5. Prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis realizada entre las variables número de especies enlistadas, usos culinarios y número de sustratos, con variables socioeconómicas: género, nivel de escolaridad, actividad económica.	40
Tabla 6. Características consideradas por la población de las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, para identificarlas y nombrar a las especies de hongos comestibles.	41
Tabla 7. Especies de plantas que sirven de sustratos a hongos consumidos por las comunidades kichwa Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio.	
Figura 2. Curva de acumulación de especies de hongos silvestres comestibles, basados en nombres kichwa, a partir de entrevistas a 56 adultos de las comunidades de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.	28
Figura 3. Especies de hongos silvestres comestibles usadas por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.	30
Figura 4. Correlaciones entre los subíndices que componen el Índice de importancia cultural (EMSCI)..	37
Figura 5. Gráfica del análisis de componentes principales obtenida de los subíndices de importancia cultural para los macrohongos consumidos por las comunidades kichwa del Napo, Ecuador.....	38
Figura 6. Clúster de distancias euclidianas entre especies de hongos consumidos por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.	39
Figura 7. Recolección de los hongos en una chagra kiwcha de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador..	42
Figura 8. Forma de preparar los hongos por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador..	43
Figura 9. Red de interacciones entre especies de hongos (azul) y plantas (rosa).	46
Figura 10. Interacciones entre hongos y plantas identificadas en las comunidades kiwcha de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.	47
Figura 11. Funciones de las especies de plantas y hongos que componen la red..	48
Figura 12. Diagramas de rosas que muestran el número de especies que producen cuerpos fructíferos durante el año por familias.	49

ANEXOS

Anexo 1. Acta de sesión de socialización del proyecto de tesis “Macrohongos silvestres comestibles utilizados por la comunidad kichwa del Napo,Amazonía Ecuatoriana” A realizarse en la comunidad de Atacapi.	94
Anexo 2. Acta de sesión de socialización del proyecto de tesis “Macrohongos silvestres comestibles utilizados por la comunidad kichwa del Napo,Amazonía Ecuatoriana” A realizarse en la comunidad de Pumayacu.....	106
Anexo 3. Permiso para recolección de material biológico (hongos y plantas) por parte del Ministerio del Ambiente.....	118

RESUMEN

Ecuador es un país multicultural y megadiverso. Entre los 18 pueblos indígenas que habitan el territorio, al menos 12 utilizan cerca de 50 especies de hongos comestibles silvestres (HCS). Los estudios indican que los kichwas del Amazonas son los que más usan, con 29 especies. Sin embargo, se desconocen aspectos de la ecología de las especies, como las temporadas de fructificación, los sustratos, las especies vegetales relacionadas con ellas, así como las preferencias de uso de los habitantes. Con el fin de contribuir con información ecológica y etnomicológica sobre los HSC utilizados por el pueblo amazónico kichwa, se estudió la riqueza de hongos comestibles consumidos por dos comunidades kichwa asentadas en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas. Entre mayo de 2019 y marzo de 2020 entrevistamos a los adultos de las comunidades, caminamos con ellos por el bosque, recogimos las especies de hongos comestibles, evaluamos la importancia cultural, observamos los sustratos asociados a las especies y las preferencias de uso por parte de los habitantes. Entre mayo de 2019 y marzo de 2020 entrevistamos a los adultos de las comunidades, caminamos con ellos por el bosque, recogimos las especies de hongos comestibles, evaluamos la importancia cultural, observamos los sustratos asociados a la especie y registramos los momentos de fructificación. Se encontraron doce especies de hongos: 11 basidiomicetos y un ascomiceto; seis especies son nuevos registros para el grupo kichwa y cuatro especies se añaden a la lista de especies del país. Tres especies *Favolus tenuiculus* (215,35), *Favolus* sp.1 (153,47) y *Lentinus concavus* (117,70) fueron las preferidas por las comunidades. Los hongos se encontraban en los troncos de 22 especies de plantas que crecen especialmente en los chagras. Este es el primer estudio etnomicológico en la zona de amortiguamiento de la reserva y servirá como línea base para estudios de prospección para el uso sostenible de este recurso.

Palabras claves: *chagras, etnomicología, hongos saprófitos, Índice de importancia cultural, Productos forestales no maderables, Redes de interacción ecológica.*

ABSTRACT

Ecuador is a multicultural and mega-diverse country. Among the 18 indigenous people that inhabit the territory, at least 12 use nearly 50 species of wild edible mushrooms (WEM). Studies indicate that the kichwas of the Amazon use the largest number with 29 species. However, aspects of the ecology of the species, such as fruiting seasons, substrates, plant species related to them, as well as the preferences of use by the inhabitants, are unknown. With the aim of contributing with ecological and ethnomycological information on WEM used by the kichwa Amazon people, we studied the richness of edible mushrooms consumed by two kichwa communities settled in the buffer zone of the Colonso Chalupas Biological Reserve. Between May 2019 and March 2020, we interviewed adults in the communities, walked with them in the forest, collected the species of edible mushrooms, assessed the cultural importance, observed the substrates associated with the species and recorded the times of fructification. Twelve species of mushrooms were found: 11 basidiomycetes and one ascomycete; six species are new records for the kichwa group and four species are added to the list of species of the country. Three species *Favolus tenuiculus* (215.35), *Favolus* sp. 1 (153.47) and *Lentinus concavus* (117.70) were preferred by the communities. The fungi were found on trunks of 22 species of plants that grow especially in the chagras. This is the first ethnomycological study in the reserve's buffer zone, and will serve as a base line for prospecting studies for the sustainable use of this resource.

Keywords: *chagras, Cultural Significance Index, ecological interaction networks, ethnomycology, Non-timber forest products, saprophytic fungi,*

1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

1.1.1. Diversidad del Reino Fungi

Los hongos forman uno de los reinos de organismos eucariotas más diverso, con un estimado de 2.2 a 3.8 millones de especies [1]. Son heterótrofos, pudiendo ser unicelulares o estar compuestos por múltiples células denominadas hifas [2]. Las células poseen una pared celular conformada en mayor proporción por quitina, al igual que el exoesqueleto de los artrópodos. A diferencia de los animales, los hongos obtienen los nutrientes a través de la secreción de exoenzimas que digieren el alimento para luego ser ingerido [3]. La mayoría se reproducen de manera asexual y sexual, permitiéndoles adaptarse a la gran diversidad de condiciones del entorno [4,5]. Estas características hacen que estos organismos tengan variedad de ciclos de vida, metabolismos, morfogénesis y roles ecológicos [6] y pueden distribuirse en todos los ecosistemas de la Tierra, habitando el aire, el agua dulce y de mar, suelo, material vegetal y animal vivo o descompuesto [7].

Este reino oficialmente se divide en nueve phylla: Opisthosporidia, Chytridiomycota, Neocallimastigomycota, Blastocladiomycota, Zoopagomycota, Mucoromycota, Glomeromycota, Basidiomycota y Ascomycota [8], los dos últimos conocidos como hongos superiores o macrohongos, por formar estructuras reproductivas llamados cuerpos fructíferos, fructificaciones o esporomas, observables a simple vista [7].

1.1.2. Macrohongos

Estos hongos constituyen entre el 10 y 41% de la diversidad fúngica total [9,10]. Müller y colaboradores [11] calcularon 56679 especies de macrohongos a nivel mundial, de las cuales 21679 especies se consideran descritas y 35000 son especies desconocidas. Además de los hongos Ascomycota y Basidiomycota, se incluyen en esta categoría a algunas especies del phylum Zygomycota [11]. A pesar del extenso trabajo que implica la descripción, los mismos autores resaltan la necesidad de adquirir y reportar datos como historias evolutivas, de preferencias en cuanto al hospedero e influencias ambientales que determinen la distribución en regiones tropicales [9,12].

Los cuerpos fructíferos de los hongos varían en forma, tamaño, hábitats, fenología, color, textura, entre otros [3]. La forma de nombrar a la esporas hace referencia al phylum al cual pertenecen los macrohongos: basidiospora (Basidiomycota) y ascospora (Ascomycota) [7]. Dentro de este último phylum se encuentra los órdenes Agaricales, Boletales y Polyporales que comparten estructuras similares como el píleo, el himenio, el estípite y el micelio basal [13]. El píleo es la parte superior del cuerpo fructífero maduro y está cubierto por tejidos que protegen físicamente al himenóforo de riesgos del entorno [14]. Bajo el píleo se dispone el himenóforo que puede ser laminar, poroide liso o hidnoide y alberga las esporas sexuales del macrohongo. El estípite sostiene y da estabilidad al píleo, proporcionando orientación geotrópica al himenóforo [14], y en algunas especies está ausente [15].

La parte vegetativa de los macrohongos está constituida por hifas, que forman una red llamada micelio [3]. Cuando dos de estos micelios, sexualmente compatibles, se encuentran y fusionan, forman un micelio dicariótico, que corresponde al estado generativo y es responsable de producir la fructificación [3,15]. Este proceso demanda una mayor cantidad de nutrientes

comparado a la reproducción asexual [16]. Esa necesidad energética asocia a las fructificaciones con algunas variables ambientales como: temperatura, luz, presencia de lluvias, humedad, disponibilidad y estado de degradación de la materia orgánica en el suelo, el tipo de vegetación y la cobertura arbórea [17,18], que a su vez están influenciadas por la localización geográfica y elevación [18–21].

La lluvia y la temperatura son los elementos climáticos más importantes en la distribución de los hongos [18,22]. Un estudio llevado a cabo por Karavani y colaboradores [23] en el noreste de la península ibérica mostró que la precipitación es la variable que influye más significativamente en la productividad de hongos comestibles silvestres de las familias Russulaceae y Agaricaceae. A la vez sugiere que la precipitación es esencial para la aparición de cuerpos fructíferos, pero el efecto sobre el rendimiento puede ser negativo en condiciones excesivas de humedad para algunas especies [23]. Por otra parte, en la Reserva forestal de ciencias de la contaminación ambiental y tecnología –ENPOST– por sus siglas en inglés, en Nigeria, se evaluó la ecología, diversidad y distribución estacional de hongos silvestres, encontrando una diversidad positiva y significativa de estos con la precipitación. Las especies terrícolas presentaron mayor diversidad comparada a la de las especies lignícolas. Sin embargo, estas últimas exhibieron mayor abundancia de cuerpos fructíferos en cualquiera de las estaciones lluviosa o seca [24].

Para América del sur, exactamente en los bosques andino-patagónicos de Argentina se llevó a cabo la caracterización de variables ambientales asociadas a la fructificación y fenología de hongos silvestres comestibles con valor comercial. En este estudio se encontró que existe una fuerte asociación positiva entre la fructificación de especies micorrícicas con la alta cobertura

arbórea, la profundidad del mantillo (no superando los 5 cm de profundidad) y épocas con altos valores de precipitación acumulada, a lo largo de 3 años de muestreo. En tanto, las especies lignícolas se relacionaron negativamente con la cobertura arbórea y el mayor número de fructificaciones aparecieron durante los meses de marzo, cuyas precipitaciones variaron de un año a otro, resaltando que este comportamiento irregular de las fructificaciones de las especies lignícolas en relación con las precipitaciones se debe a que reciben la humedad desde el tronco o la rama en descomposición, funcionando como depósito de agua. La detección de este tipo de variables asociadas a la fructificación de hongos silvestres son de importancia para planificar y establecer medidas que contribuyen a la conservación de estas especies [25]. Sin embargo, este tipo de estudios no se han llevado a cabo en Ecuador.

1.1.3. Importancia ecológica de los macrohongos

Los hongos silvestres proporcionan múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos que se traducen en servicios ecosistémicos de soporte, de regulación, de abastecimiento y culturales [18,26–28]. Al interactuar con otros organismos y factores abióticos [27] desempeñan funciones en el ecosistema, relacionadas con su forma de nutrición [29]. Ejemplos de servicios de soporte y regulación son evitar la erosión, mantener la fertilidad y mejorar la estructura física del suelo [30]. Estos servicios son producto de la descomposición y reciclaje de materia orgánica como madera, hojarasca y animales muertos, realizada por hongos saprófitos [7,31] y las asociaciones micorrízicas que ciertos hongos establecen con las raíces de las plantas [3]. La regulación también la ofrece a través de parasitar plantas, animales e incluso a otros hongos, funcionando como controladores de poblaciones de ciertos organismos en los ecosistemas [29]. En los sistemas agrícolas los hongos incluso pueden ser

utilizados como insecticidas regulando ciertas plagas [32]. Entre los servicios de abastecimiento se encuentra el de alimentación para animales micófagos como coleópteros y mamíferos pequeños [33] y por supuesto como fuente de alimento y medicina para el hombre, como lo demuestran los 80 países que consumen hongos [34,35]. El servicio cultural se manifiesta no solamente a través de la cultura culinaria de las comunidades rurales [34], sino también en prácticas etnomedicinales y rituales [36].

1.1.4. Aprovechamiento de macrohongos comestibles

Existen evidencias de que la humanidad ha aprovechado a los hongos desde hace milenios. Esporas de Boletales y Agaricales fueron encontrados en los restos de la dentadura de una mujer que vivió en el Paleolítico tardío hace 14 000 años [37]. También se encontraron fragmentos de *Fomitopsis betulina* en el famoso hombre congelado Otzi que vivió hace más de 3599 años [38]. En Algeria, otros macrohongos se han identificado en restos de fines ceremoniales que datan de 5000 años [39]. Existen reportes de que en el siglo VI se iniciaron prácticas de cultivo de hongos, aparentemente con *Auricularia* [37]. No obstante, se considera formalmente a *Lentinula edodes* como el primer hongo cultivado desde el siglo VIII, según referencias de Kaliyaperumal y colaboradores [37] basados en el Libro de agricultura china [34,37]. Sin embargo, no fue hasta la última parte del siglo XVII cuando se desarrolló la técnica de inoculación de *Agaricus*, describiéndose el método para lograr un cultivo puro y facilitando el aprovechamiento de otros hongos comestibles de los géneros *Lentinula*, *Flammulina* y *Pleurotus* [37]. En el siglo XX la producción de hongos aumentó gradualmente hasta llegar a una industrialización con un cultivo de cerca de 100 especies que hoy día produce hasta cinco millones de toneladas según reportes para 2017 [40,41].

Por otra parte, en la medicina popular que se remonta al antiguo Japón, China y otros países del lejano Oriente se ha encontrado el uso de muchos extractos de hongos, que muestran propiedades farmacológicas (especialmente antiinflamatorias, anticancerígenas e inmunológicas) llamando la atención de muchos investigadores [37,42,43]. En las décadas de 1970 y 1980, se aislaron polisacáridos con actividad anticancerígena de *Lentinula edodes*, *Schizophyllum commune* y *Trametes versicolor*, los cuales se vienen utilizando con fines terapéuticos en países desarrollados como Estados Unidos de América e Israel [42]. A finales del siglo XX, Smith y Stamets [40], describieron propiedades biorremediadoras de algunos macrohongos y su importancia dentro de la industria. En la actualidad los usos se han diversificado, además de medicinales y comestibles, sirven como bioindicadores [32,44], biomateriales [45] y bioremediadores [40,46], llegándose a acuñar el término “hongos útiles” para agrupar aquellas especies utilizadas por el hombre con importancia económica [40,47].

En muchas regiones de África central y del sur, áreas rurales de China, India y Latinoamérica la recolección de macrohongos silvestres comestibles (HSC) hace parte esencial de la cultura y se ha convertido en un componente fundamental de subsistencia para las comunidades en zonas rurales [34,37,48–55]. Prueba de ello son los nombres vernáculos e indígenas que se les asigna a los hongos y las prácticas culturales que realizan con ellos [34,51,52,56,57]. El extenso conocimiento de este recurso les permite identificar y diferenciar las especies tóxicas, conocer formas de ingesta, así como prácticas de preservación e incluso la comercialización [34,51,58].

A través de este conocimiento se ha verificado que existe una valoración diferencial de las especies de hongos comestibles, donde la abundancia de estos, es un factor que influye en la forma de manejo del recurso en relación a las preferencias de hongos para autoconsumo, para

la venta, así como los precios asignados a las mismas [59–62]. Por ejemplo, en comunidades en Amanalco (Estado de México) estimaron la importancia cultural de los HSC, donde las especies más apreciadas en orden de importancia fueron *Helvella crispa*, *Helvella lacunosa*, *Helvella sulcata*, *Amanita sect. caesare* y *Lyophyllum decastes*, pero las especies más abundantes resultaron ser otras, correspondiendo a *Clavulina cinerea*, *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Laccaria laccata*, *Russula brevipes*, *Gymnopus dryophilus*, *Laccaria amethystina* y *Helvella sp.*, *Suillus brevipes*, *Russula emetica*, *Clitocybe gibba* y *Laccaria amethystina* [59]. El grupo de especies de mayor importancia cultural, corresponde a los hongos que más se comercializan en los tianguis (mercados tradicionales en Mesoamérica) a pesar de su baja abundancia y desarrollo en lugares muy lejanos, por lo que los esfuerzos gastados en su recolección son determinados en el precio asignado. Esto indica que algunas especies a pesar de no ser muy abundantes en el bosque, sí son apreciadas y valoradas por la población. Esta correlación también fue mostrada por Garibay-Orijel y colaboradores [60] en un bosque de Pinus-Quercus en Oaxaca, donde *Cantharellus cibarius*, *Amanita sect. caesarea*, *Ramaria spp.* y *Neolentinus lepideus* tuvieron los más altos valores en el índice de importancia cultural y *Laccaria laccata var. pallidifolia*, *Gymnopus confluesns* y *Laccaria vinaceobrunnea* fueron las más abundantes [60,63]. Para este caso, las especies de mayor importancia resultaron ser aquellas que se consumen más de dos veces anualmente y se preparara como ingrediente principal en reemplazo de la carne. Mientras que, las especies más abundantes se caracterizan por un sabor sencillo, suelen prepararse mezcladas con otros hongos o carne y, además se consumen solamente una vez al año.

Otras especies silvestres recolectadas que son reconocidas por su importancia económica y organoléptica a nivel mundial son en orden: *Boletus edulis*, *Cantharellus lutescens*, *Lactarius deliciosus*, *Morchella* sp., *Suillus luteus*, *Tricholoma matsutake* y *Tuber melanosporum* [37,64]. Su comercio como recurso gourmet ha recibido especial atención en países como Estados Unidos, Italia, España, Suiza, China, Japón y Nepal, resultando en un aumento significativo del número total de cosechadores en el bosque con la subsecuente presión que se genera sobre las comunidades fúngicas [37,65,66]. Dado que las técnicas de recolección deben considerar la biología de los hongos para asegurar su producción. Esto se puede evidenciar en un estudio de monitoreo realizado en Suiza durante 29 años, demostrando que el pisoteo del suelo forestal asociado con la recolección de hongos reduce la cantidad de cuerpos fructíferos de *C. lutescens* [67]. En China, la práctica de retirar la parte orgánica del suelo en el bosque mientras se busca *T. matsutake* cambia el microclima y daña el micelio de esta especie [68]. Además, la recolección de cuerpos fructíferos inmaduros impide la producción de esporas, disminuyendo su capacidad de dispersión [67]. Al contrario existen métodos de silvicultura como los aclareos en bosques de Finlandia y del noreste de España que mejoran las fructificaciones de *B. edulis* y *L. deliciosus*, sin perjudicar a otras especies fúngicas [18,67].

1.1.5. Etnomicología: Estudio en comunidades de hongos comestibles

La relación entre los grupos humanos y los hongos ha sido objeto de estudios de la Etnomicología, que es una rama de la etnobiología dedicada a conocer el papel de los hongos en las diversas culturas a través del tiempo y espacio [58,69]. Apareció como ciencia formal en 1957, gracias a los trabajos pioneros de Robert Gordon Wasson y Valentina Pavlovna [70] en Huautla de Jiménez, poblado Mazateca del estado de Oaxaca [71]. En un inicio, los estudios

etnomicológicos se enfocaron solamente en los aspectos de su uso para rituales [72,73]. En la actualidad se han recopilado otros conocimientos tradicionales que tienen que ver con diferentes usos, sistema de manejo [57,74], nombres locales, clasificaciones de usos, sistemas de clasificación, importancia cultural [72,73,75], hábitat local, disponibilidad, y distribución [51,52,74].

Boa [34] estimó 1100 especies de HSC a nivel global aprovechados por 80 países. El separó los HSC en dos categorías: 1) comestibles que pueden ser alimento y 2) con propiedades medicinales [34], debido a que no siempre en la literatura etnomicológica explican con claridad si un hongo “comestibles” es efectivamente “comido o usado como alimento” por un grupo humano en específico. A lo largo del territorio latinoamericano [76], el conocimiento tradicional etnomicológico es rico. Martínez-Carrera y colaboradores [77] recopilaron 419 especies de hongos silvestres usados tradicionalmente por 13 países de esta región. En la Amazonía de Brasil, Colombia, Venezuela, Perú [78], Guyana [79], Bolivia [50] y Ecuador [80] al menos 144 especies son consumidas por grupos indígenas, poblaciones rurales y ribereños. Se considera que los recursos fúngicos son un elemento clave para integrar en modelos de explotación forestal sostenible, dada su gran diversidad y numerosas potenciales aplicaciones [47]. Este recurso forma parte del acervo cultural de las poblaciones rurales e indígenas, especialmente durante las épocas de lluvias. Además, es una fuente nutritiva en la dieta por su composición química: 90% de agua y el 10% restante 27-48% proteína, 60% carbohidratos y 2% lípidos [81]. En cuanto a los microelementos, poseen vitaminas del grupo B y es precursor de la vitamina D [82]. Algunos producen metabolitos secundarios como compuestos fenólicos y carotenoides que reducen el riesgo de contraer enfermedades cancerígenas y

cardiovasculares [81]. Por estas razones la FAO incluyó a los HCS en el listado de Productos Forestales No Maderables (PFNM) en 1999 [34] y promueve su uso para contribuir a la gestión racional de los bosques del mundo, conservar su biodiversidad y mejorar la generación de ingresos y soberanía alimentaria [83–85].

1.2. Planteamiento del problema

Los PFNM se consideran importantes en la conservación de los bosques y alivio de la pobreza, representando entre el 10 y el 60% de los ingresos familiares de quienes se dedican a su recolección [49,83,86–88]. Entre los PFNM, los HSC representan una alternativa sustentable que provee soberanía alimentaria, transmisión de conocimientos tradicionales e ingresos económicos esencialmente para poblaciones rurales e indígenas. Además ayuda a la conservación del bosque [34,47,59,83,89] ya que no requiere de deforestación, ni cambios de uso de suelo para su aprovechamiento [34,49,63].

La presión por recolectar HSC ha incrementado en muchas partes del mundo [34,41] pasando de un nivel de autoconsumo y venta local, a la comercialización a gran escala [90,91]. Sin embargo, algunas prácticas de recolección y silvicultura han generado perturbaciones del hábitat, interrupción de ciclos biológicos y disminución de las abundancias de algunas especies fúngicas [18,67], debido a la falta de orientación integradora entre el conocimiento científico y tradicional [92], afectando al ecosistema y a las personas que dependen económicamente de este recurso [90].

Especies como *Ophiocordyceps sinensis*, *Tricholoma matsutake*, y *Thelephora ganbajun* han estado bajo presión por una recolección intensiva en Chuxiong Yi, Tibet, Yunnan y otras áreas

de China [68,90]. La preocupación por pérdida de los recursos fúngicos [56] llevó a la Unión internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN) a elaborar la lista roja global de hongos. En el 2019 reportó 214 especies fúngicas amenazadas, de las cuales 60 especies son alimenticias, distribuidas en las siguientes categorías: peligro crítico (1 spp.), peligro de extinción (3 spp.), vulnerables (5 spp.), casi amenazados (6 spp.) y menor preocupación (45 spp.) [93,94].

Así mismo, en varios países la recolección de hongos está siendo regulada y observada. En España, por ejemplo, se monitorean las especies comestibles, las cantidades factibles de ser recolectadas y áreas para la recolección, mediante un sistema de permisos con diferentes categorías [95,96]. Esta regulación se implantó con el fin de evitar la recolección masiva, la sobreexplotación de este recurso y tener un control de quienes venden este producto a diferentes escalas para aportar mayores garantías de calidad e impedir la entrada de especies en la cadena alimentaria que puedan generar intoxicaciones en el consumidor final [97].

En México, donde se utiliza y aprecia gran diversidad de hongos, el aprovechamiento es regulado por varias leyes y normativas (**Tabla 1**) que establecen, entre otras consideraciones: tener un plan de manejo en el cual se muestra que la tasa de extracción será menor a la renovación natural, además de considerar el listado de especies y su categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) junto con los criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos que establece NOM-010-SEMARNAT-1996 [56]. Sin embargo, la demostración de estos requisitos es muy difícil ya que no existen estudios con ese nivel de información y la existente es escasa, heterogénea y de difícil extrapolación. Por otra parte, no existen protocolos de restauración, repoblamiento y

reintroducción de hongos silvestres a ambientes naturales, lo cual impide el cumplimiento íntegro de las leyes (**Tabla 1**). Además, representa una gran inversión de tiempo y dinero para las comunidades, obligándolos a mantener la actividad orillada en la ilegalidad o reemplazo por otras actividades de mayor influencia en el mercado [56,61]

Tabla 1. Leyes y normativas vigentes para el aprovechamiento de los hongos comestibles en México [56]

Ley/norma	Fecha(emisión/actualización)
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	20-01-1988/04-06-2012
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	03-07-2000/06-06-2012
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	25-02-2003/04-06-2012
NOM-010-SEMARNAT-1996	16-01-1995/23-04-2003
NOM-059-SEMARNAT-2010	06-03-2002/30-12-2010

En Sur América, Brasil cuenta con un ejemplo de comercialización de hongos desde el territorio indígena Yanomami [78,98], quienes desde 2017 comercializan 10 especies de HSC bajo directrices de evaluación y manejo de PFSM adaptadas por el Consejo de Administración Forestal [98]. Estas directrices obligan a considerar los derechos de pueblos indígenas, derechos de los trabajadores y relaciones comunitarias, beneficios para el bosque y sus conservación, plan de manejo, monitoreo y evaluación [99].

En el Ecuador los PFSM, incluidos los hongos, no han sido inventariados de manera sistemática, lo cual no le permite al Ministerio de Ambiente (MAE) disponer de estadísticas oficiales sobre la oferta, el uso o su comercialización [100]. En la página del MAE existe desde el 2018 una propuesta borrador de la normativa para el manejo de PFSM, con lineamientos técnicos específicos para el aprovechamiento únicamente de 31 especies vegetales [101,102]

y ninguna de la funga. Sin embargo, hasta la fecha no se aplican estas normativas dado que aún están en la fase final de elaboración y recopilación de información *in-situ* [103].

Por ende, para que en Ecuador se realice un aprovechamiento sostenible de HSC, es clave identificar las especies de uso tradicional y potencial, e incrementar el conocimiento de la ecología, del conocimiento local y la percepción de las comunidades acerca de este recurso como su importancia cultural y económica [63,90,104].

1.3. Justificación de la investigación

Ecuador es un país con 14 nacionalidades y 18 pueblos indígenas con su propio idioma, cosmovisión y prácticas de gestión de los recursos naturales [105]. Además junto con otros 16 países, concentran el 70% de la biodiversidad del planeta, por lo que se le considera un país megadiverso [106]. En cuanto a la diversidad fúngica nacional, se estiman cerca de 147 mil especies de las cuales apenas se conoce entre el 2.7 y 3.4% [107], entre estas 800 especies de macrohongos.

Del grupo de macrohongos al menos 50 especies silvestres son usados por 12 pueblos indígenas distribuidos entre la Costa, Sierra y Amazonia [80,89,108], según estudios recientes sobre el recurso micológico asociado a comunidades indígenas. Los indígenas con mayor diversidad de especies utilizadas son los kichwa de la Amazonia con 29 especies (58%) [80,108], de los se ha reportado la, sin ningún registro de comercialización. Estos hongos son extraídos del bosque y se cuenta con información general sobre el tipo de nutrición sin especificaciones de sustratos o especies de plantas relacionadas con los hongos [7,33,47,80].

Sin embargo, en el país, algunos hongos son cultivados y comercializados. Las comunidades kichwa de la Sierra comercializan *Gymnopus nubicola*, una especie que denominan Kallampa, que crece en los Andes entre octubre y noviembre. El valor de venta de 150 g del producto fue de un dólar americano en mercados de Cayambe y Otavalo para el 2014 [80,109,110]. Así mismo, *Suillus luteus*, introducida a inicios del siglo XX con los monocultivos de pino y apreciada mundialmente en la gastronomía [110,111] se recolecta y deshidrata en la parroquia Salinas de Guaranda, constituyendo una fuente de ingresos significativa para las familias campesinas según el director de la Fundación Grupo Juvenil Salinas, Hugo Chamorro [112,113]. Otros hongos que se cultivan y comercializan por pequeñas empresas como Güipi-Champiñones, Ceba y The-Fungus-Garden [114] son: *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* y *Hypsizygus tessellatus*, cuyas cepas son procedentes de Estados Unidos, Europa y Asia [34,37]. Incluso el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca desde el 2008, ha incentivado el cultivo de *P. ostreatus* a pequeña escala en comunidades indígenas y mestizas [115] como la parroquia Tarqui y en la Comunidad Intercultural Pacto Sumaco, donde este recurso se consume y comercializa localmente [116,117] llegando a ser considerado erróneamente como “típico” de la Amazonía [118,119]. Esta situación es penosa considerando la enormediversidad de hongos utilizados por las comunidades kichwa Amazónicas.

La recolección de los hongos silvestres en Ecuador es todavía una de las actividades más aisladas y poco conocidas del sector primario nacional [112]. Sin embargo, en los últimos años en diversas ferias locales se promocionan platos típicos en los que se incluye la especie *Favolus*

tenuiculus [120]. Ahora bien, para que pueda haber un aprovechamiento de hongos sin afectar su oferta a lo largo del año es necesario conocer la ecología y manejo local de estos.

Por lo anterior y con el objetivo de contribuir con información ecológica (sustratos donde se desarrollan los hongos y condiciones climáticas que benefician a los fructificaciones) y etnomicológica de hongos utilizados por el pueblo kichwa Amazónico se plantearon las siguientes preguntas:

- 1.3.1. ¿Cuáles son las especies de macrohongos que consumen y son de mayor importancia cultural para las comunidades kichwa peri-urbanas del Napo?
- 1.3.2. ¿Cómo es el manejo de las especies de macrohongos silvestres consumidas por las comunidades kichwa peri-urbanas del Napo?
- 1.3.3. ¿Cuáles son los sustratos asociados y épocas de fructificación de las especies de macrohongos consumidas por comunidades kichwa peri-urbanas del Napo?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Documentar el conocimiento ecológico y etnomicológico de las especies de los macrohongos consumidos por dos comunidades kichwa peri-urbanas del Napo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- 1.4.2.1. Identificar las especies de macrohongos que consumen y son de mayor importancia cultural para las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu.

1.4.2.2. Describir aspectos de las prácticas de manejo tradicionales alrededor de las especies consumidas por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu.

1.4.2.3. Determinar los sustratos asociados y épocas de fructificación de las especies de macrohongos consumidos por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu

2. CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1. Lugar de estudio

El estudio se desarrolló, entre mayo del 2019 y abril del 2020, en la zona de amortiguamiento de la reserva biológica Colonso Chalupas que tiene una temperatura promedio anual de 28.8 °C, una precipitación anual de 4571 mm y humedad relativa de 91.7% (Estación meteorológica Ikiam). Se trabajó en dos comunidades kichwa peri-urbanas: Atacapi (77° 29" 44.46 S y 72° 57" 32.1753" E) y Pumayacu (77° 53" 06.8532 S y 1° 00" 14.7168 E), ubicadas en el cantón Tena, provincia de Napo (**Figura 1**).

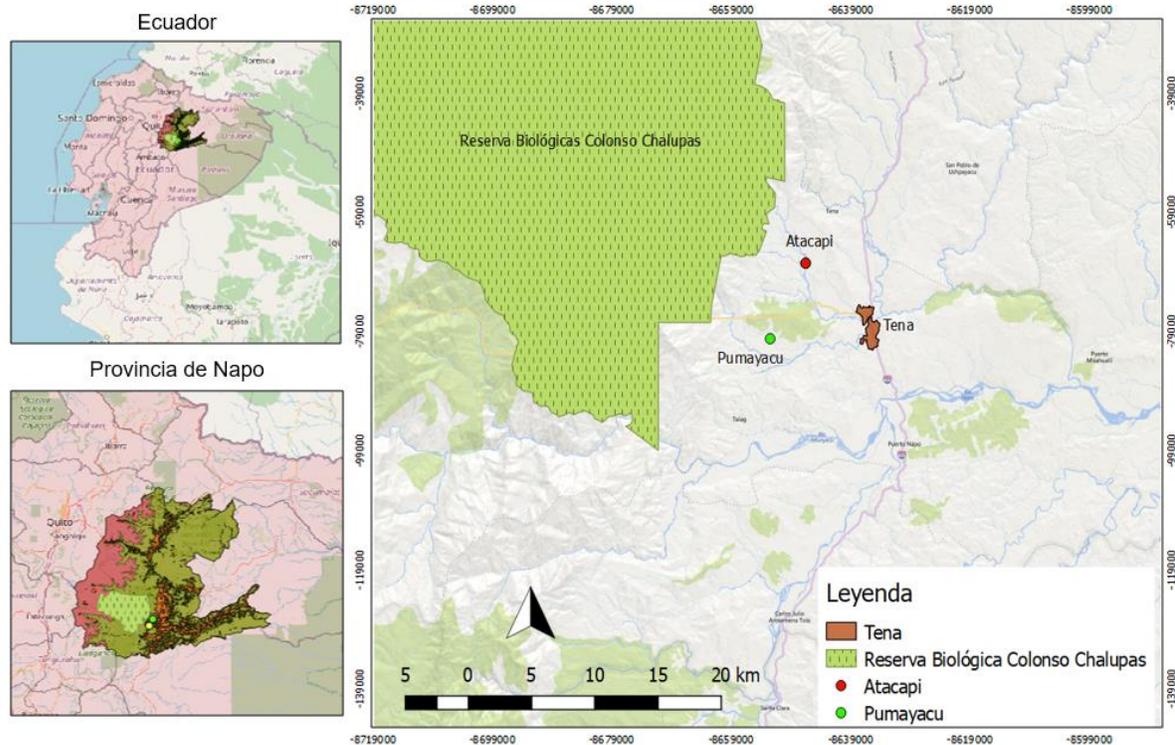


Figura 1. Área de estudio. Comunidades kichwa de Pumayacu y Atacapi en la zona de Amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas (RBCC) en la Provincia de Napo, Ecuador.

Las comunidades se ubican en la zona de amortiguamiento de la Reserva Colonso Chalupas, entre los 600 a 800 m.snm que pertenece al Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes [121]. Estas dos comunidades pertenecen al pueblo Napo-kichwa y están asentadas dentro de la zona peri-urbana de Tena, entre 7 a 12 km de distancia [122]. Los kichwa habitan en las provincias de Napo, Orellana y Sucumbíos, en las cuencas de los ríos Napo, Aguarico, San Miguel y Putumayo [123]. Su lengua materna es el *runa shimi*, que significa lengua de la gente y presenta características propias y diferentes del kichwa de la Sierra. Su segunda lengua es el castellano, utilizada para relacionarse con la población colona y mestiza.

Ancestralmente se han organizado en *ayllus*, que son grupos formados por personas que comparten parentesco [123]. Cada grupo local de parentesco tiene un jefe de familia como autoridad política y en algunas ocasiones ritual. Entre los kichwa, los conocimientos y las prácticas de gestión de los recursos naturales son transmitidas de manera oral y a través de la imitación de actividades [124]. Las poblaciones instaladas en la periferia de la ciudad del Tena tienen una economía mixta de subsistencia y salarial, por lo que continúan cultivando sus chagras para el consumo familiar y la venta, y se emplean en diversas ocupaciones salariales [125]. Diversas entidades inciden igualmente en su economía incentivando actividades como la ganadería, la acuicultura con peces introducidos y la comercialización de cacao, café y wayusa principalmente [124].

2.2. Información Etnomicológica

On el fin de iniciar los trabajos con la comunidad, se recurrió a solicitar un consentimiento previo informado, en una asamblea con más del 50% de los miembros de cada comunidad, firmándose un acta con los líderes, en constancia de conocer y colaborar en el proyecto. La compilación de la información etnomicológica se hizo mediante dos aproximaciones metodológicas: 1) entrevistas semiestructuradas [126] complementadas con 2) caminatas micológicas en las chagras y el bosque, y participación en las actividades que realizan los pobladores en dichos lugares [33]. .

2.2.1. Entrevistas semiestructuradas

Para realizar las entrevistas y mediante la técnica *bola de nieve* [121], se identificó a los conocedores (mujeres y hombres) de HSC adultos (>18 años) de las dos comunidades Atacapi

y Pumayacu. Se realizaron 56 entrevistas, hasta alcanzar la asíntota en la curva de acumulación de especies fúngicas reconocidas por los pobladores, utilizando los nombres vernáculos. Para este propósito se calculó el índice CHAO2 y se graficó la curva de acumulación de especies en el programa Rstudio 3.5 [127]. Las entrevistas constaron de cuatro partes: 1) datos socioeconómicos (nombre, edad, sexo, estado civil, número de hijos, nivel de escolaridad y ocupación), 2) *listados libres* de HSC que conoce cada informante; 3) preguntas sobre los parámetros ecológicos percibidos como: disponibilidad de cuerpos fructíferos, distribución, fenología, requerimientos necesarios para su crecimientos y sustratos en los que crecen y 4) aspectos sobre prácticas y aprovechamientos como proceso de búsqueda, identificación, recolección, preservación, usos culinarios y venta [59] .

2.2.2. Caminatas micológicas y colectas de especies

A partir de las entrevistas, se escogieron 10 informantes claves porque conocían la mayor cantidad de HSC y por su disponibilidad de tiempo. Con ellos se realizaron caminatas [72] por las chagras una vez cada mes (mayo del 2019 a marzo del 2020) en busca de los HCS que consumen y para complementar la información de las entrevistas realizadas. Cada recorrido tuvo una duración de 4 horas entre los senderos y la chagra del informante, aledañas a sus comunidades. En estas caminatas, cuando se encontraban los hongos, se tomó una muestra en buen estado con parte del sustrato [128]. Las muestras comprenden 3 a 10 cuerpos fructíferos en diferentes estados de desarrollo para obtener la mejor información de las especies [129].

En el campo se anotaron las características morfológicas como tipo, tamaño y coloración del píleo, estípites e himenio; hábito de crecimiento de las especies (solitario, gregario, cespitoso o imbricado), hábitat, fecha de recolección, nombre del informante clave, número de cuerpos fructíferos creciendo en el sustrato, número de muestra, coordenadas geográficas y se tomaron fotografías del material en fresco [129]. A los conocedores locales se les preguntó si reconocían el sustrato en que crecían las especies. Por ejemplo, si se trataba de un tronco caído se preguntó el nombre común de la especie a la que pertenecía el tronco. Las muestras de hongos se colocaron en papel parafinado con un código y se transportaron en canasta hasta el laboratorio de la Universidad Regional Amazónica Ikiám.

Así mismo en algunas de estas salidas se colectaron muestras de las especies de plantas, cuyas ramas y tronco sirven de sustrato para los HSC que consumen las dos comunidades. De cada planta se tomó datos de altura, diámetro del tronco, coordenadas geográficas, hábitat, caracteres morfológicos y se fotografió la muestra. Se realizaron un total de 15 incursiones a campo, con una duración de cuatro horas en cada salida. Para ambas colectas: hongos y plantas se obtuvo la autorización del Ministerio de Ambiente del Ecuador permiso (N° 14 -19-IC-FAU/FLO-DPA/MA).

Los macrohongos se secaron debidamente etiquetados, con aire caliente en el horno (Memmert Beschuckung loading model 100-800) no excediendo los 60°C [130]. La duración del tiempo dependió de la cantidad y composición histológica de las muestras, de 12 a 24 horas [7] y se guardaron en fundas de plástico con etiquetas evitando en lo posible que tenga contacto con la humedad. Las muestras botánicas colectadas se prensaron y secaron [131] en Ikiám, para su posterior identificación.

2.2.3. Identificación taxonómica

La determinación taxonómica de los hongos se basó en datos macroscópicos del material fresco y el análisis de los caracteres microscópicos. Los datos macroscópicos son: el color y tamaño de todas las partes de cuerpo fructífero, presencia y posición del estípite, del velo, anillo y volva, ornamentación de la superficie y tipo y forma del himenio [7]. Los caracteres microscópicos se realizaron en el laboratorio, se realizó cortes histólogos, principalmente del píleo e himenóforo, para exponer la capa de tubos o lamelas de ser el caso y colocarlos en un portaobjetos con una gota de reactivo o reactivos para ser observado bajo el microscopio [13]. Los reactivos usados fueron KOH (5% de hidróxido de potasio en H₂O), IKI- Reactivo de Melzer (yodo 0,5%, yoduro de potasio 1,5%, hidrato de cloral 22 g, H₂O 20 ml.) y Rojo Congo (solución acuosa al 1% o en solución saturada en hidróxido de amonio). El reactivo KOH se utiliza para hidratar y facilitar la separación de las hifas para que las estructuras microscópicas sean más visibles junto la tinción del Rojo Congo. En reactivo Melzer se utiliza para determinar si la estructura microscópica es amiloide o dextrinoide, dependiendo de cómo reaccione y cambie de color a rojo o azul respectivamente [132].

Para identificar las especies de hongos se usaron guías y claves especializadas [7,15,80,133–136] y sitios webs: Indexfungorum, FungiWeb y Amazing_Amazon_Mushrooms. Las plantas colectadas son consideradas útiles, por lo tanto, para la identificación taxonómica se buscó el nombre vernáculo de estas en libros de plantas útiles, en los que se menciona el nombre científico y vernáculo de varias especies [124,137]. Además, los especímenes colectados se compararon con las muestras de libros y bases de datos de los herbarios de TRÓPICOS, GBIF y

Bioweb de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador QCAZ. Las muestras serán depositadas en el herbario de la Universidad Estatal Amazónica (ECUAMZ)

2.3. Análisis estadísticos

La información cualitativa se analizó mediante la descripción de los registros provenientes de la observación y de las entrevistas semiestructuradas. La información cuantitativa se categorizó y expresó como porcentajes o frecuencias [60]. Para entender los patrones en el conocimiento etnomicológico se compararon las medias de los grupos formados por las variables socioecómicas de acuerdo a número de especies enlistadas, usos culinarios y número de sustratos. Para cada grupo formado por las variables socioeconómicas se evaluó la normalidad y homocedasticidad, dando negativo para ambas según las pruebas Shapiro-Wilk (normalidad), Fisher y Bertlett (homecedasticidad), mediante el programa R studio 3.5. Por lo tanto se aplicó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, mediante el programa R studio 3.5 [84].

2.3.1. Índice de importancia cultural

Para obtener el índice de importancia cultural de HSC (EMCSI). Se siguió la metodología establecida por Garibay-Orijel et al. [60]. El modelo cuenta con ocho variables que influyen en la importancia cultural de los hongos, siendo estos subíndices: (1) de frecuencia de mención (QI), (2) de frecuencia de uso anual (FUI), (3) de transmisión de conocimientos (KTI), (4) de salud (HI) en el caso de medicinales, (5) importancia económica (EI), (6) de abundancia percibida (PAI), (7) de alimentos multifuncionales (MFFI) y (8) percepción de gusto (TSAI) (**Tabla 2**).

El índice de frecuencia de mención (QI) se calculó a partir del índice de Saliency Smith que consiste en la división entre la frecuencia del nombre y la posición media en la lista de los hongos mencionados por las personas entrevistadas [138]. Este índice se calculó utilizando el software Visual Antrophac [138].

Las variables están basadas en una escala de 0 a 10, y son el porcentaje de todos los reportes de los informantes para cada especie, excepto el índice de mención (QI) el cual tiene una valoración de 0 a 1 y por lo tanto se le multiplicó por 10. Posteriormente en una matriz se colocó a las especies con sus respectivos subíndices y se realizó la sumatoria establecida por la fórmula:

$$EMCSI = (PAI+FUI+MFFI+KTI+EI) QI [60] \quad (a)$$

Tabla 2. Valores asignados a las respuestas categorizadas de los entrevistados para cada subíndice de importancia cultural (tomada y modificada de Garibay-Orijel et al., 2007). Todos los subíndices tienen una valoración de 0 a 10 excepto el índice de Saliency Smith y por lo tanto se multiplica por 10. El subíndice de alimentos multifuncionales, las opciones tienen una valoración de 0 a 9 y el +1 correspondiente a si estas preparaciones sirven para conservar en el futuro o si se consume crudo [52]. Los valores podrían variar entre cero si no tiene ninguna importancia hasta 500 si es muy importante para todas las variables (5 variables *(Índice de Saliency Smith *10)).

Subíndices	Siglas	Descripción	Valor
Frecuencia de mención	QI	Índice de Saliency Smith	(0-1)*10
Frecuencia de uso anual	FUI	A) Nunca	0
		B) Una vez al año	3.335
		C) 2-3 veces al año	6.67
		D) 4 o más veces al año	10
Transmisión de conocimiento	KTI	A) Nuevo uso, descubierto por sí mismo	0
		B) Otras personas que no pertenecen a la comunidad	5
		C) Aprendí de mis padres o abuelos	10
Importancia económica	EI	A) No lo vendo, ni lo compro	0
		B) Lo he comprado o vendido únicamente en la comunidad	5
		C) Lo he comprado o vendido en la ciudad	10

Abundancia percibida	PAI	A) -10 B)+20 B) +50 C) +100 D) +150	0 2.5 5 7.5 10
Alimentos multifuncionales	MFFI	A) Lo conozco, pero no lo hemos preparado B) Preparado con otros ingredientes: Mazamorra C) Ingrediente principal: Caldo o Maito D) Todas las preparaciones antes mencionadas Si lo comen crudo o lo preservan para el futuro	0 3.33 6.67 9 +1

Los índices de percepción de gusto (TSAI) y el índice de uso medicinal (HI) no fueron calculados debido a que no se pudo establecer un método para determinar la percepción del gusto y a que los entrevistados expresaron que ninguna de las especies que consumen tiene valor medicinal.

Para entender cuáles subíndices explican mejor la importancia cultural se realizó un análisis de componentes principales (ACP) y con base en éste se observaron los arreglos o agrupaciones. Los grupos de especies conformados se ratificaron mediante la elaboración de un Cluster Jerárquico sobre el ACP de la librería de FactoMinerR en el programa Rstudio 3.5 [60]. Este paquete por defecto utiliza el método “centroid”(=UPGMC) junto con las distancias euclidianas para el cálculo de la matriz de distancias y la formación de conglomerados [139].

2.3.2.Sustratos asociados

Se construyó una matriz de frecuencias que constaba de dos conjuntos, especies de hongos en las filas y especies de plantas en las columnas. Las frecuencias corresponden al número de personas entrevistadas que mencionan las especies de hongos creciendo sobre ramas o

troncos caídos pertenecientes a una especie de planta. Se calcularon las propiedades de la red: anidamiento, modularidad y conectividad [140,141].

Para el cálculo de anidamiento (NODF) se transformó la matriz de frecuencia en una matriz binaria de ausencia/presencia. Esta propiedad consiste en la interacción de las especies más especialistas con subgrupos de aquellas especies con las que interactúan las más generalistas, entre mayor en número de interacciones mayor el anidamiento[142]. El valor del anidamiento va de 0 a 100, valores cercanos a 100 significan una perfecta anidación. Para determinar si la red observada es estadísticamente anidada ($p < 0.05$), se comparó con el valor ejecutado de las interacciones de 1000 redes nulas creadas aleatoriamente [143].

La modularidad que corresponde a la formación de agrupaciones dentro de la red completa, se calculó con el índice Q mediante el algoritmo QuaBiMo, utilizando la matriz de fuerza de interacciones (matriz de frecuencias) [144,145]. Los valores de Q van de 0 a 1, valores más cercanos a 1 indican un mayor modularidad, y viceversa. Para evaluar la importancia de Q para la red observada, aplicamos el modelo nulo de Patefield con 100 aleatorizaciones. Los análisis se llevaron a cabo con el paquete "bipartite" utilizando la función `r2dtable` en Rstudio 3.5 [143,145]. Los valores de las aleatorizaciones se utilizaron para calcular la Z-score, que es el número de desviaciones estándar de un valor que supera la media de las 100 redes, asignado al azar. Se considera que la modularidad es significativa cuando $Z\text{-score} \geq 2$ [144].

La conectividad de especies, dentro y entre módulos, definiendo su rol o posición en la red modular se midió por el grado z, un valor que mide que tan bien está conectada una especie a otras especies en el mismo módulo [141,143]. Entre módulos, la conectividad se mide

mediante el coeficiente c , que es la conectividad de una especie con especies fuera de su módulo [141]. Las especies periféricas son aquellas con valores bajos de z y c ; las especies de concentradores de módulos son aquellas con un valor z alto y un valor c bajo; las especies de conectores tienen un valor z bajo y alto valor de c ; las especies de hub de red son las super generalistas que tienen valores altos de z y c , actuando simultáneamente como conectores y concentradores de módulos. Usamos el 95% de los valores de z y c para obtener los valores de umbral que definen los roles modulares de especies [141,143]. Los valores umbral para z fueron 1.8 y 2.0 para plantas y hongos, respectivamente; para c fueron 0,69 y 0,70 para plantas y hongos, respectivamente. Estos análisis fueron realizados con el paquete "bipartite", utilizando la función `computeModules` en R [145].

2.3.3. Épocas de fructificación

Para poder determinar las épocas de disponibilidad de los cuerpos fructíferos desde la perspectiva de las personas se realizó un análisis circular [146]. Para calcular los parámetros estadísticos circulares, los meses se convirtieron en ángulos, de 15° = Enero (número 1) a 345° =diciembre (número 12) a intervalos de 30° . Se calculó la frecuencia de especies de hongos mencionada por las personas entrevistadas por cada mes y se estimaron los siguientes parámetros: el ángulo medio α y el vector r , el cual es una medida de concentración alrededor del ángulo medio [147]. El vector r no tiene unidades y puede variar de 0 (cuando la actividad fenológica se distribuye uniformemente a lo largo del año) a 1 (cuando la actividad fenológica se concentra en una sola fecha o época del año) [143].

Para determinar si la ocurrencia en la fructificación de la mayoría de las especies se distribuye uniformemente alrededor del año sin estacionalidad o existiendo estacionalidad, se aplicó la prueba z de Rayleigh calculando la significancia del ángulo medio α . Los análisis se realizaron mediante el programa Rstudio 3.5 con el paquete “circular” [143,147].

Se realizaron correlaciones de Pearson en el programa Rstudio 3.5, entre las variables climáticas, precipitación media mensual, humedad relativa y temperatura media mensual con la riqueza de especies por mes observadas en campo. En el caso de la precipitación, la correlación se hizo adelantando un mes de precipitación, es decir riqueza de especies de mayo con la precipitación de abril. Los datos de las variables climáticas se obtuvieron de la estación meteorológica Ikiam del año 2019-2020 [148].

También se identificaron las condiciones favorables de temperatura y humedad para los fructificaciones en relación a datos bibliográficos y relacionándolos con los días en los que se encontraron las especies de HSC [149]. Las condiciones de favorabilidad fueron el número promedio de días consecutivos con temperatura entre 20 y 26 ° C más una humedad relativa máxima superior al 90% por mes.

3. CAPITULO III: REPRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

3.1. Diversidad

3.1.1. Diversidad y nomenclatura local

En el trabajo con las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu se entrevistaron 56 personas, 23 hombres y 33 mujeres, con edades entre 18 y 69 años. A partir de los listados libres de las

especies de hongos que las personas entrevistadas conocen, se alcanzó el 90% de representatividad según el índice de CHAO2 en la curva de acumulación de especies (**Figura 2**). Fueron mencionados 26 nombres de hongos comestibles en kichwa, un mismo nombre se usa para más de una especie y a la vez una especie puede ser reconocida con varios nombres.

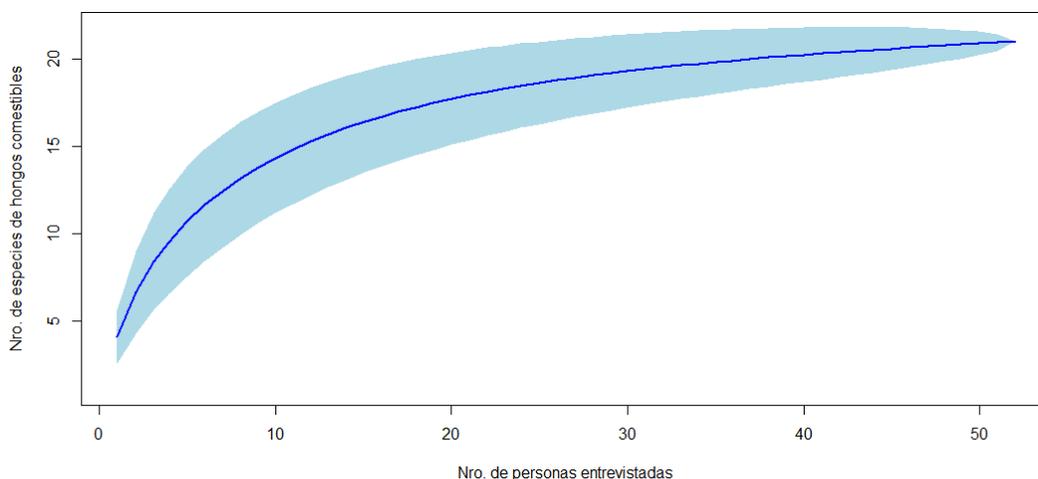


Figura 2. Curva de acumulación de especies de hongos silvestres comestibles, basada en nombres kichwa, a partir de entrevistas a 56 adultos de las comunidades de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.

Los nombres para designar especies de hongos en kichwa se componen de dos palabras, una raíz **ala** que significa hongo comestible, y un prefijo que indica una cualidad biológica o ecológica del hongo, o su similitud con algún elemento del medio ambiente (**Tabla 3**).

De los 26 nombres vernáculos obtenidos por los listados libres, cuatro no se observaron durante todo el período de muestreo; sin embargo, coincidieron con los nombres vernáculos de tres especies de hongos (*Gymnopilus* cf. *lepidotus*, *Hymenochaete* cf. *damicornis*, *Hygrocybe* cf. *helobia*) registradas para otras comunidades kichwa amazónicas por Gamboa-Trujillo [150]. Por esta razón es necesario recolectar las especies y realizar su respectiva

identificación para confirmar su presencia en el área de estudio. Los otros 22 nombres corresponden a 12 especies de macrohongos registradas durante las caminatas micológicas (Figura 3).



Auricularia delicata (Mont. ex Fr.) Henn.



Auricularia fuscosuccinea (Mont.) Henn.



Cookeina speciosa (Fr.) Dennis



Favolus sp.1



Favolus tenuiculus P. Beauv.



Lentinus concavus (Berk.) Corner



Lentinus crinitus (L.) Fr



Lentinus tricholoma (Berk.) Corner



Schizophyllum commune Fr.



Marasmiellus sp.1



Panus strigellus (Berk.) Overh.



Pleurotus djamor (Rumph. ex Fr.) Boedijn

Figura 3. Especies de hongos silvestres comestibles usadas por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador.

De las 12 especies identificadas, 11 (91.67%) son basidiomicetos y una (8.33%) es ascomiceto.

Las familias a las que pertenecen estas especies fueron Polyporaceae (5 spp.), Auriculariaceae (2 spp.), Pleurotaceae (1 spp.), Panaceae (1 spp.), Schizophyllaceae (1 spp.), Omphalotaceae (1 spp.) y Sarcoscyphaceae (1 spp.). Los géneros más frecuentes corresponden a *Lentinus* (3 spp.), *Favolus* (2 spp.) y *Auricularia* (2 spp.) mientras que los géneros *Panus*, *Pleurotus*, *Schizophyllum*, *Marasmiellus* y *Cookeina* sólo tuvieron una especie (Tabla 3).

Tabla 3. Especies de hongos utilizadas como alimento por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. Se presenta los nombres en kichwa y el significado en español que se relaciona con algunas características de las especies. Algunas especies o grupo de especies son conocidas hasta por tres nombres.

Especies	Nombre en kichwa	Significado en español y características morfológicas utilizadas para su identificación
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	<i>aya ala</i>	Hongo amargo u hongo de la muerte. Está relacionado con la muerte de los árboles.
<i>Favolus</i> sp.1	<i>busum ala</i> <i>api ala</i> <i>lumucha ala</i>	Hongo panza. El himenio y color del píleo es similar a la parte interna del estómago de la vaca. El himenio es poroso.
<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv.	<i>chinchí ala</i>	Hongo suave para comer.
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	<i>ilma ala</i> <i>chagra ala</i>	Hongo peludo u hongo de la chagra. El píleo presenta una ornamentación villosa y es muy común su presencia en la chagra.
<i>Panus strigellus</i> (Berk.) Overh.		
<i>Lentinus concavus</i> (Berk.) Corner	<i>guago ala</i> <i>taka ala</i> <i>mucu ala</i>	Grupos de hongos. Este hongo crece en racimos. Crecimiento cespitoso.
<i>Lentinus tricholoma</i> Berk. & Cooke	<i>tuyu ala</i> <i>kaspi ala</i> <i>sara ala</i>	Hongo Delgado u hongo del maíz (sara). Su nombre hace referencia al estípite delgado.
<i>Auricularia delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn.	<i>yushka ala</i> <i>kaluc ala</i>	

<i>Auricularia fuscosuccinea</i> (Mont.) Henn.	<i>rinri ala</i>	Hongo oreja. Tiene textura húmeda y forma similar a la oreja humana.
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	<i>mishki ala</i> <i>damu ala</i>	Hongo dulce.
<i>Marasmiellus</i> sp.1	<i>pishku ala</i> <i>pishkuchakituyu ala</i> <i>urpi ala</i>	Hongo pájaro. La parte del himenóforo y estípite es similar a las patas de un ave llamado igual urpi o pishku.
<i>Cookeina speciosa</i> (Fr.) Dennis	<i>puka ala</i>	Hongo rojo. El color del cuerpo fructífero es rojo
<i>Gymnopilus</i> cf. <i>lepidotus</i> Hesler	<i>chonta ala</i>	Hongo de la chonta. A este hongo lo relacionan con la palma de chonta.
<i>Hymenochaete</i> cf. <i>damicornis</i> sensu Spegazzini.	<i>sasi ala</i> <i>sisa ala</i>	Hongo de flor. El cuerpo fructífero tiene una forma similar a las flores. Se asocia su crecimiento al mes de noviembre.
<i>Hygrocybe</i> cf. <i>helobia</i> (Arnolds) Bon 1976	<i>yausa ala</i>	Hongo con baba.

3.1.2. Índice de importancia cultural

Los valores de los subíndices e índice de importancia cultural (EMCSI) se calcularon por especie. Sin embargo, para las personas kichwa de ambas comunidades, las especies *P. strigellus* y *L. crinitus*, son considerados como un mismo hongo al igual *A. fuscosuccinea* y *A. delicata*. Por lo tanto, para estos dos casos, el cálculo de los subíndices e índice de importancia cultural se hizo con los grupos.

Los valores para el índice de importancia cultural (EMCSI) variaron entre 5.32 a 215.34 (**Tabla 5**). Según las puntuaciones asignadas a todas las especies, *F. tenuiculus* es la especie más importante y culturalmente significativa para la población de ambas comunidades de estudio (215.35). La especie es reconocida y utilizada por el 100% de los entrevistados, es decir tanto

personas jóvenes como mayores consumen estas especies. Además de todos los taxones investigados, *F. tenuiculus* (215.35) junto con *Favolus* sp.1 (153.47) y *L. concavus* (117.70) también resultaron ser las especies preferidas por su buen sabor y el gran número de cuerpos fructíferos que desarrollan. Por otra parte, las especies con los valores más bajos (EMCSI < 15) fueron *H. cf. helobia* (7.13), *G. cf. lepidotus* (6.83) y el grupo *Auricularia* (5.32). Estas especies son conocidas por el 9%, 4% y 12% de la población respectivamente, mayores de 31 años. Además, los entrevistados reportaron al grupo *Auricularia*, hongos sin sabor.

Los entrevistados mencionan que las especies *Lentinus crinitus* y *Panus strigellus* las consumen poco ya que crecen en zonas con baja cobertura vegetal, produciendo pocos cuerpos fructíferos que rápidamente se endurecen y secan [98]. Hay casos de especies que aprecian más, pero las consumen poco como *P. djamor* que se caracterizan por su buen sabor y textura suave, pero la desventaja recae en la dificultad de encontrarla en buen estado. Otro hongo apreciado por su textura suave, pero poco consumido es *Marasmiellus* sp. 1, debido especialmente a su pequeño tamaño y delicadeza (0.3-2 cm de píleo y 0.5-1.5 x 0.2-0.3 cm de estípite); las personas entrevistadas mencionan que es muy común que estos hongos se maltraten y reduzcan en tamaño entre la recolecta y la llegada a sus hogares.

Las personas perciben que hay dos grupos de hongos según la abundancia de cuerpos fructíferos que desarrollan (PAI). Las especies que presentan entre 20 cuerpos fructíferos (*H. cf. helobia* y *L. crinitus/P. strigellus*) y las que tienen más de 50 (*A. delicata/A. fuscusuccinea*, *L. concavus*, *L. tricholoma*, *F. tenuiculus* y *S. commune*, *Favolus* sp.1, *Marasmiellus* sp.1, *P. djamor*, *C. speciosa* y *G. cf. lepidotus*) por recolección. El primer grupo está compuesto principalmente por especies de baja importancia cultural, mientras que el segundo grupo se

compone de especies con diferentes valoraciones de EMCSI. Sin embargo, no todas estas especies se usan con la misma frecuencia (FUI) por las comunidades de estudio, *C. speciosa* y *G. cf. lepidotus* son usadas una sola vez, mientras que el resto de especies están dentro del rango 5.84 a 8.22, que significa que son aprovechadas de dos a más veces al año. Las personas entrevistadas mencionaron que la colecta de hongos es esporádica, solamente los toman cuando desean diversificar su dieta, y están cansados de productos como la carne de pollo que consumen con frecuencia y que son procedentes de la ciudad.

En el caso del subíndice de alimentos multifuncionales (MFFI), los entrevistados mencionaron que existen tres maneras de preparar los hongos tradicionalmente, englobadas en dos categorías: como ingrediente principal o mezclado con otros ingredientes. Dentro de la primera categoría están el maito y caldo, en los cuales los hongos se asan envueltos en hojas o cocinan con sal. Todas las especies se consumen de estas dos formas según el 66% de las personas entrevistados. Estas dos formas de preparación se sirven acompañadas de yuca o plátano o papachina y ají. La segunda categoría de preparación tradicional es en mazamorra para la cual utilizan *F. tenuiculus*, *Favolus* sp. 1, *L. concavus* y *L. tricoloma* según el 16% de los entrevistados. En esta preparación se ralla plátano verde, los hongos se cortan en pedazos y se ponen a hervir entre 20 y 30 minutos. El 18% de las personas entrevistadas consideran que todos los hongos se pueden preparar de estas tres maneras.

Todas las especies se ubicaron dentro de rango de valores de 9 o 10 para el subíndice de transmisión de conocimiento (KTI), que indica que estas especies son parte de un conocimiento generacional, transmitido de padres a hijo/as. EL 100% de los entrevistados expresaron que son los padres y abuelo/as quienes enseñan a sus hijo/as y nieto/as las

tradiciones de recolección, épocas de aparición, características de reconocimiento y formas de preparación. En diferentes observaciones con los conocedores claves, fue notable que los lugares donde reconocen y se familiarizan con los hongos comestibles son en la cocina cuando son niño/as y en la chagra cuando ya tienen la edad suficiente para ayudar en el trabajo.

Por otra parte, en relación al subíndice de importancia económica (EI), ninguna especie es comercializada en la ciudad. No obstante, *F. tenuiculus*, *Favolus* sp.1, *L. concavus*, *S. commune*, *P. djamor*, *Marasmiellus* sp.1 y el grupo *Auricularia* son las únicas especies venden por encargo a personas conocidas de la ciudad o a familiares y cuando hay ferias. Según las entrevistadas, las personas de la misma comunidad les hacen el pedido porque ellos debido a sus trabajos asalariados no tienen tiempo para salir a recolectar hongos en sus chagras. La forma de venta es crudo o cocinado como maito y lo precios varían entre uno y dos dólares por aproximadamente 30 a 50 cuerpos fructíferos.

Tabla 4. Valores de los subíndices y estimación del Índice de importancia cultural (EMSCI), de las especies de hongos consumidas por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. Los subíndices son: Frecuencia de uso anual (FUI), Transmisión de conocimiento (KTI), Importancia económica (EI), Abundancia percibida (PAI), Alimentos multifuncionales (MFFI) y Frecuencia de mención (QI).

Nombre Científico	FUI	KTI	EI	PAI	MFFI	QI	EMSCI
<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv.	7.21	9.66	2.73	4.19	6.90	6.72	215.34
<i>Favolus</i> sp.1	6.00	9.70	0.91	3.94	7.20	5.53	153.47
<i>Lentinus concavus</i> (Berk.) Corner	5.97	9.81	1.76	4.15	6.53	4.14	117.70
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	7.06	9.55	1.54	4.42	6.85	2.32	68.25
<i>Lentinus tricholoma</i> Berk. & Cooke	6.09	10.00	1.82	4.38	6.65	2.04	60.87
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	5.84	10.00	0.83	3.96	7.06	1.44	39.86
<i>Marasmiellus</i> sp.	7.47	9.58	0.83	3.33	7.00	1.27	35.84
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr <i>Panus strigellus</i> (Berk.) Overh.	6.36	10.00	0.00	1.54	6.85	1.17	30.76
<i>Cookeina speciosa</i> (Fr.) Dennis	3.76	9.09	0.00	2.73	6.67	1.08	24.03

<i>Hymenochaete</i> cf. <i>damicornis</i> sensu Spegazzini.	8.22	10.00	0.00	3.33	6.67	0.27	7.62
<i>Hygrocybe</i> cf. <i>helobia</i> sensu Phillips (1981 p. 63)	6.00	10.00	0.00	1.88	7.60	0.28	7.13
<i>Gymnopilus</i> cf. <i>lepidotus</i> Hesler	3.34	10.00	0.00	2.50	6.67	0.21	6.83
<i>Auricularia delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn. <i>Auricularia fuscosuccinea</i> (Mont.) Henn.	6.71	9.29	1.43	3.57	7.00	0.19	5.32

Los subíndices que mostraron correlaciones significativas ($r > 0.5$) fueron entre frecuencia de mención (QI) e importancia económica (EI) (0.71), EI y abundancia percibida (PAI) (0.80) y entre QI con PAI (0.56) (**Figura 4**). Se constata que el grupo de especies que obtuvieron los más altos valores dentro de cada subíndice positivamente correlaciones, son en su mayoría las valorizadas como las más importantes culturalmente, lo que implica que los hongos que llegan a vender corresponden a las especies que producen más de 50 cuerpos fructíferos según la percepción de las personas y son los más mencionados.

El resumen del análisis de ACP mostró que el componente 1 aporta con el 43.51% de variabilidad de los datos, el componente 2 y 3, con el 64.24% y 79.69% de la variabilidad total respectivamente. Los componentes 1 y 2 mostraron que las variables con los valores absolutos más elevados fueron importancia económica (EI), abundancia percibida (PAI) y frecuencia de mención (QI). Para el componente 3, los valores absolutos más elevados fueron: transmisión de conocimiento (KTI) y alimentos multifuncionales (MFFI).

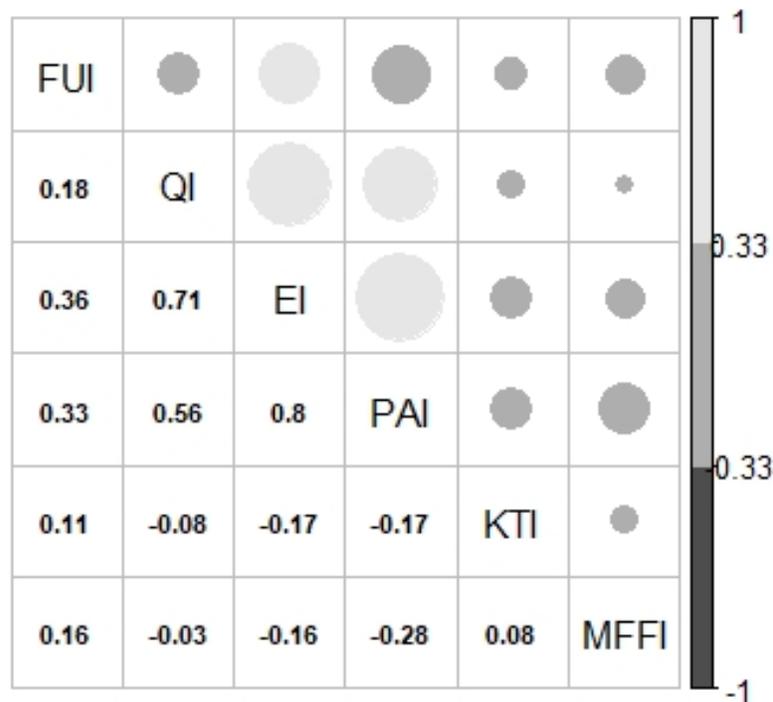


Figura 4. Correlaciones entre los subíndices que componen el Índice de importancia cultural (EMSCI). Los subíndices son: Frecuencia de uso anual (FUI), Frecuencia de mención (QI), Importancia económica (EI), Abundancia percibida (PAI), Transmisión de conocimiento (KTI) y Alimentos multifuncionales (MFFI). Se consideraron las correlaciones >0.5. El tamaño y los colores de los círculos representan los valores que van entre -1 a 1.

En la gráfica del ACP (**Figura 5**), los ángulos que forman los subíndices son menores a 90°, creando tres conjuntos relacionados positivamente. Las especies dentro del grupo A están caracterizadas positivamente por el conjunto de subíndices de abundancia percibida (PAI), importancia económica (EI), frecuencia de uso anual (FUI) y frecuencia de mención (QI). Este grupo de especies son las que obtuvieron los valores más altos en los subíndices importancia económica (EI), abundancia percibida (PAI) y frecuencia de mención (QI). El grupo B, están representado por altos valores de transmisión de conocimientos (KTI) y frecuencia de uso anual (FUI). En ambos grupos de hongos el subíndice frecuencia de uso anual (FUI) estuvo presente, ya que los valores obtenidos estuvieron dentro del rango 5.84 a 8.22, para todas las

especies. Las especies del grupo C estuvieron mejor representadas positivamente por el subíndice de alimentos multifuncionales (MFFI).

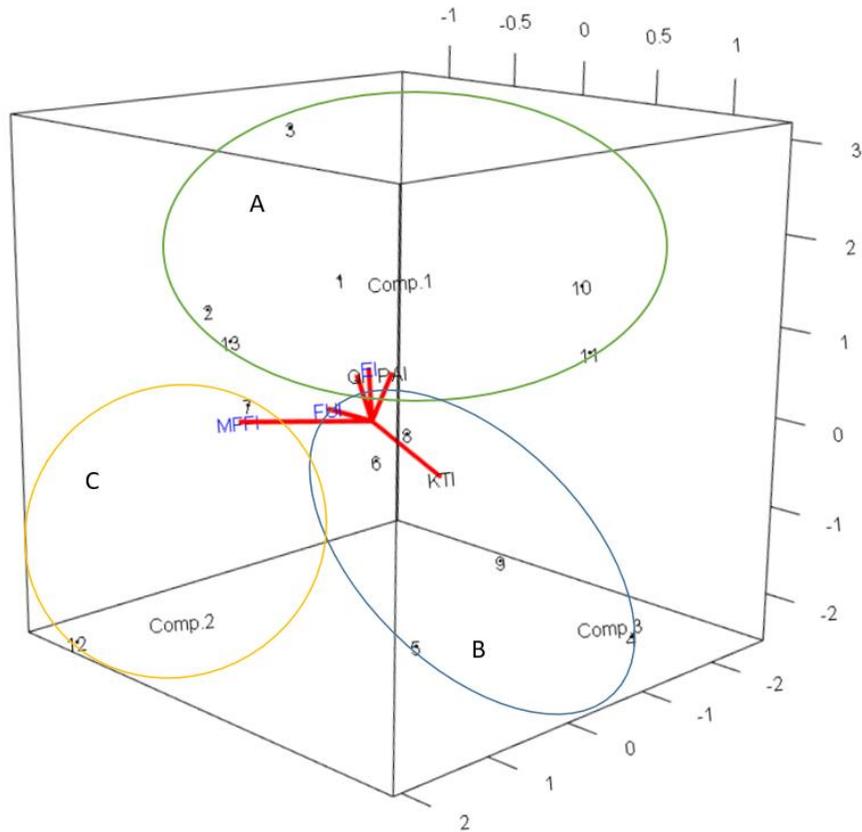


Figura 5. Gráfica del análisis de componentes principales obtenida de los subíndices de importancia cultural para los macrohongos consumidos por las comunidades kichwa del Napo, Ecuador. Los subíndices son: Frecuencia de uso anual (FUI), Frecuencia de uso anual (QI), Importancia económica (EI), Abundancia percibida (PAI), Transmisión de conocimiento (KTI) y Alimentos multifuncionales (MFFI). Grupo A de especies: 1) *Schizophyllum commune*, 2) *Favolus* sp.1, 3) *Favolus tenuiculus*, 10) *Lentinus concavus*, 11) *Lentinus tricholoma* y 13) *Auricularia delicata/Auricularia fuscusuccinea*. Grupo B de especies: 4) *Gymnopilus* cf. *lepidotus*, 5) *Lentinus crinitus/Panus strigellus*, 6) *Pleurotus djamor*, 8) *Cookeina speciose* y 9) *Hymenochaete* cf. *damicornis*. Grupo C de especies: 7) *Marasmiellus* sp.1 y 12) *Hygrocybe* cf. *helobia*.

De forma similar, el dendograma (**Figura 6**) mostró tres grupos de especies. El grupo A estuvo conformado por *A. delicata/A. fuscusuccinea*, *L. concavus*, *L. tricholoma*, *F. tenuiculus*, *Favolus* sp.1, *Marasmiellus* sp. 1, *P. djamor* y *S. commune* y corresponde a las especies con valores

altos en los subíndices de importancia económica (EI) y abundancia percibida (PAI). El grupo B correspondió a *C. speciosa* y *G. cf. lepidotus*, que son las especies con los valores más bajos para importancia económica (EI) y abundancia percibida (PAI). *Hymenochaete cf. damicornis*, *H. cf. helobia* y *L. crinitus/P. strigellus* forman el grupo C y que son las especies menos usadas según la percepción de las personas (FUI).

Por lo tanto, las variables que más aportan al índice de importancia cultural de todas las especies consumidas por los kichwa de las comunidades de Atacapi y Pumayacu son: importancia económica (EI), abundancia percibida (PAI) y frecuencia de uso anual (FUI).

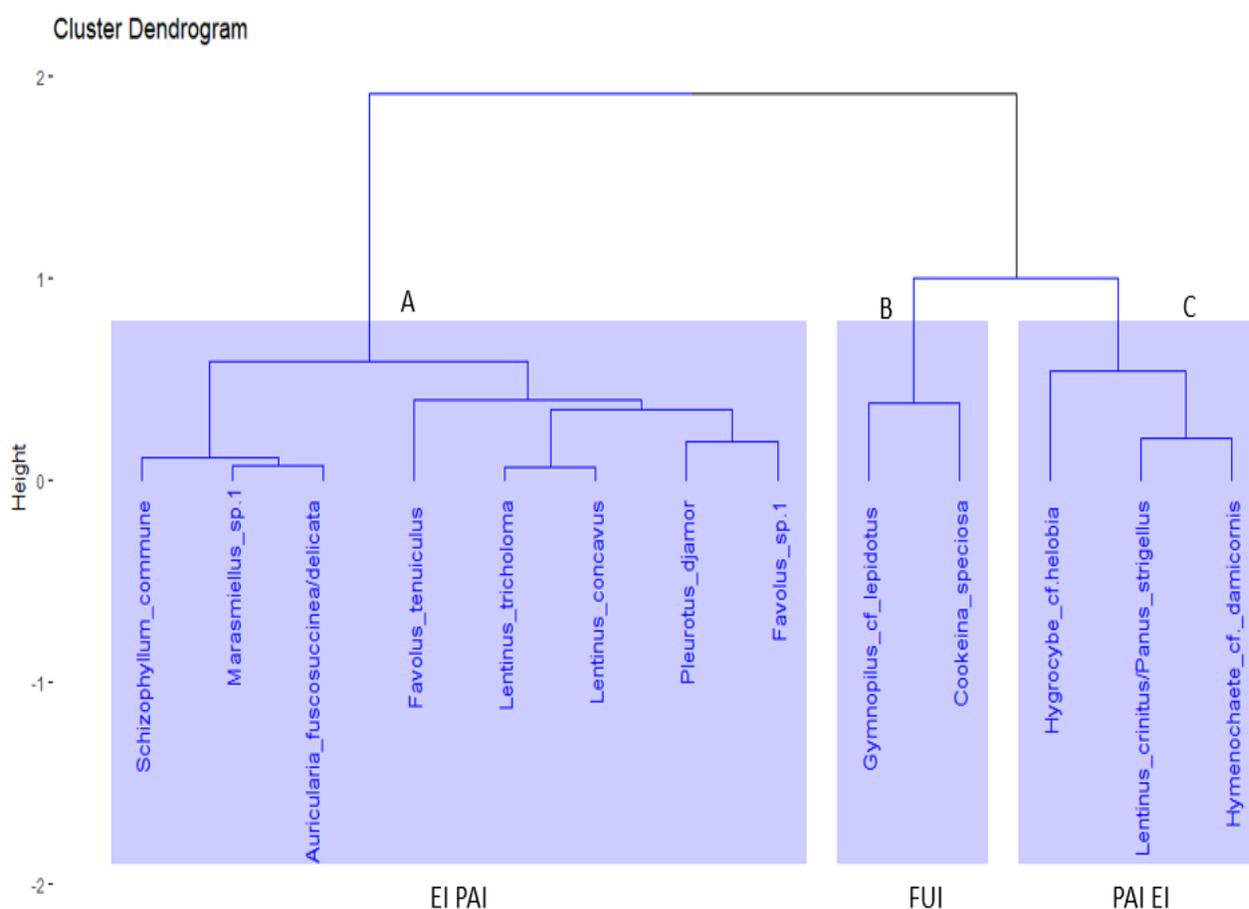


Figura 6. Clúster de distancias euclidianas entre especies de hongos consumidos por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. Los recuadros representan los grupos conformados. De izquierda a derecha, grupo A, B y C. Los subíndices son: Frecuencia de uso anual (FUI), Importancia económica (EI), Abundancia percibida (PAI).

3.2. Manejo de especies: Conocimiento tradicional

La prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis realizada arrojó un $p > 0.05$ para todos los grupos evaluados, aceptando la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas en el conocimiento entre factores sociales de las comunidades kichwa: género o nivel de escolaridad o actividad económica (**Tabla 5**).

Tabla 5. Prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis realizada entre las variables número de especies enlistadas, usos culinarios y número de sustratos, con variables socioeconómicas: género, nivel de escolaridad, actividad económica. Hipótesis nula = no hay diferencias significativas en el conocimiento entre los grupos evaluados (> 0.05). Hipótesis alternativa = hay diferencias significativas en el conocimiento entre los grupos evaluados (< 0.05).

Nro.	Género	Actividad económica	Escolaridad
Nombre de sustrato	0.25	0.21	0.38
Nombres kichwa	0.33	0.58	0.32
Usos culinarios	0.76	0.17	0.81

El 100% de las personas entrevistadas conocen por lo menos un hongo comestible y en dónde se localiza, siendo estos lugares: las chagras y el bosque aledaño a éstas. El 57% de los entrevistados prefiere ir a las chagras, el 31% al bosque y 12% a ambos lugares. En la organización de las labores en la chagra, al principio cuando se va a remover las malas hierbas toda la familia participa, de ahí son las mujeres (mamás) quienes se ocupa de sembrar y dar mantenimiento a los cultivos, siendo en la mayoría de las veces acompañadas por los hijo/as. Por tan razón, las mujeres adultas son quienes realizan más comúnmente la recolecta de los hongos, pero toda la familia puede participar. La recolección ocurre justo después de haber terminado el trabajo en la chagra, que tiende a durar de tres a cuatro horas diarias y cuando ya se disponen a regresar a la casa. El 100% de los entrevistados considera que recolectar

hongos es una actividad complementaria a sus labores cotidianas dentro de la chagra, destinándole en ocasiones hasta una hora.

Para poder identificar a los hongos comestibles, las personas kichwa de ambas comunidades se basan en características asociadas a la biología y ecología de los hongos (**Tabla 6**). Cuando encuentran los hongos, recolectan los cuerpos fructíferos que están en óptimas condiciones. Si hay cuerpos en diferentes etapas de crecimiento los cosechan todos; los cuerpos fructíferos viejos y en estado de descomposición no se colectan. En el caso de encontrar únicamente primordios de los hongos que consumen, esperan hasta 4 días para recolectarlos. La manera de saber que el cuerpo fructífero es apto para su consumo es clavando la uña del pulgar, si atraviesa el píleo sin el mayor esfuerzo los recolectan.

Tabla 6. Frecuencias de las características mediante las cuales identifican y nombran a los hongos silvestres comestibles las personas de las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. La columna denominada F es la frecuencia de las personas que utilizan una característica específica para identificarlos y describirlos.

Características	F	Características	F
Color	36	Textura	16
Tamaño	22	Hábito	12
Forma	22	Himenio	11
Olor/ Sabor	20	Superficie	8
Sustratos	17	Nro. de cuerpos fructíferos	4
Época del año	16		

En la etapa de recolección, los hongos se extraen con las manos, no se utiliza ninguna herramienta o cuchillo (**Figura 7**), los envuelven en hojas de *Calathea lutea* (bijao) en forma de maito y colocan en sus canastos sobre el resto de productos que cosecharon de las chagras, eso evita el maltrato de los cuerpos fructíferos (**Figura 7**).



Figura 7. Recolección de los hongos en una chagra kiwcha de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. A) Se toma desde el estípote del cuerpo fructíferos y se hala con la mano. B y C) Se coloca sobre una o varias hojas de bijao (*Calathea lutea*). D) Se dobla de los cuatro extremos. E) Se ata con una fibra natural.

Para preparar los hongos se considera la especie y dependiendo de la textura y cantidad de cuerpos fructíferos se cocina como ingrediente principal (caldo o maito) o mezclado con otros alimentos (mazamorra). Si obtiene < 20 y tienen texturas suaves o carnosas se asan como maito, pero si tienen una consistencia más dura y son numerosos (> 20) se preparan en caldo o mazamorra. Si se encuentran pocos ejemplares (< 20) de varias especies, los mezclan y preparan en maito (**Figura 8**). Evitan consumirlos crudos, dado que causa malestares

estomacales según el 100% de los entrevistados. No existe ningún sistema de deshidratación natural o preservación para el futuro.

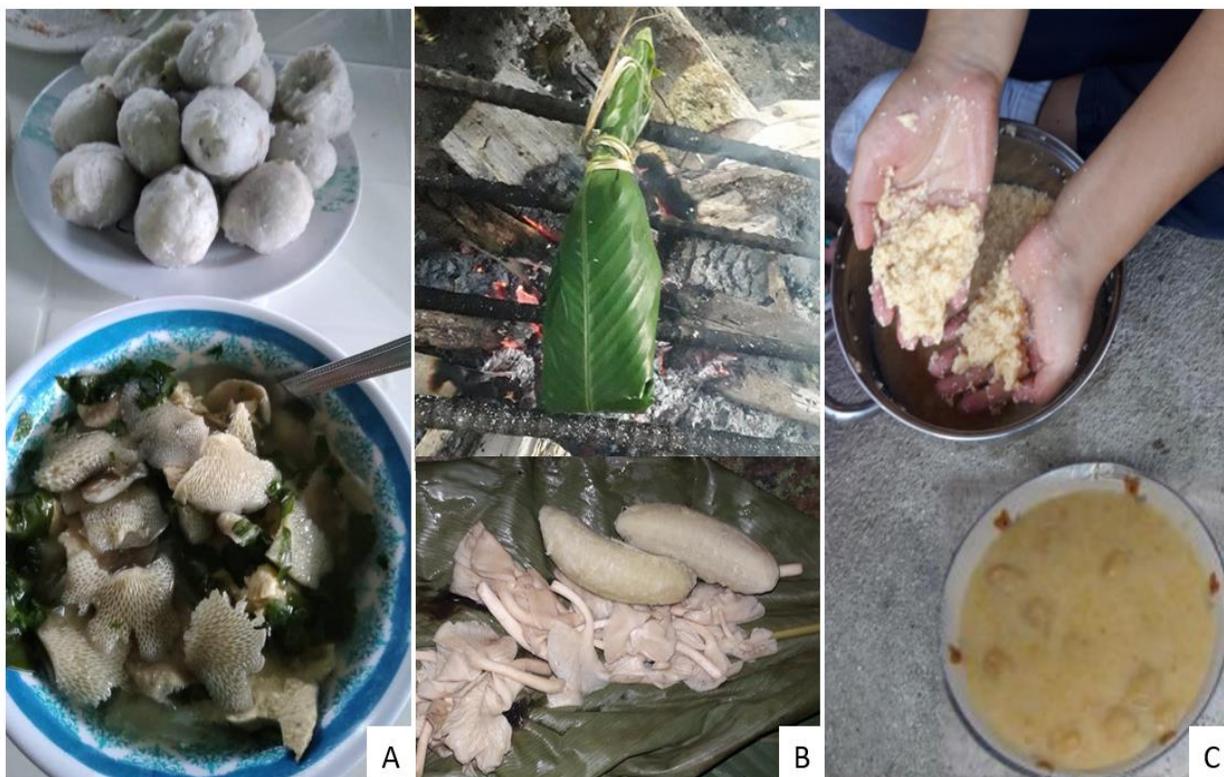


Figura 8. Forma de preparar los hongos por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. A) Caldo de hongos con sachá culantro acompañado de papachina. B) Maito de hongos. C) Mazamorra de hongos.

Los habitantes entrevistados de las comunidades Atacapi y Pumayacu atribuyen la aparición de cuerpos fructíferos de los hongos que consumen a la presencia de lluvias de luna tierna o a la pudrición de los palos.

3.3. Sustratos Asociados

Se identificaron 22 especies de plantas como sustratos para los hongos que consumen las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu. Estas plantas corresponden a árboles y arbustos de 15 familias de las cuales, las mejor representadas fueron Malvaceae (4 spp.), Fabaceae (3

spp.), Asteraceae y Euphorbiaceae con dos especies. Las otras 11 familias únicamente presentaron una especie (**Tabla 7**), incluimos la densidad de la madera ya que es un parámetro indirecto de la cantidad de celulosa que puede tener la madera que junto con la lignina diferencia las especies lignícolas.

Tabla 7. Especies de plantas que sirven de sustratos a hongos consumidos por las comunidades kichwa Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. Las densidades de la madera se clasifican: madera pesada (> de 0.8 g/cm³), madera ligera (entre 0.5 g/cm³ y 0.7 g/cm³) y madera muy ligera (< de 0,5 0.7 g/cm³).

Familia	Nombre científico	Nombre Vernáculo	Densidad (g/cm ³)	Clasificación por densidad
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Yuca	-----	-----
Araceae	<i>Heteropsis oblongifolia</i> Kunth	Pichiwa	-----	-----
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao	0.42	Muy ligera
Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i> Bonpl	Cacao_Blanco	0.52	Ligera
Rubiaceae	<i>Coffea</i> sp.	Café	0.63	Ligera
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya	0.52	Ligera
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.1	Guabas	0.58	Ligera
Lauraceae	<i>Ocotea quixos</i> Kosterm.ex O.C	Canelo	0.54	Ligera
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceibo	0.35	Muy ligera
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	0.49	Muy ligera
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke	Chuncho	0.47	Muy ligera
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> Cham.	Laurel	0.51	Ligera
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Piwi	0.41	Muy ligera
Vochysiaceae	<i>Vochysia lequiana</i> J.F. Macbr.	Tamburo	0.49	Muy ligera
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.ex Lam.)	Balsa	0.14	Muy ligera
Clusiaceae	<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Kara waska yura	0.77	Pesada
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumos	0.29	Muy ligera
Fabaceae	<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	Guaranga/o	0.56	Ligera
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	Lunchik	0.54	Ligera
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Punsi muyu, punsi yura	0.38	Muy ligera
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Yantias	0.39	Muy ligera

Areaceae	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Chonta	1.10	Pesada
----------	-------------------------------	--------	------	--------

Se encontraron 88 interacciones entre hongos y plantas representadas en la estructura de la red obtenida. Dentro de la red se observa que *F. tenuiculus*, *L. concavus* y *Favolus* sp.1 son las especies de hongos que presentan un número mayor de asociaciones, con 16, 14 y 11 plantas respectivamente (**Figura 9-10**). Para las plantas, las especies con más interacciones fueron *Piptocoma discolor*, *Inga* sp.1 y *Cordia alliodora*, con 11, 9 y 10 especies de hongos respectivamente. En cuanto a las interacciones con mayor incidencia e importancia se encuentra *Lentinus concavus* y seguida de la asociación mostrada por *Favolus tenuiculus* (**Figura 6**).

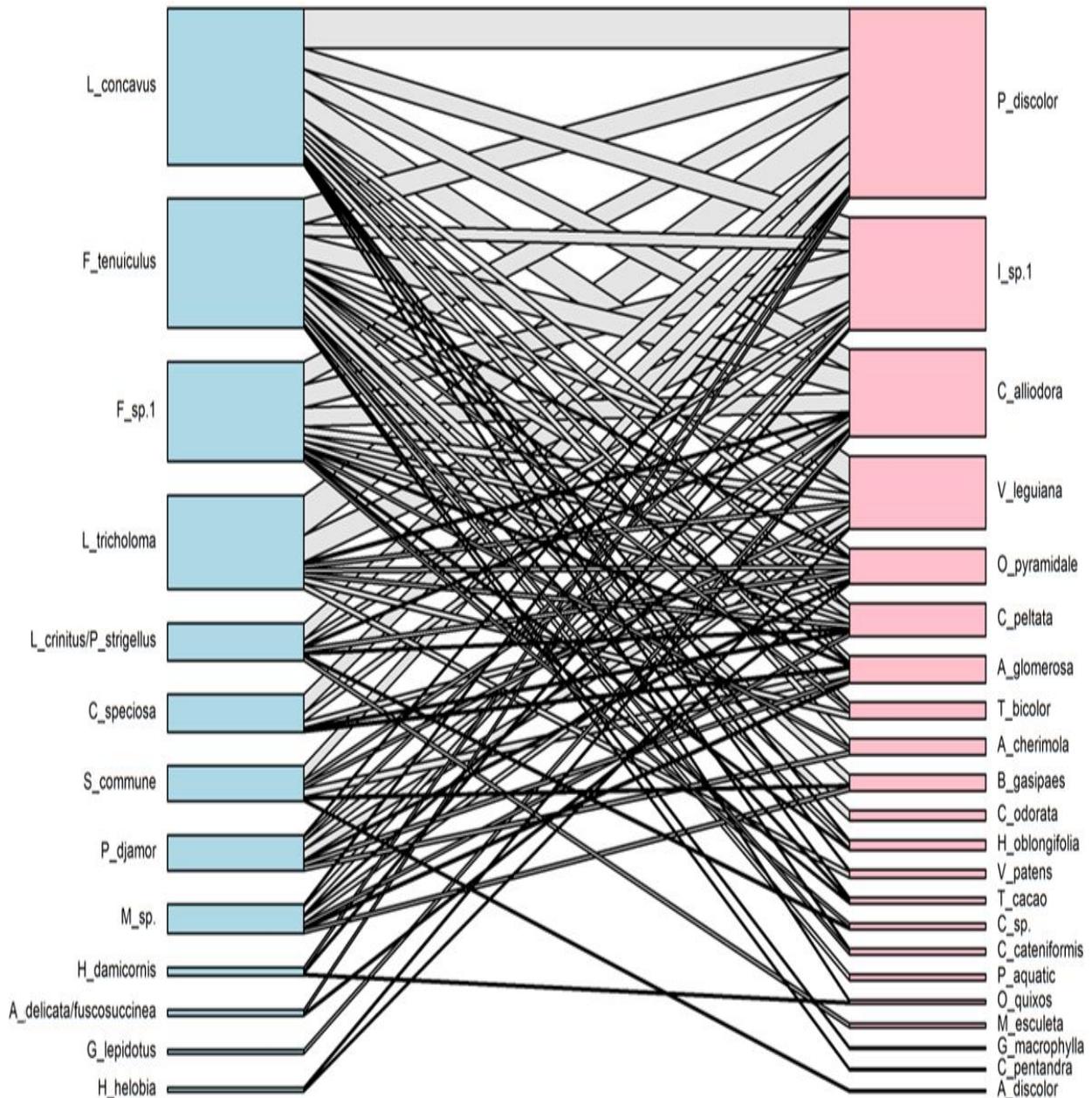


Figura 9. Red de interacciones entre especies de hongos (azul) y plantas (rosa). El grosor de los rectángulos muestra las especies con más asociaciones y el grosor de las líneas plomas de cada interacción muestra las frecuencias de mención de esta relación entre ambas especies por parte de los entrevistados, entre más gruesa la línea, mayor es la frecuencia. La gráfica está distribuida de manera decreciente. Los nombres completos de plantas (**Tabla 7**) y hongos (**Tabla 3**).

La red de interacción planta-hongos exhibió valores bajos pero significativos de anidamiento ($NODF_{obs} = 30.15$, $p < 0.05$) y modularidad ($Q_{obs} = 0.23$, $Q_z = 5.40$, $Z < 2$). Además, se formaron tres módulos de interacción (**Figura 10**) los cuales corresponden a módulo 1 y 2: maderas con

densidades ligeras y muy ligeras, y módulo 3: maderas, en general, den mayores densidades (Tabla 7).

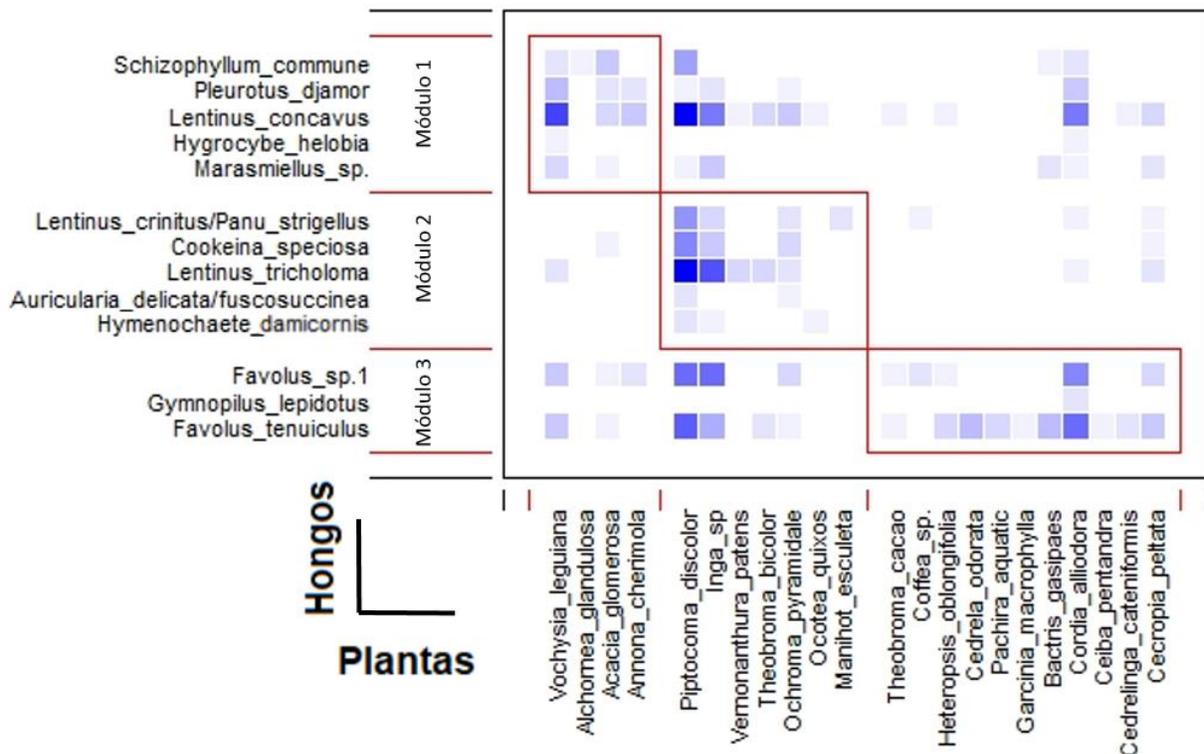


Figura 10. Interacciones entre hongos y plantas identificadas en las comunidades kiwcha de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. Módulos identificados en las interacciones hongo-sustrato en rojo. Para los módulos en la matriz de interacción se utilizó el algoritmo QuanBiMo. La intensidad del sombreado azul representa la frecuencia de interacción. Los tonos más oscuros representan un gran número de interacciones y los tonos claros menos.

No se detectó ninguna especie fúngica o vegetal con altos valores de c y z , que dentro de la red actúe como hub de red (súper generalistas) (Figura 11). La mayoría de las especies de hongos (85%) y plantas (82%) se identificaron como periféricas por sus bajos valores de c y z . No obstante, se encontró que entre las especies de plantas *A. glomerosa* y *C. peltata* desempeñaron papeles de conectoras de módulos, mientras *B. gasipaes* y *P. discolor* fueron concentradores de módulos (Figura 11). En el caso de las especies de hongos, *L. concavus* jugó

el papel de conector dentro de su módulo y la especie *L. tricoloma* actuó como concentradora en la red.

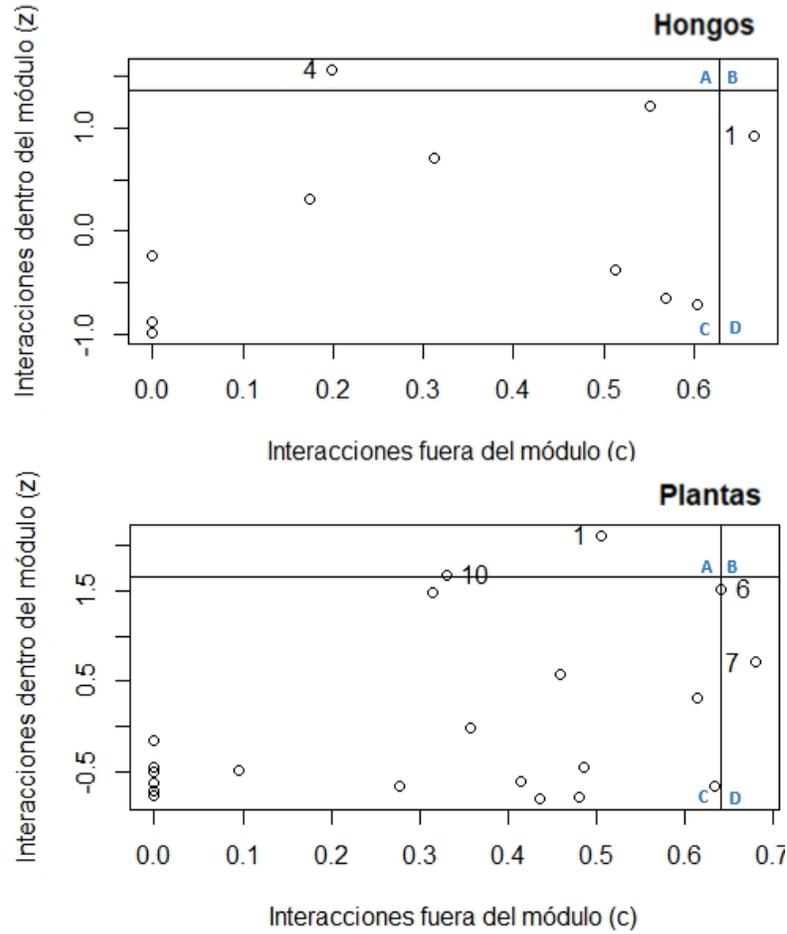


Figura 11. Funciones de las especies de plantas y hongos que componen la red. Métricas de conectividad de cada especie: eje Y número de interacciones dentro del módulo (z) y eje X número de interacciones fuera del módulo (c). Determinación del papel de cada especie en la red de acuerdo a los cuadrantes (A, B, C y D) en el que se ubican. A) Especies concentradoras de módulos, B) Especies hub de red, C) Especies periféricas y D) Especies conectoras de módulos. El 95% de los valores se utilizaron para obtener el valor del umbral para z (línea horizontal; 1.56 y 1.66 para hongos y plantas, respectivamente) y para c (línea vertical: 0.66 y 0.64 para hongos y plantas, respectivamente). Hongos: 1) *Lentinus concavus* y 4) *Lentinus tricoloma*. Plantas 1) *Piptocoma discolor*, 6) *Cecropia peltata*, 7) *Acacia glomerosa* y 10) *Bactris gasipaes*.

3.4. Épocas de fructificación

La percepción de las personas y las observaciones de campo indicaron que *A. delicata*, *A. fuscusuccinea*, *F. tenuiculus*, *F. sp.1*, *L. tricoloma*, *L. crinitus*, *L. concavus*, *M. sp.1*, *P. djamor* y *P. strigellus* fructifican los 12 meses del año, mientras que *S. commune* fructifica 11 meses, *C. speciosa* seis meses, *H. cf. damicornis* cinco meses, *H. cf. helobia*, tres meses y *G. cf. lepidotus*, dos meses (Figura 12).

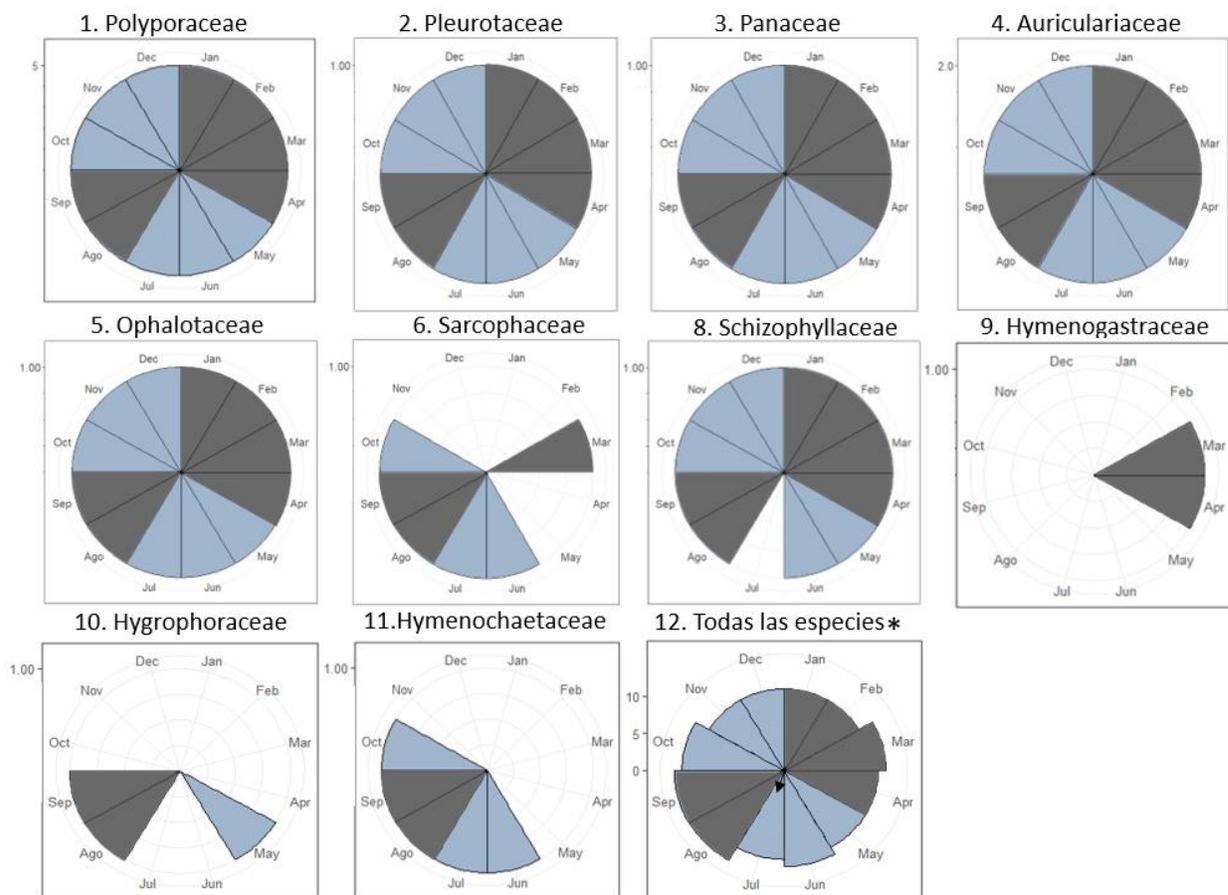


Figura 12. Diagramas de rosas que muestran el número de especies que producen cuerpos fructíferos durante el año por familias. Las letras alrededor del círculo indican los meses (en el sentido de las agujas del reloj) y los números a la izquierda de los recuadros indican el número de especies de cada familia. El color gris oscuro en los diagramas corresponde a los meses con bajas precipitaciones y el color gris claro a los meses con altas precipitaciones. Únicamente para la figura 12: Todas las especies, se muestra la longitud del vector y la dirección del ángulo medio. 1. Polyporaceae: *Lentinus tricholoma*, *Favolus tenuiculus*, *Favolus sp.1*, *Lentinus crinitus* y *Lentinus concavus*. 2. Pleurotaceae: *Pleurotus djamor*. 3. Panaceae: *Panus strigellus*. 4. Auriculariaceae: *Auricularia delicata* y *Auricularia fuscusuccinea*. 5. Ophalotaceae: *Marasmiellus sp.1*. 6. Schizophyllaceae:

Schizophyllum commune. 7. Hymenogastraceae: *Gymnopilus cf. Lepidotus*. Hygrophoraceae: *Hygrocybe cf. helobia*. Hymenochaetaceae: *Hymenochaete cf. damicornis*.

El resultado de la prueba de Rayleigh fue significativa a nivel de todas las especies ($p < 0.05$) (**Figura 12.12**), mostrando que no hay una distribución de presencia de cuerpos fructíferos uniforme a lo largo del año. Es decir, hay cierta estacionalidad ($p < 0.05$) aun cuando el valor del vector r es bajo ($r = 0.06$). De acuerdo al ángulo medio, existe un período de alta fructificación para al menos 15 especies, que comienza a finales del mes de julio (208.56°) y va hasta los meses de agosto y septiembre. Mientras que entre marzo, mayo y julio fructifican 12 especies. Únicamente mayo, junio, julio, octubre, noviembre y diciembre corresponden a los de mayor precipitación para el 2019.

El análisis de correlación de Pearson entre la riqueza de especies de hongos con la temperatura promedio mensual y la humedad relativa arrojaron valores de $r = 0.1$ y $r = -0.1$ respectivamente. Únicamente la correlación entre la riqueza de especies de hongo y precipitación del mes anterior a las observaciones en campo, fue positivo y significativo, $r = 0.51$. Todos los meses presentaron condiciones favorables para que estas especies fructifiquen. La temperatura osciló entre 22.01°C a 25.94°C y la humedad relativa (HR), entre 90.1% a 93.7%. Los periodos con condiciones favorables para fructificar fueron entre 2.5 a 8.6 días, aunque no se halló una tendencia entre riquezas de especies y número de días consecutivos con condiciones favorables por mes. En cuanto a la ocurrencia de cuerpos fructíferos de especies de hongos, se halló que fue mayor durante las épocas con bajas

precipitación en comparación a los meses que presentaron las más las altas precipitaciones (Figura 13).

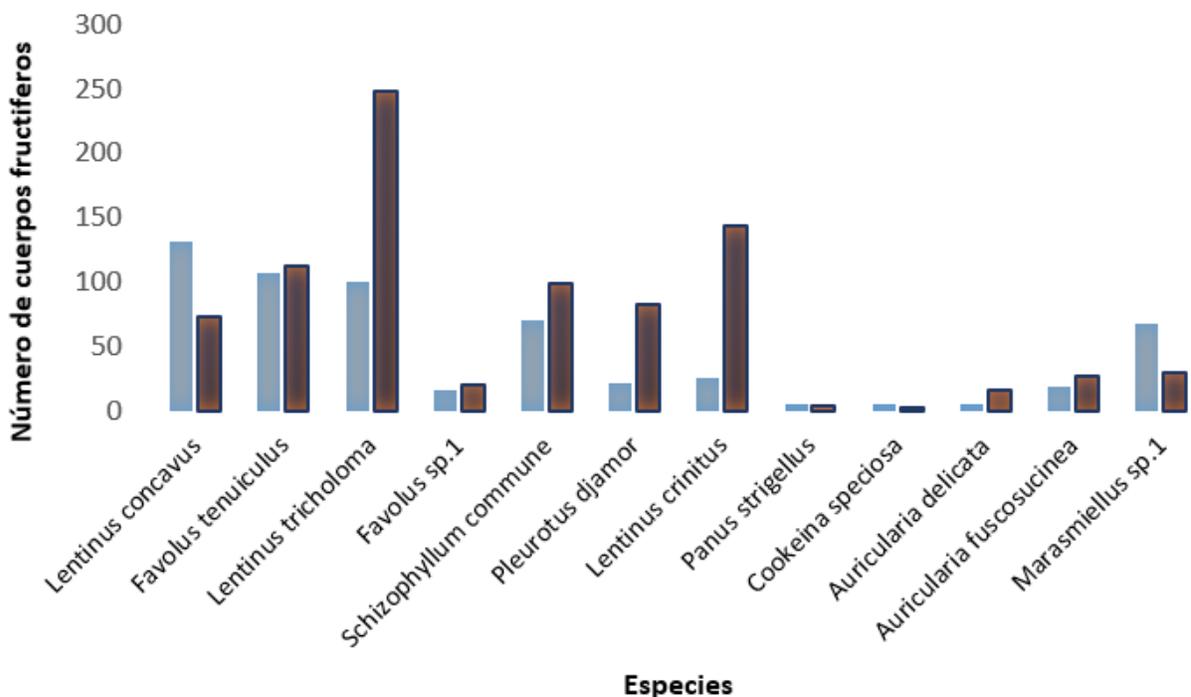


Figura 13. Abundancias de cuerpos fructíferos para cada especie de hongos consumidas por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, Napo, Ecuador. SP (Barras oscuras) = Número de cuerpos fructíferos de cada especie durante los meses de mayor precipitación (mayo, junio, julio, octubre, noviembre y diciembre). SS (Barras claras) = Número de cuerpos fructíferos de cada especie durante los meses de menor precipitación (agosto, septiembre, enero, febrero, marzo y abril).

4. CAPITULO IV: INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

4.1. Especies de macrohongos usadas como alimenticias y de mayor importancia

cultural para las comunidades kichwa del Napo

Se identificaron 12 especies de macrohongos reconocidas por los miembros de población de las comunidades de Atacapi y Pumayacu en Napo. De estas especies, *A. delicata*, *A. fuscusuccinea*, *F. tenuiculus*, *L. concavus*, *L. crinitus*, *L. tricholoma*, *Pleurotus djamor* y *S.*

commune ya han sido registradas para otras comunidades y pueblos indígenas del Ecuador [2,80,89,108]. Seis especies coincidieron con la lista previa existente para los kichwa de la Amazonia, otras seis son nuevos registros para los kichwa y entre estas cuatro se suman al listado total de hongos comestibles del país (**Tabla 11**) [2,80,89,108].

La mayoría de los hongos registrados en este estudio son consumidos por grupos indígenas amazónicos como los Yanomani (Brasil) [98], Patamona (Guyana) [151], Hoti (Venezuela) [152], Uitoto y Andoke (Colombia) [33]. Además, los géneros mejor representados en el número de especies en este estudio fueron: *Favolus*, *Auricularia* y *Lentinus*, concordando con los géneros más reportados por los grupos indígenas y ribereños en la Cuenca Amazonia con base en la revisión de Vargas-Isla y colaboradores [78].

Los nombres en kichwa están asignados de acuerdo con su forma de crecimiento o habito, textura, himenio, ornamentación, tamaño y coloración (**Tabla 3**). La manera de asignarles nombres a los hongos silvestres por parte de la población kichwa de las comunidades de estudio, evidencian un conocimiento relacionado con la biología y ecología de estas especies. Similar a lo encontrado por Gamboa-Trujillo y colaboradores [80] en las comunidades kichwa de Arajuno (Pastaza) y Limoncocha (Sucumbios) quienes consideran la morfología, color y relación con su ambiente para designar a los hongos comestibles. Al mismo tiempo los nombres comunes asignados a los hongos, reflejan la dinámica en la interacción de los grupos indígenas con su medio y es un indicador de la importancia de estas especies para su cultura [34,61,62,153].

Tabla 11. Nombres científicos de hongos silvestres utilizados por los pueblos indígenas del Ecuador. En la columna Su (sustrato): M (Madera), S (Suelo), H (Hojarasca), I (Insectos). Uso: Co (Comestibles), Me (Medicinal), Fe (Fermentación) y Ti (Tinte). Las celdas oscuras corresponden a hongos encontrados en este estudio.

Especies de macrohongos útiles	Pueblos Indígena	Su	Uso	Nombres vernaculares	Tipo de Ecosistema definido por el Ministerio de Ambiente del Ecuador [154]	Referencia
<i>Agaricus argyropotamicus</i> Speg.	Mestizos de la Sierra	S	Co	<i>Kallamba de comer</i>	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes.	[80]
<i>Agaricus pampeanus</i> Speg.	Mestizos de la Sierra, Kichwa de la Sierra	S	Co	<i>Kallamba, Kallamba de finados</i>	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes.	[80]
<i>Auricularia cornea</i> Ehrenb.	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Calulu ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Auricularia delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn.	Chachi, Kichwa de la Sierra, Kichwa de la Amazonia, Secoya, Siona, Shiwiar, Zápara, Shuar	M	Co	<i>Ishk kijiutiui, Oreja de mono, Calulu ala, Caro tēti, Cajo tēti, Iwianchi kuishi, Kalulu ala katsapija, Iwianchi kuishi, Yushka ala, Caluc ala, Rinri ala</i>	Bosque siempreverde estacional del Chocó Ecuatorial, Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Auricularia fuscusuccinea</i> (Mont.) Henn.	Kichwa de la Sierra, Mestizos de la Sierra, Kichwa de la Amazonia, Cofane, Secoya, Sionas, Shiwiar, Shuar, Woarani	M	Co	<i>Oreja de mono, Calug calug ala, Anjse tsina, Caro tēti, Cajoro tēti, Iwianchi kuishi, Yushka ala, Caluc ala, Rinri ala</i>	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque siempre verde de tierras bajas de Aguarico-Putumayo-Caqueta, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Bovista plumbea</i> Pers.	Kichwa de la Sierra (Saraguros)	S	Me		Bosque Montano alto.	[89]
<i>Clavulinopsis fusiformis</i> (Sowerby) Corner	Shiwiar, Shuar	S	Co	<i>Sapi</i>	Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas.	[80]
<i>Collybia cf. hirtella</i> (Berk. & Broome) Dennis	Shuar	M	Co	<i>Mukuch</i>	Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas.	[80]

<i>Coprinus comatus</i> var. <i>comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	Mestizos de la Sierra	S	Co	<i>Kallamba de comer</i>	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes.	[80]
<i>Cookeina speciosa</i> (Fr.) Dennis	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Puka ala</i>	Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	Este estudio
<i>Corioloipsis floccosa</i> (Jungh.) Ryvarden	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Chonta ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Cotylidia aurantiaca</i> (Pat.) A.L. Welden	Kichwa de la Amazonía, Shiwiar, Shuar	M	Co	<i>Aya ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas.	[80]
<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schwein.) G.W. Martin	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Calulu ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Favolus</i> sp. 1	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Busum ala, Api ala, Lumucha ala</i>	Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv.	Chachi, Tsachila, Kichwa de la Sierra, Mestizos de la Sierra, Kichwa de la Amazonía, Secoya, Siona, Shiwiar, Zápara, Shuar	M	Co	<i>Anj kijiutiu, Kijte pa, Kallumpa, Pusum/chincha ala, Yurac ala, Ñuto ala, Api ala Caspi ringri ala, Ai tēti, Esemp, San yaku katsapija, Shuishui esemp, Chinchí ala</i>	Bosque siempreverde de las tierras bajas de Chocó Ecuatorial, Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80,108]
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat. ¹	Kichwa de la Sierra (Saraguros)	M	Me	<i>Kaspi ringri</i>	Bosque montano alto.	[89]
<i>Gymnopilus</i> cf. <i>lepidotus</i> Hesler	Kichwa de la Amazonía, Zápara	M	Co	<i>Chonta ala, Kiauka uwinjia Toucan's heart katsapija</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía.	[80]
<i>Gymnopus nubicola</i> Halling	Kichwa de la Sierra	S	Co	<i>Kallamba</i>	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes.	[80]
<i>Hygrocybe</i> sp.	Kichwa de la Amazonía	S	Co	<i>Rinri ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Lentinula</i> cf. <i>aciculospora</i> J.L. Mata & R.H. Petersen	Kichwa de la sierra (Saraguros)	M	Co	<i>Kallamba trueno</i>	Bosque montano alto.	[108]

<i>Lentinus concavus</i> (Berk.) Singer	Chachi, Kichwa de la Amazonía, Zápara	M	Co	<i>Anj kijiutiu, Taka ala, Aunika katsapija, Taka ala, Mucu ala, Guango ala</i>	Bosque siempreverde estacional del Chocó Ecuatorial, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	Kichwa de la Amazonia, Zápara	M	Co	<i>Ilma ala, Matsakau katsaija, Ilma ala, Chagra ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Lentinus sajor-caju</i> (Fr.) Fr.	Kichwa de la Amazonía, Shiwiar, Sionas, Cofanes, Shuar	M	Co	<i>Taka ala, Shushui esemp, Ai tēti, Toto'a tsina, Esemp</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas, Bosque siempre verde de tierras bajas de Aguarico-Putumayo-Caqueta.	[80]
<i>Lentinus scleropus</i> (Pers.) Fr.	Tsachila	M	Co	<i>Chide kijte</i>	Bosque siempreverde de las tierras bajas de Chocó Ecuatorial.	[80]
<i>Lentinus tricholoma</i> Mont.	Tsachila, Kichwa de la sierra (Saraguros), Shuar	M	Co	<i>Dodo kijte, Kallampa, Esemp, Tuyu ala, Kaspi ala, Sara ala</i>	Bosque siempreverde de las tierras bajas de Chocó Ecuatorial, Bosque montano alto, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Lentinus velutinus</i> Fr.	Tsachila	M	Co	<i>Pavan kijte</i>	Bosque siempreverde de las tierras bajas de Chocó Ecuatorial.	[80]
<i>Leucocoprinus</i> sp.	Kichwa de la Amazonía	S	Co	<i>Chonta ala, Chinchala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff.	Zápara	M	Co	<i>Kuinja katsapija</i>	Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía.	[80]
<i>Marasmiellus</i> cf. <i>albidus</i> (Murrill) Singer	Secoya	H/M	Co	<i>Imi tēti</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía.	[80]
<i>Marasmiellus</i> sp.	Kichwa de la Amazonía	H/M	Co	<i>Shiquitu ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Marasmiellus</i> sp. 1	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Pishku ala, Pishkuchakituyu ala, Urpi ala</i>	Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	Este estudio

<i>Marasmius cladophyllus</i> Berk.	Kichwa de la Amazonía	H	Co	<i>Quillu ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Marasmius</i> spp.	Kichwa de la Amazonía	H	Co	<i>Aya ala car,i</i> <i>Chincha ala,</i> <i>Micuna ala, Sara ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Monilia</i> sp.	Tsachilas, Secoya	L	Fe	<i>Lopo, A' so pore</i>	Bosque siempreverde de las tierras bajas de Chocó Ecuatorial, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía.	[80]
<i>Mycena</i> spp.	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Chonta ala,</i> <i>Shiquitu ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Ophiocordyceps melolonthae</i> (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Stapafora ¹	Kichwa de la Amazonia, Shuar	I	Me	<i>Garauto ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de cordilleras amazónicas.	[80]
<i>Oudemansiella cubensis</i> (Berk. & M.A. Curtis) R.H. Petersen	Chachi, Kichwa de la Amazonía, Secoya, Siona, Zápara	M	Co	<i>Anj kijiutiu,</i> <i>Chinchi ala, Imi tēti, Imi tēti,</i> <i>Chuchu katsapija</i>	Bosque siempreverde estacional del Chocó Ecuatorial, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía.	[80]
<i>Panus strigellus</i> (Berk.) Overh	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Ilma ala, Chakra ala</i>	Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	Este estudio
<i>Phillipsia domingensis</i> (Berk.) Berk. ex DenisonBerk.	Chachi	M	Co	<i>Pachi kijiutiu</i>	Bosque siempreverde estacional del Chocó Ecuatorial.	[80]
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	Chachi, Mestizos de la Sierra, Kichwa de la Sierra, Secoya, Siona	M	Co	<i>Anj kijiutiu,</i> <i>Española,</i> <i>Española blanca,</i> <i>Po tēti, Po tēti,</i> <i>Mishki ala,</i> <i>Damu ala</i>	Bosque siempreverde estacional del Chocó Ecuatorial, Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	Kichwa de la sierra (Saraguros)	M	Co	<i>Kallampa blanco</i>	Bosque montano alto.	[89]
<i>Polyporus arcularius</i> (Batsch) Fr.	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Urpi ala, Sara ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Polyporus</i> spp.	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Aya ala, Urpi ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]

<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L.) Murrill	Kichwa de la Amazonía	M	Me/Ti	<i>Chonta ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Rigidoporus amazonicus</i> Ryvarden	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Atun ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Schizophyllum commune</i> Fr	Kichwa de la Amazonía, Secoya, Siona	M	Co	<i>Aya ala, Tëti, Aya ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	[80]
<i>Scutellinia scutellata</i> (L.) Lambotte	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Ringri ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	Kichwa de la sierra (Saraguros)	M	Me	<i>Kaspi ringri</i>	Bosque montano alto.	[89]
<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel	Kichwa de la Sierra, Mestizos de la Sierra	S	Co	<i>Kallamba de pino, Kallamba</i>	Bosque montano alto, Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes.	[80]
<i>Tetrapyrgos alba</i> (Berk. & M.A. Curtis) E. Horak	Tsachila	H/M	Co	<i>Na kijte</i>	Bosque siempreverde de las tierras bajas de Chocó Ecuatorial.	[80]
<i>Thelephora</i> sp.	Kichwa de la Amazonía	S	Co	<i>Thelephora sp</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Chincha ala, Ilma ala, Luciru ala, Sara ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Tremella fuciformis</i> Berk.	Kichwa de la Amazonía	M	Co	<i>Calun ala</i>	Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]
<i>Volvariella volvacea</i> (Bull.) Singer	Chachi, Kichwa de la Amazonía	H	Co	<i>Kijtiutiu pandachi, Ishk kijtiutiu, Bulun kijtiutiu, Palanda ala</i>	Bosque siempreverde estacional del Chocó Ecuatorial, Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía, Bosque siempre verde piemontano del sur de la cordillera oriental de los Andes.	[80]

Este estudio reveló que el hongo silvestre comestible más importantes para las poblaciones estudiadas es *Favolus tenuiculus*. Este hongo fue el más mencionado en las entrevistas y es el más usado anualmente (Tabla 4). Gamboa-Trujillo [80] encontró que esta especie, junto con

Auricularia delicata y *Pleurotus djamor* son consumidas por 11 pueblos indígenas en Ecuador. Igualmente, *F. tenuiculus* ha sido registrada en otros trabajos de etnomicología para grupos amazónicos como los Yanomami (Brasil), los Hotí (Venezuela), la comunidad del río Itaya (Perú) [78] y los Machiguenga (Perú) [155]. Las personas de la etnia Machiguenga señalan que su textura es suave y de buen sabor, convirtiéndolo en una comida muy especial, además el nombre vernáculo (kaevi) para referirse a este hongo, lo usan para llamar a los hongos comestibles en general, denotando su importancia dentro de esta cultura [155].

Las especies *Favolus* sp.1 y *Lentinus concavus* también son de importancia para las comunidades estudiadas, principalmente porque su forma de crecimiento gregaria a cespitosa, [7,80] junto con su buen sabor. En el cuarto lugar en el índice de importancia cultural está *Schizophyllum commune*, el cual, por su superficie seca, densamente lanosa y consistencia fibrosa, hace que su consumo sea menos frecuente. Dávila y colaboradores [155], de igual forma asociaron el bajo consumo de esta especie por parte de los indígenas Machiguenga a su textura y consistencia. Sin embargo, *S. commune* es una especie apreciada como alimento en varias sociedades micófilas, de Centroamérica [34,43,47,156] y en otras regiones tropicales del mundo por su aplicación medicinal, principalmente en Asia [43,51,78,157].

Con respecto a las especies *Lentinus tricoloma*, *Pleurotus djamor* [158] y *Marasmiellus* sp. 1, tiene una formación y madurez de sus cuerpos fructíferos precoz y por lo tanto hace difícil encontrar fructificaciones con texturas suaves o en buen estado, lo que impide el consumo regular. De tal manera que a pesar de que es una limitante para consumir estas especies, les evita posibles intoxicaciones. Ya que en las buenas prácticas para recolectar hongos comestibles silvestres sugieren no ingerir hongos sobre maduros o en estado de degradación

para evitar intoxicaciones, que en muchas ocasiones ocurren por el mal estado del producto [21,34]

A pesar no formar abundantes cuerpos fructíferos *Cookeina speciosa* [7,158] ha sido registrada como un hongo conocido y consumido por indígenas de México mientras que en Camerún y la República Democrática del Congo, es utilizado con fines medicinales para curar la Otitis [51,158]. En Ecuador se ha reportado como una especie lúdica, con la cual juegan los niños indígenas kichwa [150]. Sin embargo, a pesar de su forma y consistencia, en este estudio se encontró que está siendo consumida por las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu, pero únicamente fue mencionada por las personas de más de 40 años, por lo que es poco usada y desconocida por lo jóvenes. Zurita-Benavides y colaboradores [122] encontraron que en estas mismas comunidades, varios jóvenes rechazan consumir alimentos como sus padres y abuelos tradicionalmente lo hacían y que los alimentos manufacturados y procedentes de la ciudad han ganado prestigio, evidenciado cambios alimentarios nocivos para el cuerpo humano.

Las especies *Auricularia delicata* y *A. fuscosuccinea* para los kichwa de las dos comunidades estudiadas se considera de baja importancia por su sabor insípido, además hay registros que mencionan que para algunos indígenas amazónicos, la consistencia gelatinosa y viscosa les molesta y por eso no lo consumen [7]. Por el contrario, en grupos étnicos en África la especie *A. delicata* es muy apreciada por su doble uso: alimenticia y medicinal. Para estos grupos, *A. delicata* se utiliza contra la furunculosis y las inflamaciones cutánea [50–52,159]. Mientras que *A. fuscosuccinea*, de acuerdo con los resultados de Peña-Cañon & Eno-Mejía [153] es la segunda especie más importante culturalmente para las comunidades campesinas asociadas

a bosque de Roble (*Quercus humboldtii*), siendo una de la más mencionadas y frecuentemente usadas.

Entre las variables que componen el índice de importancia cultural, los subíndices frecuencia de uso anual (FUI), importancia económica (EI) y abundancia percibida (PAI) son las que influyen fuertemente para considerar el nivel de importancias de las especies (**Figura 4-5**).

Aunque la venta de HSC por parte de las comunidades kichwa de Atacapi y Pumayacu es poco frecuente, denota el valor económico potencial que pueden llegar a tener. Aparte de ello, estos mecanismos de adquisición como cobrar, obsequios recíprocos y compras, permiten que todos los miembros de las comunidades tengan acceso a este recurso. Al mismo tiempo, las especies que se comercializan o regalan, tiene altas menciones (QU) porque las personas que conocen pocas especies siempre las mencionaban junto con posibilidad de ser preparadas de las tres formas tradicionales antes mencionadas.

Según Garibay-Orijel y colaboradores [60] el subíndice de abundancia percibida es el único que no es especialmente cultural ya que se deriva de la percepción de un aspecto ecológico. Sin embargo, un entendimiento claro de esto, es esencial para conocer cómo la gente aprecia y usa sus recursos naturales. En este estudio, la abundancia de los HCS explica parte de la importancia cultural, pero no en su totalidad como Burrola-Aguilar et al. [59] quienes observaron que las especies más importantes fueron las menos abundantes y difíciles de encontrar, esto se debe a que las especies de mayor importancia en este estudio son ectomicorrízicas, se caracterizan por su gran tamaño, carnosidad y gran aceptación en mercados locales y regionales, llegando a reemplazar la carne. A pesar de ello, se concuerda que son diversos factores que están relacionados con el valor cultural de los hongos, tal es el

caso de la disponibilidad ecológica del recurso, los sitios elegidos por los pobladores para la recolección, versatilidad en preparaciones culinarias y el valor económico [60,153].

4.2 Manejo de especies: Conocimiento tradicional

Para las comunidades estudiadas, se encontró que el conocimiento tradicional relacionado con los hongos silvestres comestibles es generacional y equitativo entre hombres y mujeres (**Tabla 5**) dado que numerosas actividades en la chagra se realizan en pareja o familia. Sin embargo, son las mujeres quienes se involucran en todas las etapas de aprovechamiento, desde la recolección hasta el procesamiento y la venta en el caso de que ocurra. Esta amplitud en el conocimiento de hongos puede estar relacionado a que no existen restricciones de edad o género para recolectar las especies. Por otra parte, la mayoría de especies se encuentran en las chagras, que son áreas agrícolas cercanas al hogar y frecuentemente visitadas por todos los miembros de la familia lo facilita que toda la familia participe de la recolección de HSC. Estas observaciones difieren de las reportadas en las comunidades de la provincia de Tshopo (República democrática del Congo) donde las mujeres especialmente mayores, son quienes poseen un conocimiento más amplio de los taxones comestibles, quizás porque también los usan con fines medicinales [51,160]. Mientras que, en las comunidades de la Selva Lacandona – Chiapas (México)– de acuerdo con la distancia a la que se encuentren los hongos, se asigna el género para recolectarlos: mujeres y niña/os normalmente recolectan especies que aparecen cerca al poblado, en tanto otras especies como *P. djmor* o *S. commune* que se localizan en sitios más lejanos, son recolectadas por los hombres en el transcurso de su jornada [72].

Las chagras son los lugares de preferencia para colecta de HSC de las dos comunidades y se identifica como una actividad complementaria a las labores en la chagra. Las personas de ambas comunidades prefieren no invertir mucho tiempo buscando hongos y se limitan a examinar los troncos donde suelen crecer estas especies dentro de sus mismas tierras. Esta misma costumbre fue descrita para los indígenas Uitoto y Andoke (Colombia), quienes luego de cortar la vegetación para establecer sus chagras, ubican los troncos y ramas donde saben que pueden crecer los hongos que consumen para buscarlos después [33]. Así mismo, los indígenas Yanomami (Brasil) recolectan principalmente en zonas de rastrojo y cultivo denominadas capoeira, puesto que en estos sitios hay gran cantidad de madera en descomposición disponible como sustratos para el crecimiento de los hongos comestibles.

Se han reportado que las especies *A. delicata*, *A. fuscosuccinea*, *F. tenuiculus* *L. concavus*, *L. tricholoma* y *P. djmor* pueden crecer tanto en el bosque como en zonas perturbadas como son las chagras y rastrojos [33,52,98,108]. Por lo tanto, la preferencia del lugar para recolectar los hongos está directamente relacionada con la facilidad del acceso al recurso. Si bien estas especies están en bosque y en la chagra, las personas recolectan únicamente en la chagra donde la inversión de tiempo y esfuerzo es baja.

Todos los hongos que consumen ambas comunidades son saprofitos lignícolas, es decir degradadores de madera cuyos cuerpos fructíferos generalmente tienen consistencia entre suaves, fibrosas hasta corchosas [161,162]. Pese a la consistencia, en varios estudios etnomicológicos han encontrado que comunidades indígenas y rurales en la cuenca amazónica [161,162] y de zonas tropicales de África [51,53,55] consumen especies saprofitas en vez de ectomicorrízicas. En contraste, los hongos ectomicorrízicos ocurren abundantemente en

bosques remotos y sólo se colectan durante un corto periodo de tiempo al año. Además en los trópicos se ha registrado apenas 13 familias botánicas son capacidades para formar relaciones con hongos ectomicorrizas [163]. Por ello la elección de consumo de estos hongos está claramente relacionados a la facilidad con la cual se encuentran estas especies. En el caso de las comunidades de estudio para evitar una consistencia muy dura, tienen la estrategia de recolectar los cuerpos fructíferos en estado temprano de su desarrollo. Las especies *Rigidoporus amazonicus* y *Tremetes versicolor* registradas por Gamboa-Trujillo [80] para las comunidades kichwa de Arajuno (Pastaza) y Limonchocha (Sucumbios), fueron observadas en el área de muestreo, pero no son consumidas por las comunidades de estudio, debido a que tienen consistencia muy coriácea y leñosa, respectivamente [164,165], por lo que las consideran inadecuadas para el consumo.

En cuanto a la práctica de recolección de cuerpos fructíferos inmaduros halándolos directamente con la mano (**Figura 6**), podría ser perjudicial para mantener el recurso en el área. Si bien no se evaluó si las personas han percibido una disminución del recurso, He y colaboradores [90] encontraron en el Oeste de China, que esta práctica tradicional afecta la productividad a largo plazo de la especie *Thelephora ganbajun*. Los autores sugieren colectar con ayuda de una navaja y regar el área de colecta, para cosechar hasta cinco veces en el mismo lugar. Esta técnica de recolección les ha permitido a los pobladores de Yunnan, una mejor calidad y mayor cantidad de recolección. También dentro de las buenas prácticas para recolectar hongos silvestres se enfatiza respetar los cuerpos fructíferos inmaduros, para que pueda cumplir con su función reproductiva [21,34,166].

El consumo de estas especies es a través de la cocción que suaviza la consistencia y le agrega más sabor, según mencionan los entrevistados. El maito es la preparación favorita y el caldo y mazamorra las más rápidas y rendidoras (**Figura 7**). Al mismo tiempo, tanto el caldo y la mazamorra corresponden a las principales preparaciones como platos fuertes para las comunidades de estudio [122]. Por su parte el maito, es un plato tradicional importante dentro de la cultura kichwa [167] y a la vez es una práctica realizada por otros grupos amazónicos como los Machiguenga, Yanomami y Patamona, aunque en estos últimos, se utilizan varias especies de plantas para obtener las hojas con que se elabora el envuelto [98,151,155]. Así mismo consumir hongos acompañados con ají, como tradición ha sido descrita para poblaciones campesinas ubicadas en la cordillera Oriental colombiana [168].

Las personas de Atacapi y Pumayacu acostumbran a consumir todo el cuerpo fructífero, no se observó que exista el hábito de excluir alguna parte en específico como ocurre con otras especies de hongos donde se suele cortar el estípote o remover la cutícula del píleo, por la textura o mal sabor [159]. Tampoco se encontró que utilicen o reconozcan el micelio (parte vegetativa) como parte del hongo, a diferencia de los Uitoto que sí reconocen al micelio como un hongo, le designan con un nombre y lo utilizan como tónico para suavizar la cara [33]. En efecto sólo la parte reproductiva, que es además la parte más visible del organismo fúngico está sujeto al reconocimiento y uso cultural por parte de los kichwa.

4.2. Sustratos asociados

Este es el primer trabajo en Suramérica que utiliza la metodología de redes de interacción para caracterizar las relaciones entre hongos silvestres comestibles lignícolas y plantas como

sustratos. Ya en trabajos etnomicológicos anteriores para grupos indígenas amazónicos han listado especies de plantas asociadas como sustratos para hongos silvestres comestibles [33,98]. Vasco y colaboradores [33] encontraron 11 familias de plantas cuyas ramas y troncos son sustratos para los hongos, siendo Euphorbiaceae, Lecythidaceae y Mimosaceae las familias donde crecen la mayoría de los hongos que consumen los indígenas Uitoto y Andoke. En ese estudio, las especies *A. delicata*, *L. concavus* y *L. raphanica*, fueron los hongos más generalistas. En el caso de los hongos consumidos por lo Yanomami, las especies fúngicas más generalistas registradas son *F. tenuiculus*, *L. bertieri*, *L. crinitus*, *P. neostrigosus* y *P. philippinensis*. Además, encontraron 12 familias de plantas asociadas como sustratos, de las familias Fabaceae, Sapotaceae y Urticaceae [98]. Considerando los resultados expuestos, contribuimos con tres nuevas familias (Asteraceae, Boraginaceae y Vochysiaceae) (**Tabla 7**) con fuertes interacciones con hongos silvestres comestibles lignícolas y además reportamos a *L. tricholoma* como una especie generalista (**Figura 8**).

Se ha demostrado que la baja exclusividad de hospederos para hongos saprófitos en bosques tropicales ocurre por la alta diversidad de hospederos disponibles [12] a diferencia de ambientes con baja riqueza de especies de plantas, y donde la exclusividad y /o la recurrencia de hospederos se observan más fácilmente [169]. Costa y Pascholati [170] hallaron que en la hojarasca de dos especies de árboles en la Mata Atlántica (Brasil) comparten una cantidad significativa de hongos saprofitos- La similitud de comunidades fúngicas se debe a que ambas especies de plantas pertenecen a familias botánicas filogenéticamente relacionadas, poseen características bioquímicas similares y coexisten espacialmente. Este estudio encontró una gran diversidad de hospederos de los hongos que consumen las comunidades kichwa, y que

estas especies de plantas son consideradas útiles y que habitan en los sistemas agroforestales denominados tradicionalmente chagras [137,171]. Mediante el análisis de interacción de especies, se observaron módulos en la red. Los módulos uno y dos muestran que la mayoría de los hongos tienen una alta recurrencia en huéspedes con una densidad de madera ligera a muy ligera, pertenecientes a 12 de las 15 familias de plantas reportadas (**Figura 9**). La mayoría de estas plantas ofrecen grandes superficies para la colonización de hongos. Wong y Hyde [172] sugieren que las superficies leñosas y persistentes son caracteres que parecen favorecer el alto contenido de hongos y que es poco probable que las plantas herbáceas más pequeñas de vida corta puedan albergar la misma diversidad de hongos. No obstante, se halló a la especie *Manihot esculenta* como hospedera exclusiva para *L. crinitus* y *P. strigellus*. Esto concuerda con lo encontrado por Sanuma y colaboradores [98] quienes registraron que en zonas de cultivo recién abiertas para la siembra de yuca (*Manihot esculenta*), aparecen especies como *L. bertieri*, *L. crinitus*, *P. neostrigosus*, *P. strigellus* y *P. velutinus*. Estos mismos autores mencionan que posterior a los cuatro años esta zona se abandona y se deja regenerar al bosque, en los troncos podridos que quedan de la tala y quema de los árboles, comienzan a crecer otras especies de hongos como: *F. tenuiculos*, *H. fimbriatus*, *L. tricoloma*, *L. raphanica*, *L. concavus*, *P. albidus*, *P. djamor*, *P. philippinensis*, *P. aff. thailandensis* y *P. acuoso* existiendo una sucesión de las especies de hongos influenciadas por las nuevas características del lugar.

El tercer módulo en general presenta especies de densidad de madera alta y ligera, pero probablemente esté mejor explicada por las etapas seccionales de las especies de plantas dentro de la chagra (**Figura 9**). Este módulo está compuesto por especies de plantas remanentes de bosque, de sucesión tempranas y secundaria, junto con especies cultivadas

como el café (*Coffea* sp) o el cacao blanco (*T. bicolor*) que requieren varios años para producir, ofreciendo mayor cobertura foliar para el crecimiento de los hongos. Si bien se ha encontrado que la densidad de la madera está correlacionada con las comunidades de hongos, es preciso considerar otros factores como el estado de descomposición, distancia al suelo, el diámetro y el volumen de la madera [173] para una mejor interpretación del ensamblaje de las comunidades fúngicas.

La mayoría de las plantas asociadas son dicotiledóneas; solamente una monocotiledónea, la palma *Bactris gasipaes* cuya densidad de madera fue la más alta (**Tabla 7**). Esta palma presentó bajos valores en el número de conexiones y fuerza de interacción con las especies *F. tenuiculus*, *Marasmiellus* sp. 1 y *S. commune* (**Figura 8-9**), pero es hospedero exclusivo de estos hongos. Como se ha evaluado en otras especies de palmas, estas son altamente resistentes al ataque de hongos [174–176]. Sin embargo, se ha demostrado que los hongos de pudrición blanca como *F. tenuiculus* y *S. commune* poseen una capacidad enzimática inespecífica, que cataliza la degradación de la lignina, celulosa y hemicelulosa, componentes de la pared celular de la madera [155,177,178]. Algunos sin embargo, remueven la lignina más rápidamente, dejando la degradación de la celulosa en segundo lugar y creando condiciones más favorables para una sucesión fúngica del sustrato, por especies con diferentes habilidades de pudrición y especialización ecológica [178,179]. Entre estas especies están los microhongos de pudrición blanda que juegan un papel fundamental en la degradación de la madera en las últimas etapas de descomposición en los ecosistemas [179]. Si bien no lo estamos observando en red construida, está ocurriendo un cambio sucesional fúngico con esta palma en las chagras, facilitado por los hongos de pudrición blanca.

La especie *Piptocoma discolor* (Asteraceae) resultó ser concentrador de módulo, presentando relaciones altamente fuertes con todos los hongos que conforman su módulo en la red (**Figura 9-10**). Es un árbol de madera blanda y crecimiento rápido, por lo que su densidad es muy ligera facilitando la colonización y degradación por hongos [12,180]. La especie tiene altas tasas de germinación y es abundante en claros de bosque y bosques secundarios tempranos [180]. Su madera es aprovechada por las comunidades indígenas, y representan un ingreso importante en algunas zonas rurales de la provincia de Napo [137,181], por lo que siempre hay un abasteciendo constante de esta materia orgánica en los suelos de la chagra, postulándolo como un potencial sustrato en casos de realizar aprovechamientos sostenibles para comercialización.

Por otra parte, *Acacia glomerosa* (Fabaceae) y *Cecropia peltata* (Urticaceae) fueron conectoras dentro de la red, constituyendo una fuente importante de alimento para los hongos (**Figura 9-10**). Aunque ambas especies de plantas habiten zonas distintas en la chagra, una es pionera en zonas de claros y rastrojo y la otra prefiere bosques secundarios, tienen una ocurrencia similar de macromicetes. Por tanto, estos dos hospederos le permiten a los macrohongo una distribución en toda la chagra desde las zonas más abiertas de cultivo a las que están en proceso de regeneración. Esto es similar a lo que han reportado por Carranza [182] quien encontró que las comunidades de descomponedores en madera de Roble (*Quercus* spp.) no varían en fragmentos de bosques primarios comparados con los de bosques en regeneración que se encuentren cercanos y comparten condiciones climáticas semejantes [182].

4.3. Épocas de fructificación

Se demostró que hay cierta estacionalidad en la producción de cuerpos fructíferos, con una mayor abundancia entre julio y septiembre (**Figura 11**). El comportamiento irregular de las fructificaciones de especies saprófitas lignícolas en relación con las precipitaciones puede deberse a que reciben la humedad desde el tronco o la rama en descomposición, funcionando como un reservorio de agua, en comparación con especies terrícolas o micorrizas que dependen mucho más de las precipitaciones puntuales para su fructificación [24,25]. Toledo y colaboradores [17] indicaron que la adición continua de residuos frescos en un ambiente con alta humedad relativa podría proporcionar suficiente humedad para actuar en el proceso de descomposición de los mismos, sin importar el período de lluvias. Esto concuerda con el informe de Mabolaji y colaboradores [24] en el bosque tropical de la Reserva forestal de ciencias de la contaminación ambiental y tecnología (ENPOST), quienes también reportan el crecimiento de hongos saprófitos a lo largo del año. En un ambiente altamente estacional resultará naturalmente en un período de fructificación más definido que un ambiente con una variación estacional menos pronunciada [183,184], como en caso del área de estudio.

La riqueza de especies se correlacionó con la precipitación correspondiente al mes anterior de haber fructificado, mientras que las abundancias estuvieron relacionadas directa y positivamente con los meses de baja precipitación (**Tabla 8-9**). Contrario a lo reportado para los hongos comestibles utilizados por los Yanomami en Brasil, quienes en los meses de menor precipitación recolectan menos cuerpos fructíferos, debido a que se endurecen y se secan rápidamente; mientras que en la estación lluviosa, entre los meses de abril y septiembre, cuando llueve mucho, los cuerpos fructíferos se pueden recolectar hasta por tres días después

de su aparición [98]. No obstante, tanto los Yanomami como los kichwa recolectan hongos todo el año (**Figura 12**). Probablemente, el acceso al recurso durante todo el año y la relativa facilidad de recolectarlo en las chagras ha hecho que las personas de estos pueblos no hayan desarrollado un sistema para conservar los hongos para consumos futuros. Para el caso de los Yanomami, el proceso de deshidratación se fue desarrollando en estos últimos 3 años que empezaron a comercializar las especies.

Por otra parte, los micelios de los hongos necesitan un período de tiempo para acumular energía potencial para formar cuerpos fructíferos [22,185]. Li y colaboradores [183] concluyeron que la temperatura y la lluvia en sitios tropicales puede conducir a una acumulación de energía más temprana en las primeras etapas del crecimiento de los macrohongos conllevando a que los periodos de fructificación sean más largos y constantes. Los datos meteorológicos (**Tabla 8**) muestran que todos los meses hay periodos con condiciones favorables para las fructificaciones permitiendo una cosecha más larga en comparación a zonas templadas [183]. Por lo tanto, estos resultados concuerdan con la percepción de las personas en que la mayoría de las especies fructifiquen todos los meses del año, aunque probablemente esta percepción está condicionada a las especies de mayor preferencia para ellos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio es la primera contribución al conocimiento etnomicológico de la diversidad de hongos comestibles para las comunidades kichwa asentados en la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Colonso Chalupas, Napo. Se constituye como una línea base para un modelo de aprovechamiento integral de este recurso por parte de la población indígena de la zona.

Los pobladores de las dos comunidades consumen una total de 12 especies saprófitas que se encuentran en la chagra y bosque. Tres especies de hongos mostraron gran aceptación cultural definida por la abundancia, importancia económica y buen sabor: *Favolus tenuiculus* (215.35), *Favolus* sp.1 (153.47) y *Lentinus concavus* (117.70). Por lo tanto, se constituyen como potenciales de ser aprovechados para la comercialización, siempre y cuando exista acompañamiento pertinente de instituciones gubernamentales y la academia, que se valore el recurso como típico de la zona y que se fomente su consumo local.

Por otra parte, *C.speciosa* y *S. commune*, aunque no resultaron con un alto valor cultural, tienen un valor agregado importante por sus propiedades medicinales utilizadas por grupos indígenas en África y Centroamérica. Por lo tanto, este tipo de hongos requieren de atención y estudio para potenciar su uso y valor en la zona.

Las plantas donde crecen la mayoría de los HSC de los kichwa de Napo son las especies arbóreas *P. discolor*, *Inga* sp. y *C. alliodora*. Estas especies suelen ser abundantes en las chagras y frecuentemente utilizadas por la población kichwa, especialmente *C. alliodora* y *P. discolor*, por su madera. Considerando que las especies HSC consumidas en estas comunidades son

todas lignícolas y que los desechos forestales y residuos de la agricultura se pueden aprovechar como sustratos para el cultivo de estos hongos. El cultivo es una alternativa para la conservación de las especies y el uso de un recurso genético nativo.

Los hongos utilizados por ambas comunidades de estudio se encuentran prácticamente durante todo el año, lo que posiblemente se deba a las condiciones climáticas favorables. La limitación recae en la capacidad de los estos hongos para alcanzar y colonizar nuevos sustratos. Por lo cual, una estrategia para acelerar los procesos de descomposición *in-situ* sería inocular algunos de estos HSC en sustratos leñosos residuales posterior a las operaciones de agricultura y aprovechamiento forestal. Por lo tanto, se recomienda realizar ensayos de este tipo y continuar con el conocimiento ecológico de estas especies.

Entre las especies que se recomienda para cultivo está *P. djmor*, el cual, aunque de bajo consumo, debido a la dificultad de encontrarlo fresco, la población kichwa del Napo aprecia su sabor y textura. Además, ya existen experiencias de cultivo y podría representar una especie con gran aceptación semejante a otra especie que se comercializan actualmente en Napo, los hongos del Sumaco (*Pleurotus ostreatus*).

Por otra parte, la información refleja que el conocimiento de los kiwcha acerca de los hongos es asociativo y práctico, integrando aspectos como sus estructuras morfológicas, época de crecimiento, sustratos y tipos de vegetación propicios para su desarrollo. Si bien, la población kichwa de ambas comunidades reconocen a los hongos como un alimento importante dentro de su dieta, es necesario socializar con ellos el rol ecológico que cumplen estos organismos dentro de sus chagras y bosque. De esta manera, mostrando los beneficios que aportan, se

pueda introducir cambios en las prácticas tradiciones de colecta que podría diezmar la producción de cuerpos fructíferos e impulsar otras prácticas innovadoras que mejoren la producción y genere un ingreso representativo para ellos. Por ejemplo, colectar con navaja y regar el área de colecta o aclareo que forman hábitats con baja competencia para la producción de hongos pioneros.

Como complemento a los resultados de este estudio, se sugiere continuar con tres actividades a corto plazo: 1) utilización de herramientas moleculares para una verificación contundente de las especies identificadas por técnicas tradicionales, debido a la plasticidad fenotípica que poseen algunas especies de HSC, 2) obtención de cepas de estos organismos útiles para el banco de microorganismos de la Universidad Regional Amazónica Ikiam para futuras investigaciones y 3) análisis de propiedades nutricionales de los HSC utilizados por las comunidades kichwa del Napo, ya que actualmente la información disponible es escasa y se engloba únicamente para especies mundialmente conocidas y para pocos géneros.

Sería pertinente que de especies como *A. delicata*, *C. speciosa* y *S. commune*, que se utilizan en otras partes como medicinales se verifique las propiedades locales ya que añadiría valor a las especies y conocimiento de uso local. Esperamos que hallazgos sobre las propiedades nutricionales y medicinales de los hongos puedan aprovecharse para el desarrollo de nuevos productos culinarios y medicinales fomentando su manejo sostenible y consumo.

6. REFERENCIAS

1. Hawksworth DL, Lücking R. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiol Spectr.* 2017;5. doi:10.1128/microbiolspec.funk-0052-2016
2. Aarosan S. The Cambridge Word History of food. *Fungi.* 2000. pp. 313–335. doi:doi:10.1017/CHOL9780521402149.033
3. Kuhar J, Castiglia V, Papinutti V. Reino Fungi: morfologías y estructuras de los hongos. 2013.
4. Nieuwenhuis BPS, James TY. The frequency of sex in fungi. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2016;371. doi:10.1098/rstb.2015.0540
5. Zeyl C. The role of sex in fungal evolution. *Curr Opin Microbiol.* 2009;12: 592–598. doi:10.1016/j.mib.2009.09.011
6. Choi JJ, Kim SH. A genome Tree of Life for the Fungi kingdom. *Proc Natl Acad Sci.* 2017;114: 9391–9396. doi:10.1073/pnas.1711939114
7. Franco-Molano AE, Vasco-Placios AM, Alberto L-PC, Teun B. Macrohongos de la Región del Medio Caquetá-Colombia. Medellín; 2005.
8. Naranjo-ortiz MA, Gabald T. Fungal evolution : diversity , taxonomy and phylogeny of the Fungi. 2019;94: 2101–2137. doi:10.1111/brv.12550
9. Mueller GM, Schmit JP, Leacock PR, Buyck B, Cifuentes J, Desjardin DE, et al. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers Conserv.* 2007;16: 37–48. doi:10.1007/s10531-006-9108-8
10. Hawksworth DL. Hawksworth2001. *Mycol Res.* 2001;105: 1422–1432.
11. Mueller GM, Schmit JP, Leacock PR, Buyck B, Cifuentes J, Desjardin DE, et al. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers Conserv.* 2007;16: 37–48. doi:10.1007/s10531-006-

9108-8

12. Zhou D, Hyde KD. Host-specificity, host-exclusivity, and host-recurrence in saprobic fungi*. *Br Mycol Soc.* 2001;105: 1449–1457.
13. Lodge DJ, Ammirati JF, O'Dell TE, Mueller GM. BIODIVERSITY OF FUNGI: Collecting and Describing Macrofungi. 2004; 128–158.
14. Halbwachs H, Simmel J, Bässler C. Tales and mysteries of fungal fruiting: How morphological and physiological traits affect a pileate lifestyle. *Fungal Biol Rev.* 2016;30: 36–61.
doi:10.1016/j.fbr.2016.04.002
15. Urcelay C, Robledo G, Heredia F, Morera G, Garcia Montaña F. Hongos de la madera en el arbolado urbano de Córdoba. 2012.
16. Miles P, Chang S-T. *Mushroom Biology: Concise Basics and Current Developments.* 1997.
17. Toledo CV, Barroetaveña C, Rajchenberg M. Fenología y variables ambientales asociadas a la fructificación de hongos silvestres comestibles de los bosques andino-patagónicos en Argentina Phenology and environmental variables associated to the fruiting of wild edible mushrooms from Andean-Patagonia. *Rev Mex Biodivers.* 2014;85: 1093–1103.
doi:10.7550/rmb.40010
18. Tomao A, Antonio J, Martínez J, Aragón D. Forest Ecology and Management Is silviculture able to enhance wild forest mushroom resources ? Current knowledge and future perspectives. *For Ecol Manage.* 2017;402: 102–114. doi:10.1016/j.foreco.2017.07.039
19. Avendaño IP, Medina ES. Efecto de la estructura de la vegetación sobre la distribución y riqueza de macro hongos en Isla Palma, Pacífico Colombiano. *bol.cient.mus.hist.nat.* 2015;19: 251–262. doi:10.17151/bccm.2015.19.2.16

20. Valenzuela E, Moreno G, Garnica S, Ramirez C. Micosociología en bosques nativos de *Nothofagus* y plantaciones de *Pinus radiata* en la X Region de Chile: diversidad y rol ecológico. *Rev Chil Hist Nat.* 1998;71: 133–146.
21. Barroetaveña C, Toledo C, Rajchenberg M. Hongos comestibles silvestres de las plantaciones forestales y praderas de la región Andino Patagónica de Argentina. 2016.
22. Büntgen U, Kauserud H, Egli S. Linking climate variability to mushroom productivity and phenology. *Front Ecol Environ.* 2012; 14–19. doi:10.1890/110064
23. Karavani A, De Cáceres M, Martínez de Aragón J, Bonet JA, de-Miguel S. Effect of climatic and soil moisture conditions on mushroom productivity and related ecosystem services in Mediterranean pine stands facing climate change. *Agric For Meteorol.* 2018;248: 432–440. doi:10.1016/j.agrformet.2017.10.024
24. Adeniyi M, Odeyemi Y, Odeyemi O. Ecology , diversity and seasonal distribution of wild mushrooms in a Nigerian tropical forest reserve. *Biodiversitas J Biol Divers.* 2018;19: 285–295. doi:10.13057/biodiv/d190139
25. Toledo CV, Barroetaveña C, Rajchenberg M. Fenología y variables ambientales asociadas a la fructificación de hongos silvestres comestibles de los bosques andino-patagónicos en Argentina. *Rev Mex Biodivers.* 2014;85: 1093–1103. doi:10.7550/rmb.40010
26. Martínez de Aragón J, Riera P, Giergiczny M, Colinas C. Value of wild mushroom picking as an environmental service. *For Policy Econ.* 2011;13: 419–424. doi:10.1016/j.forpol.2011.05.003
27. Dighton J. *Fungi in Ecosystem Processes*. *Fungi in Ecosystem Processes, Second Edition.* 2016. doi:doi:10.1201/b19652-1
28. Ávila Akerberg V, González Martínez T. Biodiversidad , Servicios ecosistémicos y los Objetivos

del Desarrollo Sostenible en México Víctor. 2020.

29. Furci G, Godoy R. Artículo de revisión Estado del arte de la conservación del reino Fungi en Chile State of the art in the conservation of the kingdom Fungi in Chile Resumen. 2018.
30. Moore D, Robson GD, Trinc APJ. Guidebook to Fungi 21st Century. 2011.
31. Sato H, Morimoto S, Hattori T. A Thirty-Year Survey Reveals That Ecosystem Function of Fungi Predicts Phenology of Mushroom Fruiting. PLoS One. 2012;7: 1–8.
doi:10.1371/journal.pone.0049777
32. Fernández R. Las micorrizas: desenterrando un tesoro. Agric Org. 2008; 22–25.
33. Vasco-Palacios A, Suaza S, Castaño-Betancur M, Franco-Molano A. Conocimiento etnoecológico de los hongos entre los indígenas Uitoto, Muinane y Andoke de la Amazonía Colombiana. Acta Amaz. 2008;38: 17–28. doi:10.1590/S0044-59672008000100004
34. Boa E. Los Hongos silvstres. Food Agric Organ United Nations. 2005; 30.
35. Croitoru L. Valuing the non-timber forest products in the Mediterranean region. Ecol Econ. 2007;63: 768–775. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.01.014
36. Kim H, Song M. Analysis of traditional knowledge for wild edible mushrooms consumed by residents living in Jirisan National Park (Korea). J Ethnopharmacol. 2014;153: 90–97.
doi:10.1016/j.jep.2013.12.041
37. Kaliyaperumal, Malarvizhi; Kezo, Kezhocuyi; Gunaseelan S. A GLOBAL OVERVIEW OF EDIBLE MUSHROOMS. Biology of Macrofungi. 2018. pp. 361–377. doi:10.1007/978-3-030-02622-6
38. Krupodorova T, Barshteyn V, Pokas E. Antibacterial Activity of Fomitopsis Betulina Cultural Liquid. EUREKA Life Sci. 2019;6: 10–16. doi:10.21303/2504-5695.2019.001066

39. Guzmán G. NEW TAXONOMICAL AND ETHNOMYCOLOGICAL OBSERVATIONS ON PSILOCYBE S.S. (FUNGI, BASIDIOMYCOTA, AGARICOMYCETIDAE, AGARICALES, STROPHARIACEAE) FROM MEXICO, AFRICA AND SPAIN. *Acta Botánica Mex.* 2012;100: 79–106.
40. Hyde KD, Xu J, Rapior S, Jeewon R, Lumyong S, Niego AGT, et al. The amazing potential of fungi : 50 ways we can exploit fungi industrially The amazing potential of fungi : 50 ways we can exploit fungi industrially. *Fungal Divers.* 2019. doi:10.1007/s13225-019-00430-9
41. Frutos P De. Forest Policy and Economics Changes in world patterns of wild edible mushrooms use measured through international trade flows. *For Policy Econ.* 2020;112: 102093. doi:10.1016/j.forpol.2020.102093
42. Hilszczańska D. Medicinal properties of macrofungi. *For Res Pap.* 2015;73: 347–353. doi:10.2478/v10111-012-0033-1
43. Mázquez-Mendoza S. Nuevo hospedero del hongo *Schizophyllum commune* en América New host for the mushroom *Schizophyllum commune* in America. *Rev Mex Biodivers.* 2013;84: 661–663. doi:10.7550/rmb.31611
44. Grassi EM, Romano GM, Schenone NF. Macrohongos presentes en un área de manejo regenerativo de bosque de Mata Atlántica (Misiones, Argentina). *Bol la Soc Argentina Bot.* 2016;51: 223–233. doi:10.31055/1851.2372.v51.n2.14835
45. Córdor Fierro SD, Quezada Zambrano RF. Micotectura: Una alternativa orgánica al positivo escultórico utilizando residuos de hongos a partir de micelio de setas grises. Universidad Central de Ecuador. 2019. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
46. Rai R, Yadav M, Singh SK. *Mushroom Biology and Biotechnology.* Solan: Mushroom Society of India; 2007.

47. Garibay-Orijel R, Córdova J, Cifuentes J, Valenzuela R, Estrada-Torres A, Kong A. Integrating wild mushrooms use into a model of sustainable management for indigenous community forests. *For Ecol Manage.* 2009;258: 122–131. doi:10.1016/j.foreco.2009.03.051
48. Ruan Soto F, Mariaca Méndez R, Cifuentes Blanco J, Limón Aguirre F, Pérez Ramírez L, Sierra Galván S. Nomenclatura, Clasificación y Percepciones Locales Acerca de los Hongos en dos Comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Etnobiología.* 2007;5: 1–20.
49. López Camacho R. Productos Forestales no Maderables: Importancia e Impacto de su Aprovechamiento. *Colomb For.* 2014;11: 215.
doi:10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2008.1.a14
50. Melgarejo E. Algunos usos de los hongos silvestres de bolivia en el contexto sudamericano. *Kempffiana.* 2015;11: 48–65.
51. Kamalebo HM, Nshimba H, Wa S, Ndabaga CM. Uses and importance of wild fungi: traditional knowledge from the Tshopo province in the Democratic Republic of the Congo. *J Ethnobiol Ethnomed.* 2018;14: 1–12. doi:10.1186/s13002-017-0203-6
52. Kamalebo HM, De Kesel A. Wild edible ectomycorrhizal fungi : an underutilized food resource from the rainforests of Tshopo province (Democratic Republic of the Congo). *J Ethnobiol Ethnomed.* 2020;16: 1–13.
53. Osarenkhoe OO, John OA, Theophilus DA. *Ethnomycological Conspectus of West African Mushrooms : An Awareness Document.* 2014;2014: 39–54.
54. Garden MB, Garden MB. Edible mushrooms of the Zambezi woodland area . A nutritional and ecological approach. 1997.
55. Garden MB, Garden MB. Champignons comestibles des forêts denses d ' Afrique centrale

Taxonomie et identification Hugues Eyi Ndong. 2011.

56. Benítez-Badillo G, Alvarado-Castillo G, Nava-Tablada ME, Pérez-Vázquez A. Análisis del marco regulatorio en el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en México. *Rev Chapingo, Ser Ciencias For y del Ambient.* 2013;19: 363–374.
doi:10.5154/r.rchscfa.2012.09.055
57. Kim H, Song MJ. Analysis of traditional knowledge for wild edible mushrooms consumed by residents living in Jirisan National Park (Korea). *J Ethnopharmacol.* 2014;153: 90–97.
doi:10.1016/j.jep.2013.12.041
58. Capello García S, López-Hernandez E, Sánchez-Leon V. Educación ambiental para conocimiento y uso de hongos en una comunidad chontal. Olcuatitán, Nacajuca. Tabasco. *Horiz Sanit.* 2006;5: 44–54. Available:
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Educación+ambiental+para+conocimiento+y+uso+de+hongos+en+una+comunidad+chontal.+Olcuatitán,+Nacajuca.+Tabasco#0>
59. Burrola-Aguilar C, Montiel O, Garibay-Orijel R, Zizumbo-Villareal L. Conocimiento tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres en la región de Amanalco, Estado de México. *Rev Mex Micol.* 2012;35: 1–16.
60. Garibay-Orijel R, Caballero J, Estrada-Torres A, Cifuentes J. Understanding cultural significance, the edible mushrooms case. *J Ethnobiol Ethnomed.* 2007;3: 1–18. doi:10.1186/1746-4269-3-4
61. Estrada-Martínez E, Guzmán G. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). *Interciencia.* 2009;34: 25–33. doi:10.1016/j.foodchem.2013.03.061

62. Caamal-caamal LG, Montoya A, Trejo-hernández L. State of the art in the traditional knowledge of the wild mushrooms in the Tlaxcala state , Mexico Estado del arte relativo al conocimiento tradicional de los hongos silvestres en el estado de Tlaxcala , México. 2017.
63. Garibay-Orijel R, Martínez-Ramos M, Cifuentes J. Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Rev Mex Biodivers.* 2009;80: 521–534. doi:10.22201/ib.20078706e.2009.002.615
64. Kauserud H, Stige LC, Vik JO, Økland RH, Høiland K, Stenseth NC. Mushroom fruiting and climate change. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2008;105: 3811–3814. doi:10.1073/pnas.0709037105
65. Amaranthus MP. The Importance and Conservation of Ectomycorrhizal Fungal Diversity in Forest Ecosystems: Lessons From Europe and the Pacific Northwest. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1998.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2006.06.006>
66. Pautasso M, Zotti M. Macrofungal taxa and human population in Italy's regions. *Biodivers Conserv.* 2009;18: 473–485. doi:10.1007/s10531-008-9511-4
67. Egli S, Peter M, Buser C, Stahel W. Mushroom picking does not impair future harvests – results of a long-term study in Switzerland. *Biol Conserv.* 2005;9: 271–276.
doi:10.1016/j.biocon.2005.10.042
68. Hua R, Chen Z, Fu W. An Overview of Wild Edible Fungi Resource Conservation and Its Utilization in Yunnan. 2017;9: 158–169. doi:10.5539/jas.v9n5p158
69. Estrada-Martínez E, Garibay-Orijel R. ¿Qué es un estudio etnomicológico? *Derroteros de la Etnomicología.* 2000; 8.
70. Ongabi KY, Gho MA, Arrera DMA. E Thnomycological Studies on Wild Mushrooms in C

- Ameroon , C Entral a Frica. Africa (Lond). 2004;16: 34–36.
71. Ruan-Soto F. 50 años de etnomicología en México. Lacandonia. 2017;1: 97–108.
72. Ruan-Soto, F. Cifuentes J, Mariaca, R. Limón, F. Pérez-Ramírez, L. Sierra S. Uso y manejo de hongos silvestres en dos comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Rev Mex Micol. 2009;29: 61–72.
73. Ruan Soto JF, Pérez Ramírez L, Cifuentes Blanco J, Ordaz Velázquez M, Cruz Solís A, del Valle Y, et al. Hongos de los lacandones de Naha y Metzabok : guía ilustrada de macromicetos. 2017. Available: http://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/GUIA_ILUSTRADA_DE_MACROMICETOS.pdf
74. Uprety Y, Asselin H, Bergeron Y, Doyon F, Boucher J-F. Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: Practices and applications. Écoscience. 2012;19: 225–237. doi:10.2980/19-3-3530
75. Li D-W, Castañeda-Ruiz RF, LaModia J. Evolution of Fungi and Update on Ethnomycology. Biology of microfungi. Springer International Publishing Switzerland; 2016. pp. 127–145. doi:10.1007/978-3-319-29137-6
76. Prieto Acosta MG. Conocimiento indígena tradicional: el verdadero guardián del oro verde. Boletín Antropol Univ Antioquia. 2004;18: 132–164.
77. Martínez-Carrera D, Curvetto N, Sobal M, Morales P, Mora V. Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. 2010. Available: https://books.google.com.ec/books?id=k3Ev9gzvlikC&source=gbs_slider_cls_metadata_0_mylibrary&redir_esc=y

78. Vargas-Isa R, Ishikawa NK, Py-Daniel V. Contribuições etnomicológicas dos povos indígenas da Amazônia. *Biota Amaz.* 2013;3: 58–65.
79. Henkel TW, Aime MC, Chin M, Andrew C. Edible mushrooms from Guyana. *Mycologist.* 2004;18: 104–111. doi:10.1017/S0269915X04003027
80. Gamboa-Trujillo P, Wartchow F, Cerón-Martínez C, Andi D, Uwinjin P, Grefa G, et al. Edible Mushrooms of Ecuador: consumption, myths and implications for conservation. *Ethnobot Res Appl.* 2019;18. doi:10.32859/era.18.38.1-15
81. Cano A, Romero L. Valor económico, nutricional y medicinal de los hongos comestibles silvestres. *Rev Chil Nutr.* 2016;43: 75–80.
82. Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V, Pizzoferrato L. Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. *Food Chem.* 1999;65: 477–482. doi:10.1016/S0308-8146(98)00212-X
83. FAO. Productos forestales no madereros. 2000; 81–97.
84. Mayett Y, Martínez-Carrera D. El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la seguridad alimentaria de México * Resumen Abstract Introducción Aspectos metodológicos B . Proporción de. 2015.
85. Martínez-Carrera D, Larqué-Saavedra A, Aliphath M, Aguilar A, Bonilla M, Martínez W. La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México. 2000; 1–12.
86. Wahlén CB. Forest Policy and Economics Opportunities for making the invisible visible : Towards an improved understanding of the economic contributions of NTFPs. *For Policy Econ.*

2017; 0–1. doi:10.1016/j.forpol.2017.04.006

87. M.N. A, P. S, eds. Productos forestales, medios de subsistencia y conservacion: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. volumen 3 - America Latina. Prod For medios Subsist y Conserv Estud caso sobre Sist manejo Prod For no maderables Vol 3 - Am Lat. 2004; 1–22. doi:10.17528/cifor/001489
88. de la Peña V G, Illsley C. Los productos forestales no maderables : su potencial económico , social y de conservación. Ecológica. 2001; 1–6.
89. Andrade J, Malagón O, Piepenbring M, Armijos C. Etnomicología y valor nutricional de macrohongos silvestres de la comunidad indígena saraguro en el sur del Ecuador. Bol Soc Micol Madrid. 2012;36: 193–202.
90. He J, Zhou Z, Yang H. Integrative Management of Commercialized Wild Mushroom: A Case Study of Thelephora ganbajun in Yunnan, Southwest. Environ Manage. 2011;2004: 98–108. doi:10.1007/s00267-011-9691-7
91. Yun W, Hall IR. Edible ectomycorrhizal mushrooms : challenges and achievements 1. Can J Bot. 2004;82: 1063–1073. doi:10.1139/B04-051
92. Martínez A, Zárate M, Comestibles LH, Santa S De, Del C, México E De, et al. LOS HONGOS COMESTIBLES SILVESTRES DE SANTA CATARINA DEL MONTE, ESTADO DE MÉXICO. 2007.
93. Mueller GM. Mushroom, Bracket and Puffball Specialist Group. Species Surviv Comm. 2018.
94. UICN. THE GLOBAL FUNGAL RED LIST. 2010. Available: <http://iucn.ekoo.se/en/iucn/welcome>
95. Jiménez-Ruiz A, Thomé-Ortiz H, Espinoza-Ortega A, Bordi IV. Aprovechamiento recreativo de los hongos comestibles silvestres: Casos de micoturismo en el mundo con énfasis en México. Bosque. 2017;38: 447–456. doi:10.4067/S0717-92002017000300002

96. García Lázaro A. El aprovechamiento micológico como vía de desarrollo rural en España: las facetas comercial y recreativa). *An Geogr la Univ Complut.* 2008;28: 111–136. Available: <http://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/view/AGUC0808220111A/30836>
97. Camón Aramendi C. *COMERCIALIZACIÓN DE SETAS SILVESTRES EN ESPAÑA. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA Y SU PROBLEMÁTICA.* Universidad Rey Juan Carlos. 2019.
98. Sanuma, Oscar Ipoko Tokimoto K, Sanuma C, Autuori (ISA/USP), Joana Sanuma, Lukas Raimundo Sanuma M, Martins (ISA), Moreno Menolli Jr., Saraiva Nelson Kazue Ishikawa, Noemia Apiamö RM. *Ana amopö Cogumelos Enciclopédia dos Alimentos Yanomami (Sanöma).* 2016.
99. Gonzáles D. *LOS PRODUCTOS NATURALES NO MADERABLES (PNNM) EN COLOMBIA : Estado del arte de la investigación y otros aspectos.* 2003.
100. Añazco M, Manolo M, Palacios W, Vega E, Cuesta AL. *Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible.* 2010.
101. Ministerios del Ambiente y Agua. *Anexos de la Propuesta normativa de los Productos Forestales No Maderables.* 2018.
102. Ministerio del Ambiente y Agua. *Propuesta Normativa: Lineamientos técnicos para el manejo y apovechamientos sostenibles de productos forestales no maderables (PFNM).* 2018.
103. Ministerios del Ambiente y Agua. *Normativa sobre el manejo y aprovechamiento sostenible de los Productos Forestales No Maderables (PFNM).* Available: <https://www.ambiente.gob.ec/normativa-sobre-el-manejo-y-aprovechamiento-sostenible-de-los-productos-forestales-no-maderables-pfnm/>
104. Alavarado-Castillo G, Benítez G. *El enfoque de agroecosistemas como una forma de*

- intervención científica en la recolección de hongos silvestres comestibles. *Trop Subtrop agroecosystems*. 2009;10: 531–539.
105. Ministerios Coordinador del Patrimonio. Nacionalidades y Pueblos Indígenas, y políticas interculturales en Ecuador: Una mirada desde la educación. 2000. Available: https://www.unicef.org/ecuador/nacionalidades_y_pueblos_indigenas_web_Parte1.pdf
 106. Bravo Velásquez E. Apunte sobre la biodiversidad del Ecuador. 2014.
 107. Cruz D. Diversidad hongos del Ecuador. 2020.
 108. Batalas Molina R del C, Gamboa-Trujillo JP. Caracterización morfológica y molecular de cuatro especies de macrohongos comestibles y medicinales en zonas de cultivo de la comunidad Kichwa de Oglán-Pastaza, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 2016.
 109. Gamboa-Trujillo PJ, Wartchow F, Ceron C, Aules E, Aigaje C, Calvalcanti L, et al. Traditional use of *Gymnopus nubicola* as food resource in a Kichwa community, Pichincha, Ecuador. *Mycosphere*. 2014;5: 180–186. doi:10.5943/mycosphere/5/1/9
 110. Herrea Defáz MC. Evaluación de la aceptación de hongos comestibles, hongos del pino, (*Suillus luteus*) en la dieta de las familias de la comunidad de Guayama Grande en el Periodo Julio.Octubre 2018. *Journal of Materials Processing Technology*. 2018. doi:10.1109/robot.1994.350900
 111. Blanco D, Fajardo J, Verde A, Rodriguez CA. Etnomicología de los hongos del género *Suillus*, una visión global. *Bol Soc Micol Madrid*. 2004;36: 83–00.
 112. Proaño Egas D. Estudios de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo: Informe nacional, Ecuador. Roma; 2005.
 113. Fierro Conchambay RI. ELABORACIÓN DE PASTAS LARGAS ALIMENTICIAS ENRIQUECIDAS CON

- HONGOS CALLAMBAS (*Suillus luteus*) EN POLVO. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. 2013.
114. Freire Alvarez HE, Vásquez Fernández HW. Propuesta de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de champiñones en la ciudad de Cuenca. 2015.
115. Lasso Guayasamín DE. Formulación de un producto alimenticio a base de hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). UDLA. 2019.
116. Quevedo Castillo LE. Analisis comparativo del manejo tradicional y técnico del cultivo (*Pleurotus ostreatus*), en la Comunidad Pacto Sumaco, Parroquia Jatun Sumaco, Cantón Archidona. Universidad Nacional de Loja. 2016.
117. Torres B, Starnfeld F, Vargas JC, Ramm G, Chapalbay R, Jurrius I, et al. Gobernanza participativa en la Amazonía del Ecuador : recursos naturales y desarrollo sostenible.
118. Turismo de Tusrismo. Emprendimientos Turísticos Napo - Ecuador. 2014. Available: https://www.youtube.com/watch?v=2n-dP9JmzGk&t=12s&ab_channel=MinisteriodeTurismoEcuador
119. Ministerio de Turismo. hongos del sumaco típicos. 2016. Available: https://www.youtube.com/watch?v=Qxnk3zBqpvw&t=2s&ab_channel=EcuadorTV
120. Tamiayura. Sabian que los hongos de acuerdo a su color unos son peligrosos o venenosos y otros alimenticios.? In: Sabian que los hongos de acuerdo a su color unos son peligrosos o venenosos y otros alimenticios.? [Internet]. 2020. Available: https://www.instagram.com/p/CEPqpMCBHHS/?utm_source=ig_web_copy_link
121. Álvarez-Solas S, Ramis L, Zurita-Benavides M, Peñuela-Mora M. Conocimientos Locales Y Usos

- De Los Grandes Mamíferos: Una Herramienta Para Entender Amenazas, Comportamiento Y Distribución De Estas Especies. *Rev Investig Talent.* 2018;5: 17–25. doi:10.33789/talentos.5.80
122. Zurita-Benavides MG, Mogrovejo P, Pauker A. Aspectos Culturales de las Representaciones de Alimentos Buenos y Sabrosos para Poblaciones Kichwa de la Amazonía Ecuatoriana. VII CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA. 2020. pp. 408–414.
123. Novo RM. Del tiempo insostenible y del sentido del tiempo en las comunidades kichwa canelos. *Desacatos Rev Ciencias Soc.* 2013; 111. doi:10.29340/40.259
124. Peñuela-Mora MC, Schwarz A, Monteros-Altamirano Á, Zurita-Benavides MG, Cayapa R, Romero N. Guía de la Agrobiodiversidad. 2016.
125. Zurita-Benavides MG, Mogrovejo P, Paukar A. Para un cuerpo sano, comamos los deliciosos alimentos de la chagra. *Investigación y Desarrollo Cooperación Española con el Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación en Ecuador.* 2020. pp. 52–52.
126. Russell B. RESEARCH METHODS IN ANTROPOLOGY. *East African Medical Journal.* 2000. doi:10.4314/eamj.v77i9.46690
127. Molaes S, Rovere AE. Plantas medicinales, comestibles y aromáticas en cercos vivos de una cudad patagónica de Argentina: características y potencialidades de un recurso poco explorado. 2016;15: 41–52.
128. Salazar V, Enero V. Protocolo de recolección para macrohongos y myxomycetes. 2019.
129. Richeri M, Beeskow AM, Ladio AH. Traditional knowledge and self-sufficiency: Rural herbal medicine in central plain of chubut (Argentina). *Bol Latinoam y del Caribe Plantas Med y Aromat.* 2013;12: 44–58.
130. Gonzalez MA, Arenas-Castro H. Recolección de tejidos biológicos para análisis genéticos. 2017.

131. Ricker M. Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México. 2019. doi:10.13140/RG.2.2.29841.58720
132. Robledo G. MANUAL PARA EL ESTUDIO DE TAXONOMÍA , DIVERSIDAD Y ECOLOGÍA DE POLÍPOROS.
133. Pamela Loor. Clave dicotómica. 11/02/2001. 2001. Available:
http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema5/5_clave.htm
134. Lowy B. The Genus *Auricularia*. *Mycologia*. 1952;44: 656–692.
doi:10.1080/00275514.1952.12024226
135. Alvarenga RLM, Naves LRR, Xavier-Santos S. The Genus *Auricularia* Bull. ex Juss. (Basidiomycota) in Cerrado (Brazilian Savanna) areas of Goiás state and the Federal District, Brazil. *Mycosphere*. 2015;6: 532–541. doi:10.5943/mycosphere/6/5/3
136. Krüger D, Hughes KW, Petersen RH. The tropical *Polyporus tricholoma* (Polyporaceae) — Taxonomy, phylogeny, and the development of methods to detect cryptic species. *Mycol Prog*. 2004;3: 65–79. doi:10.1007/s11557-006-0078-8
137. De la Torre L, Navarrete H, Muriel M P, Macia M, Balslev H. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. 2008. Available: <https://www.puce.edu.ec/portal/wr-resource/blobs/1/PUB-QCA-PUCE-2008-Enciclopedia.pdf>
138. Sutrop U. List Task and a Cognitive Salience Index. *Field methods*. 2001;13: 263–276.
doi:10.1177/1525822X0101300303
139. RDocumentation. Agrupación Jerárquica. In: *hclust* [Internet]. Available:

<https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.6.2/topics/hclust>

140. Ramos-robles M, Andresen E, Díaz-castelazo C, Ramos-robles M, Andresen E. Modularity and robustness of a plant-frugivore interaction network in a disturbed tropical forest disturbed tropical forest. *Écoscience*. 2018;00: 1–14. doi:10.1080/11956860.2018.1446284
141. Martínez-falcón AP, Adrian C, Adriano M. Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. 2019.
142. Tylianakis JM, Laliberté E, Nielsen A, Bascompte J. Conservation of species interaction networks. *Biol Conserv*. 2010;143: 2270–2279. doi:10.1016/j.biocon.2009.12.004
143. Gabrielle V, Gomes N, Valiente-banuet A, Cardoso A. Reproductive phenology of cacti species in the Brazilian Chaco. *J Arid Environ*. 2018; 0–1. doi:10.1016/j.jaridenv.2018.11.001
144. Gonzalez O, Loiselle BA. Species interactions in an Andean bird – flowering plant network : phenology is more important than abundance or morphology. 2016; 1–22. doi:10.7717/peerj.2789
145. Dormann CF. Using bipartite to describe and plot two-mode networks in R. 2020.
146. Williams-linera G, Meave JA. Patrones fenológicos. 2015.
147. Mendoza I. Estadística circular aplicada a la Ecología. 2020; 28–31.
148. Ikiam. Servicio hidrometeorológico Ikiam.
149. Talley SM, Coley PD, Kursar TA. The effects of weather on fungal abundance and richness among 25 communities in the Intermountain West. 2002;11: 7–10.
150. Gamboa-Trujillo JP. INTRODUCCIÓN A LA ETNOMICOLOGÍA DEL ECUADOR. UNIVERSIDAD FEDERAL DE PERNAMBUCO. 2009.

151. Henkel TW, Aime MC, Chin M, Andrew C. Edible mushrooms from Guyana. *Mycologist*. 2004;18: 104–111. doi:10.1017/S0269915X04003027
152. Zent EL. Mushrooms for life among the Jotí in the Venezuelan Guayana. *Econ Bot*. 2008;62: 471–481. doi:10.1007/s12231-008-9039-2
153. Peña-Cañon ER, Enao-Mejía LG. Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la zona de influencia de la Laguna de Fúquene , Andes Nororientales. *Etnobiología*. 2014;12: 13.
154. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Ecosistema. 2012. Available: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
155. Dávila-Arenas C, Sulca-Quispe L, Pavlich-Herrera M. Estudio Etnomicológico De La Micobiota Comestible En Dos Comunidades Nativas Dela Cuenca Alto Madre De Dios , Reserva Biófera del Manu. 2013;1: 121–130.
156. Ruan-Soto F, Ordaz-Velázquez M, García-Santiago W, Pérez-Ovando EC. Traditional Processing and Preservation of Wild Edible Mushrooms in Mexico. 2017;2: 1–5.
157. Debnath S, Debnath B, Das P, Saha AK. Review on an ethnomedicinal practices of wild mushrooms by the local tribes of India. *J Appl Pharm Sci*. 2019;9: 144–156. doi:10.7324/JAPS.2019.90818
158. Iturriaga T, Pfister DH. A monograph of the genus *Cookeina* (Ascomycota, Pezizales, Sarcoscyphaceae). 2006;95: 137–180.
159. Melgarejo E. Dos hongos silvestres comestibles de la localidad de Incachaca , Cochabamba (Yungas de Bolivia). 2014;6: 384–394.
160. Garibay-orijel R, Ramírez-terrazo A, Ordaz-velázquez M. Women care about local knowledge ,

experiences from ethnomycology Women care about local knowledge , experiences from ethnomycology. 2012. doi:10.1186/1746-4269-8-25

161. Mapes C, Bandeira FPS de F, Caballero J, Goez-Neto A. Mycophobic or Mycophilic? A Comparative Ethnomycological Study between Amazonia and Mesoamerica. *Ethnobiol Biocultural Divers Proc Seventh Int Congr Ethnobiol*. 2000; 180–188.
162. Cardoso DBOS, de Queiroz LP, Bandeira FP, Góes-Neto A. Correlations Between Indigenous Brazilian Folk Classifications of Fungi and Their Systematics. *J Ethnobiol*. 2010;30: 252–264. doi:10.2993/0278-0771-30.2.252
163. Uitzil Colli MO. Ectomicorrizas : las redes sociales y nutricionales ocultas en el bosque tropical. 2015;29: 55160.
164. Gomes-silva AC, Soares AM, Ryvar den L. Two new species of *Rigidoporus* (Agaricomycetes) from Brazil and new records from the Brazilian Amazonia. 2013. doi:10.11646/phytotaxa.156.4.1
165. Manual Curso Políporos - version 3-2015 - Robledo - COLOMBIA.pdf.
166. Vidal VES. Recolección Sustentable de Hongos Silvestres Comestibles. 2016. doi:10.13140/RG.2.2.11695.59046
167. Universidad de Cuenca. Tomo II SABIDURÍA AMAZÓNICA. 2012.
168. Rocío E, Luis P. Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la zona de influencia de la Laguna de Fúquene , Andes Nororientales. *Etnobiología*. 2014;12: 13.
169. Nogueira-melo GS, Santos PJP, Gibertoni TB. Host-exclusivity and host-recurrence by wood decay fungi (*Basidiomycota* - *Agaricomycetes*) in Brazilian mangroves. 2017;31: 566–570.

doi:10.1590/0102-33062017abb0130

170. Costa LA, Fernando L, Gusmão P. Characterization saprobic fungi on leaf litter of two species of trees in the Atlantic Forest , Brazil. 2015;1035: 1027–1035.
171. Forestales P, Madereros NO. Frutales y plantas útiles en la vida amazónica.
172. Wong MKM, Hyde KD. Diversity of fungi on six species of Gramineae and one species of Cyperaceae in Hong Kong *. 2001;0.
173. Ottosson E, Stenlid J, Kubartov A. Linking fungal communities to wood density loss after 12 years of log decay. 2015; 1–11. doi:10.1093/femsec/fiv032
174. Li X, Leavengood S, Cappellazzi J, Morrell JJ. LABORATORY DECAY RESISTANCE OF PALMYRA PALM. 2018;20: 353–358. doi:10.4067/S0718-221X2018005003601
175. Ho WH, Hyde KD. Fungal communities on decaying palm fronds in Australia , Brunei , and Hong Kong *. 2001;105: 1458–1471.
176. Hyde KD, Bussaban ÆB, Paulus ÆB, Crous PW, Lee ÆS, Mckenzie ÆEHC. Diversity of saprobic microfungi. 2007; 7–35. doi:10.1007/s10531-006-9119-5
177. Urcelay C, Robledo G, Heredia F. Hongos de la madera en el arbolado urbano de Córdoba. 2012.
178. Larrondo LF, Vicuna R, Cullen D. Phanerochaete chrysosporium Genomics. 2004. doi:10.1016/S1874-5334(05)80016-4
179. Taylor DL, Sinsabaugh RL. The Soil Fungi : Occurrence , Phylogeny , and Ecology. 4th ed. Soil Microbiology Ecology and Biochemistry. Elsevier Inc.; 2015. doi:10.1016/B978-0-12-415955-6.00004-9

180. González JE, Papue A, González V, Borja A. Crecimiento y conservación de *Piptocoma discolor* (*Pigüe*) en la Provincia de Pastaza , Ecuador Growth and conservation of *Piptocoma discolor* (*Pigüe*) in the Province of Pastaza-Ecuador ... Crecimiento y conservación de *Piptocoma discolor* (*Pigüe*) en la Provincia de Pastaza , Ecuador Growth and conservation of *Piptocoma discolor* (*Pigüe*) in the Province of Pastaza - Ecuador. 2019.
181. Erazo G, Izurieta JC, Cronkleton P, Larson A. productores de Napo , Ecuador Manejo sostenible de una especie pionera de madera para los medios de vida locales Producción y comercialización familiar de trozas de *pigüe* en la. 2014; 1–6.
182. Carranza-V J, Stéfano-g JF Di, Mata-h M. DESCOMPOSICIÓN DE LA MADERA DE ROBLE (*Quercus spp.*) IN VIVO E IN VITRO IN VIVO AND IN VITRO WOOD DECAY OF OAK (*Quercus spp.*). 2019; 59–76. doi:10.18387/polibotanica.47.5
183. Li H, Guo J, Goldberg SD, Sreekar R, Ye L, Mortimer PE. Acta Oecologica Fruiting patterns of macrofungi in tropical and temperate land use types in Yunnan Province, China. Acta Oecologica. 2018;91: 7–15. doi:10.1016/j.actao.2018.05.008
184. Mihail JD, Bruhn JN, Bonello P, Dighton J. Spatial and temporal patterns of morel fruiting. 2007;111: 339–346. doi:10.1016/j.mycres.2007.01.007
185. Búntgen U, Peter M, Kauserud H, Egli S. Unraveling environmental drivers of a recent increase in Swiss fungi fruiting. 2013; 2785–2794. doi:10.1111/gcb.12263

7. ANEXOS

Anexo 1. Acta de sesión de socialización del proyecto de tesis “Macrohongos silvestres comestibles utilizados por la comunidad kichwa del Napo,Amazonía Ecuatoriana” A realizarse en la comunidad de Atacapi.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

ACTA DE SESIÓN DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS “MACROHONGOS SILVESTRES COMESTIBLES UTILIZADOS POR LA COMUNIDADES kichwas DEL NAPO, AMAZONÍA ECUATORIANA” A REALIZARSE EN LA COMUNIDAD DE ATACAPI

En la Ciudad de Tena, a los nueve días del mes de julio de dos mil diecinueve, siendo las 16H30, en la sala de reuniones prestada por Rubén Calapucha (kichwa residente de la comunidad), en la comunidad de Atacapi. Se lleva a cabo la reunión con el siguiente orden del día:

1. Constatación del Quórum.
2. Saludo por parte de la investigadora estudiante.
3. Lectura y socialización del proyecto de tesis a realizarse en la comunidad.
4. Lectura de los resultados esperados del proyecto.
5. Lectura de las actividades a realizarse en la comunidad como contraparte por parte de la estudiante investigadora.
6. Sesión de preguntas, comentarios y sugerencias del proyecto (actividades, resultados, actividades contraparte).
7. Mejora en las actividades del proyecto, considerando las sugerencias y comentarios.
8. Aprobación de las correcciones y mejoras del proyecto.
9. Definición y acuerdos de monitoreo del cumplimiento de actividades.
10. Aprobación del Quórum presente en la reunión al proyecto.
11. Firma de hojas de constancia de socialización del proyecto.

Luego de dar lectura al orden del día es puesto a consideración de los asistentes, quedando aprobado.

1. CONSTATAACION DEL QUORUM

Se realiza la constatación del quórum de 47 personas socias de la comunidad de Atacapi.

2. SALUDO POR PARTE DE LA INVESTIGADORA ESTUDIANTE

KATIA STEFANIA VICENTE PÉREZ en calidad de estudiante investigadora les agradece y da la bienvenida a los señores y señoras socios de la Comunidad Atacapi.

3. LECTURA Y SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS A REALIZAR EN LA COMUNIDAD

Se socializo el proyecto denominado “Macrohongos silvestres comestibles de las comunidades kichwa del Napo, Amazonía Ecuatoriana”, que será presentado como proyecto de titulación de

Universidad Regional Amazónica Ikiam

la carrera de Ingeniería en Ecosistemas de la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Se mencionó que tiene como objetivo general:

1. Documentar el conocimiento etnoecológico de las especies de los macrohongos consumidos por las comunidades kichwa de Napo.

Y como objetivos específicos:

1. Registrar el conocimiento tradicional de manejo de las especies de macrohongos silvestres consumidas por las comunidades kichwa del Napo
2. Identificar las especies de importancia cultural para las comunidades kichwa del Napo.
3. Identificar las épocas de fructificación anual y sustratos de las especies consumidas por las comunidades kichwa del Napo.

PROPÓSITOS

Establecimiento de una línea base del conocimiento asociado a especies de macrohongos consumidos por las comunidades kichwa del Napo. Esta información documentada servirá para otros proyectos e investigación futuras que potencien el uso de este recurso en beneficio local y regional. Divulgación del material que permita el reconocimiento de las especies de macrohongos disponibles para el consumo humano en la provincia y país.

RIESGOS

Dificultades entre comunidades e investigadores que impidan el desarrollo de las actividades planificadas. Para evitar este conflicto es necesario cumplir a cabalidad con todo lo prometido de las dos partes.

Falta de interés y apoyo por parte de la comunidad. Por lo tanto, es necesario indicar claramente los objetivos y acuerdos. Enfatizando la importancia de conservar el conocimiento tradicional

Estimaciones de costos, presupuesto y cronograma incorrectos. Por lo tanto, para evitar este riesgo es necesario realizar cotizaciones en diferentes sitios para tener estimaciones más exactas junto con establecer un cronograma realista con las actividades detalladas que se ajuste al tiempo disponible.

Problemas económicos que limiten la ejecución del proyecto según el cronograma. Por lo tanto, es necesario buscar financiamiento en convocatorias de proyectos.

Métodos equivocados que dificulte el trabajo de campo o laboratorio. Para evitar este riesgo, es necesario utilizar metodologías utilizadas en otros estudios.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

la carrera de Ingeniería en Ecosistemas de la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Se mencionó que tiene como objetivo general:

1. Documentar el conocimiento etnoecológico de las especies de los macrohongos consumidos por las comunidades kichwa de Napo.

Y como objetivos específicos:

1. Registrar el conocimiento tradicional de manejo de las especies de macrohongos silvestres consumidas por las comunidades kichwa del Napo
2. Identificar las especies de importancia cultural para las comunidades kichwa del Napo.
3. Identificar las épocas de fructificación anual y sustratos de las especies consumidas por las comunidades kichwa del Napo.

PROPÓSITOS

Establecimiento de una línea base del conocimiento asociado a especies de macrohongos consumidos por las comunidades kichwa del Napo. Esta información documentada servirá para otros proyectos e investigación futuras que potencien el uso de este recurso en beneficio local y regional. Divulgación del material que permita el reconocimiento de las especies de macrohongos disponibles para el consumo humano en la provincia y país.

RIESGOS

Dificultades entre comunidades e investigadores que impidan el desarrollo de las actividades planificadas. Para evitar este conflicto es necesario cumplir a cabalidad con todo lo prometido de las dos partes.

Falta de interés y apoyo por parte de la comunidad. Por lo tanto, es necesario indicar claramente los objetivos y acuerdos. Enfatizando la importancia de conservar el conocimiento tradicional

Estimaciones de costos, presupuesto y cronograma incorrectos. Por lo tanto, para evitar este riesgo es necesario realizar cotizaciones en diferentes sitios para tener estimaciones más exactas junto con establecer un cronograma realista con las actividades detalladas que se ajuste al tiempo disponible.

Problemas económicos que limiten la ejecución del proyecto según el cronograma. Por lo tanto, es necesario buscar financiamiento en convocatorias de proyectos.

Métodos equivocados que dificulte el trabajo de campo o laboratorio. Para evitar este riesgo, es necesario utilizar metodologías utilizadas en otros estudios.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

Creación de alianzas con investigadores y universidades a nivel internacional para realizar investigaciones posteriores como aislamiento de cepas para producción, análisis nutricionales, ecológicos, biogeográficos y conservación, entre otros.

DISTRIBUCIÓN JUSTA Y EQUITATIVA DE BENEFICIOS MONETARIOS Y/O NO MONETARIOS

En este proyecto no se realizará un aprovechamiento económico del objeto estudiado. Por lo tanto, no habrá una distribución monetaria, ni tampoco no monetaria.

En las asambleas con las comunidades se estableció un intercambio no monetario por el tiempo destinado compartiendo sus conocimientos. En este acuerdo se estableció dictar clases de inglés a los niños de la comunidad, por un total de 40 horas, a cambio del tiempo que apoyen en el desarrollo la investigación.

PLAN DE SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL

Se espera un incremento en la demanda nacional por este recurso, de tal manera que las comunidades Kichwa tengan un nicho de mercado donde puedan vender este recurso justamente. Además, que en lo posterior puedan tener las capacidades para la producción ex situ, diversificando sus oportunidades de subsistencia.

POSIBLES AUTORIZACIONES O SESIONES FUTURAS.

A futuro se podría realizar investigaciones cultivo para producción, nutricionales, ecológicas y biogeográficas. Por lo que, en caso de realizarse ese componente a futuro, se procederá a solicitar las respectivas autorizaciones.

CONDICIONES SOBRE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL RESULTADOS DEL USO DE DERIVADOS EL ACCESO A CONOCIMIENTOS TRADICIONALES.

Las comunidades de Atacapi y Pumayacu son los legítimos poseedores del conocimiento asociado a las especies de macrohongos silvestres comestibles. Aquellas personas que participen en las salidas de campo serán mencionadas en agradecimientos por su colaboración. Además, se establecerá derechos de co-autoría en las publicaciones que resulten del proyecto.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

DECLARACIÓN Y COMPROMISO

Yo, Katia Stefania Vicente Pérez, con nro. de cédula 1104700537, declaro y me comprometo a respetar la propiedad intelectual, derechos colectivos y conocimiento tradicional kichwa de las comunidades Atacapi y Pumayacu.

MECANISMO DE MONITOREO

Entrevistas

La población adulta (>18 años) en Atacapi y Pumayacu corresponde a 102 y 108 personas, respectivamente. Mediante la técnica *snow ball* (Naderifar, Goli, & Ghaljaie, 2017) se identificará 100 conocedores (entre mujeres y hombres) de hongos comestibles: 50 de ellos en Atacapi y 50 en Pumayacu. A los conocedores se realizó entrevistas semiestructuras *ex situ* e *in situ* usando la metodología *walk in the Woods* (Thomas et al., 2007). Las entrevistas se componen de tres partes: datos socioeconómicos personales, *freelisting* de las especies o morfotipos comestibles y preguntas sobre el manejo y prácticas etnomicológicas. Sabiendo como denominan a los insectos, se utilizará el método de *freelisting* para tener una lista de los insectos que consumen en su dieta. Luego, se identificará la importancia cultural de las especies con el índice Saliencia de Smith (*Smith's Saliencia Index*), el cual considera la posición en la lista y la frecuencia de nombramiento (Reátegui et al., 2018).

Caminatas micológicas

A partir de las entrevistas, se escogerán a los informantes claves que serán las personas que conocen la mayor cantidad de hongos comestibles. Con ellos se hará caminatas por las chagras y bosque aledaños a la comunidad en busca de las especies de macrohongos. Estas caminatas se realizarán mensualmente hasta cumplir un año. Aplicando la metodología "Walking in the Woods" se complementará la información de las encuestas anteriormente realizadas. Una vez encontradas las especies, se tomarán muestra de los especímenes en buen estado con parte del sustrato. Se tratará de obtener varios individuos en diferentes fases de la especie.

En el campo se anotarán las características morfológicas, hábito, habitad, fecha de recolección, nombre del informante clave, nro. de cuerpos fructíferos, nro. de muestra y coordenada geográficas (Anexo 2). Así también, se harán fotografías a las fructificaciones en su habitad y posterior, en un fondo monocromático para resaltar el color y sus formas. Tomando una o dos fructificaciones, se removerá el estípote para ubicar el pileo sobre papel aluminio, dejando que

Universidad Regional Amazónica Ikiam

el himenio toque el papel aluminio para obtener “Spore print”(Richeri, Beeskow, & Ladio, 2013). Las muestras para “Spore print” se colocarán en sobres papel aluminio y el resto de la muestra en papel parafinado con el código correspondiente, para luego ser movilizadas en canasta de plástico hasta el laboratorio de la Universidad Regional Amazónica.

La fotografía, muestra de “Spore print” y muestra para identificación taxonómica clásica tendrán el siguiente código: Letra inicial de la Comunidad, Nro. de Colecta y Nro. de ID. Ejemplo: A11: Atacapi, colecta 1 y muestra 1(Richeri et al., 2013).

Preservación de las muestras

Una vez que el material este colectado se procederá a su respectiva conservación para identificación taxonómica clásica y molecular.

- Conservación de tejido: Se guardará 2 a 3 fructificaciones de cada morfotipo a una temperatura de -60°C. Las muestras serán utilizadas para la identificación molecular.
- Secado: Los macromicetes deben secar debidamente etiquetas, con aire caliente, en el horno (**Memmert Beschuckung loading model 100-800**) cuya temperatura no exceda los 60°C (Gonzalez & Arenas-Castro, 2017). La duración del tiempo dependerá la cantidad y composición histológica de las muestras; por ejemplo, para hongos muy grandes y carnosos o leñosos, el tiempo de secado puede ser hasta de 12 a 24 horas (Franco-Molano, Vasco-Placios, Alberto, & Teun, 2005). Por lo tanto, el hongo no se muere sino queda inactiva.

Identificación taxonómica clásica y molecular.

La determinación taxonómica de las muestras de hongos adquiridas, se basará en los datos de campo y de laboratorio. Los datos de campo son: el color de todas las partes de cuerpo fructífero, cambios de color que experimenta al ser cortados y extraídos del sustrato, presencia y posición del estípite, del velo, anillo y volva, escamas en la superficie, forma del himenio y color de la esperada(Franco-Molano et al., 2005). En el laboratorio, se realizarán cortes histológicos a mano alzada a las fructificaciones, principalmente del píleo e himenóforo. Los cortes serán longitudinales al cuerpo fructífero, tal manera que se expone la capa de tubos o lamelas de ser el caso, usando una lámina de acero nueva. Previo realizar los cortes, es

Universidad Regional Amazónica Ikiam

necesario alistar un portaobjetos con una gota de reactivo, para finalmente cubrirlo con el cubre objetos (Lodge, Ammirati, O'Dell, & Mueller, 2004). Finalmente se tomará las medidas de las estructuras microscópicas con la ayuda de un lente digital (**0.3MP USB 2.0 Color CMOS Digital Eyepiece Microscope Camera**).

Los especímenes previamente congelados, se les realizará la extracción, amplificación y secuenciación de ADN según protocolos establecidos (Khaund & Joshi, 2014).

4. LECTURA DE LOS RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

Se obtendrá como resultados un documento que será presentado como proyecto de graduación y artículo científicos con datos obtenidos hasta el mes de junio del 2020 y un artículo científico con datos en forma de artículo científico. Además, se realizará una guía fotográfica e ilustrada digital de los hongos comestibles silvestres identificados, con su respectivo nombre kichwa, científico y otros datos relevantes en relación al manejo de estas especies. Estos productos serán entregados a la representante de la comunidad Natalia Rosa Tanguila Grefa. En caso de conseguir financiamientos se entregará 50 duplicados físicos de la guía a la Escuela Bilingüe “Domingo Tanguila Grefa” con fines educativos.

Al finalizar el proyecto se realizará en la comunidad Atacapi un taller dirigido a los socios de la comunidad con el objetivo de difundir los resultados encontrados.

5. LECTURA DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR EN LA COMUNIDAD COMO CONTRAPARTE DE LA ESTUDIANTE INVESTIGADORA

Se acordó que como actividades de contraparte se realizará clases de inglés básico a los estudiantes de la escuela bilingüe “Domingo Tanguila Canelos” desde noviembre de 2019 hasta marzo de 2020. Se realizará una hora clase cada dos semanas a cada curso (incluye 3ero, 5to y 7mo grado). En total se realizará 40 horas clase y 40 horas de preparación de las clases.

Además, para las salidas a las chagras se llevará snacks para compartir con los informantes claves que nos acompañen.

6. SESIÓN DE PREGUNTAS, COMENTARIOS Y SUGERENCIAS DEL PROYECTO (ACTIVIDADES, RESULTADOS, ACTIVIDADES CONTRAPARTE)

Las interrogantes fueron:

1. El grado de participación en las coautorías de los trabajos resultantes.
2. La realización de análisis químicos (nutricionales) y moleculares (extracción de ADN) para posibles proyectos de bioprospección a futuro de las especies que se identifican en el proyecto.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

Los comentarios y sugerencias fueron:

1. La mayoría de los presentes recalcó la importancia de socializar los resultados del proyecto ejecutado mediante un taller.

7. MEJORA EN LAS ACTIVIDADES Y PROYECTO CONSIDERANDO LAS SUGERENCIAS Y COMENTARIOS

1. Considerando la interrogante 1 de la sección 6, se concordó que la comunidad Atacapi irá como coautora en el artículo científico y guía. Mientras que en agradecimientos se nombrará a las personas que colaboraron como informantes clave, durante la ejecución de este proyecto.
2. Considerando la interrogante 2 de la sección 6, se concordó que se realizará colectas de los macrohongo para su conservación en frío en la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Considerando un posible análisis nutricional en proyectos a futuro. Sin embargo, no formarán parte de esta investigación. Con respecto a los análisis moleculares, se mencionó que se realizará la extracción del gen ITS de los macrohongos únicamente con objetivos de “Barcoding” (identificación de las especies). Es importante mencionar que los permisos de extracción de ADN de macrohongos está en proceso.
3. Considerando los comentarios y sugerencias 1 de la sección 6, se mencionó que el taller de socialización de los resultados ya está considerado dentro de las actividades del proyecto, específicamente en la etapa final.

8. APROBACIÓN DE LAS CORRECCIONES Y MEJORAS DEL PROYECTO

El quórum presente aprobó las mejoras y correcciones mencionadas en la sección 7.

9. DEFINICIÓN Y ACUERDOS DE MONITOREOS DEL CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES

Para las actividades de contraparte se realizará un informe al finalizar el proyecto con los siguientes componentes, mismo que será entregado a la presidenta de la comunidad:

1. Como constancia de las clases de inglés, se realizará una hoja de registro de asistencia (hora de ingreso y salida, tema impartido) a la escuela, firmada por el profesor de cada grado.
2. Como constancia de la realización del taller de divulgación de resultados, se entregará una hoja de registro de los asistentes al taller. Y además se entregará una “Acta de entrega de la tesis y artículo” a la presidenta de la comunidad de Atacapi, Natalia Tanguila.
3. En caso se conseguir financiamiento para la impresión de la guía, se entregará una “Acta de entrega de la guía impresa” firmada por la líder educativa Clemencia Dolores Cerda Chimbo, de la escuela “Domingo Tanguila Canelos”. En caso de no conseguir financiamiento se hará una “Acta de entrega de la guía digital”.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

10. APROBACIÓN DEL QUÓRUM PRESENTE EN LA REUNIÓN AL PROYECTO

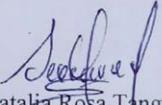
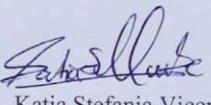
Considerando las actividades, sugerencias, correcciones y mejoras del proyecto, el quórum aceptó la ejecución del proyecto.

11. FIRMA DE HOJAS DE CONSTANCIA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

Finalmente, se entregó las hojas de constancia de la socialización del proyecto para la firma de cada socio (Se adjunta la lista con las firmas correspondientes).

Sin tener otro asunto que tratar, Katia Stefania Vicente Pérez agradeció la presencia de todos los señores socios y da por terminada la reunión siendo las 18H00.

Para constancia firman en unidad de acto, la presidenta de la comunidad de Atacapi y la estudiante investigadora.

 Natalia Rosa Tanguila Grefa Presidenta de la comunidad de Atacapi	 Katia Stefania Vicente Pérez Estudiante investigadora
---	--

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
Socialización del proyecto
"MACROHONGOS SILVESTRES COMESTIBLES UTILIZADOS POR LA COMUNIDADES KIWCHAS DEL NAPO, AMAZONÍA ECUATORIANA"
Katia Vicente

Comunidad: Atacapi
Fecha: 9 de Julio del 2019

Nombres	Apellidos	Nro. de cédula	Nro. De celular	Firma
Deais Geanna	Unkuch Greta	150073221-7	0996198667	
Juelih Florget	Reides Chumbo	150084767-5	0960344224	
Glados Tapay	Tapay Shiguango	1500925095		
Estle Qato S				
Rosale Gloria J	Tomasdella Almandante	1500349886		
Hara Emelinda	Alvarado Tapuy	1500484708		
Clemencia Polara	Cecilia Chiribo	1500336886		
Wilber franciso	Tapuy Shiguango	1500848229		
Gladiololanda	Grete Namallacta	1500604275	0960353803	
Aithacella Grete	Grete Alvarado	150034378-3		
Adriana Claudia	Hndi Grete	1500730485		
Cermoni Luzmila	Grete Alvarado	1500491676		
Tercedes Carola	Alvarado Hndi	1500424497		
Hna Floria	Grete Alvarado	1500306655		
Leandro Beluar	Cerba Chumbo	1500651582	0961934985	
Marta Rosa	Tangila Grete	1500888730	0960432796	
Patricio Julio	Hndy Grete	1500249328	0960421522	
Silvia Nancy	Hndy Grete	1500519812	0961959479	
Martalia Rosal	Tangula Grete	1500887730	0960432796	
Aida Elsa	Grete Alvarado	1500205768	062858041	
Olga Carmen	Tangula Alvarado	1500621458		
Bely Claudio	Cerba Grete	1500834575	0960851739	
Rafael Alfredo	Tangula Alvarado	1500603639		
Alex Domingo	Tangula Alvarado	1500951032		
Rubén Andrés	Catharina Yalway	15001735615	0996767380	
Fiona Lucia	Hndi Grete	1500595284	0960220100	

Anexo 2. Acta de sesión de socialización del proyecto de tesis “Macrohongos silvestres comestibles utilizados por la comunidad kichwa del Napo,Amazonía Ecuatoriana” A realizarse en la comunidad de Pumayacu.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

ACTA DE SESIÓN DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS “MACROHONGOS SILVESTRES COMESTIBLES UTILIZADOS POR LA COMUNIDADES kichwas DEL NAPO, AMAZONÍA ECUATORIANA” A REALIZARSE EN LA COMUNIDAD DE PUMAYACU

En la Ciudad de Tena, a los Trece días del mes de julio de dos mil diecinueve, siendo las 14H30, en la cancha cubierta de la comunidad de Pumayacu. Se lleva a cabo la reunión con el siguiente orden del día:

1. Constatación del Quórum.
2. Saludo por parte de la investigadora estudiante.
3. Lectura y socialización del proyecto de tesis a realizarse en la comunidad.
4. Lectura de los resultados esperados del proyecto.
5. Lectura de las actividades a realizarse en la comunidad como contraparte por parte de la estudiante investigadora.
6. Sesión de preguntas, comentarios y sugerencias del proyecto (actividades, resultados, actividades contraparte).
7. Mejora en las actividades y proyecto considerando las sugerencias y comentarios.
8. Aprobación de las correcciones y mejoras del proyecto.
9. Definición y acuerdos de monitoreo del cumplimiento de actividades.
10. Aprobación del Quórum presente en la reunión al proyecto.
11. Firma de hojas de constancia de socialización del proyecto.

Luego de dar lectura al orden del día es puesto a consideración de los asistentes, quedando aprobado.

1. CONSTATAACION DEL QUORUM

Se realiza la constatación del quórum de 40 personas socias de la comunidad de Pumayacu.

2. SALUDO POR PARTE DE LA INVESTIGADORA ESTUDIANTE

KATIA STEFANIA VICENTE PÉREZ en calidad de estudiante investigadora les agradece y da la bienvenida a los señores y señoras socios de la Comunidad Pumayacu.

3. LECTURA Y SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS A REALIZAR EN LA COMUNIDAD

Se socializo el proyecto denominado “Macrohongos silvestres comestibles de las comunidades kichwa del Napo, Amazonía Ecuatoriana”, que será presentado como proyecto de titulación de

Universidad Regional Amazónica Ikiam

la carrera de Ingeniería en Ecosistemas de la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Se mencionó que tiene como objetivo general:

1. Documentar el conocimiento etnoecológico de las especies de los macrohongos consumidos por las comunidades kichwa de Napo.

Y como objetivos específicos:

1. Registrar el conocimiento tradicional de manejo de las especies de macrohongos silvestres consumidas por las comunidades kichwa del Napo
2. Identificar las especies de importancia cultural para las comunidades kichwa del Napo.
3. Identificar las épocas de fructificación anual y sustratos de las especies consumidas por las comunidades kichwa del Napo

PROPÓSITOS

Establecimiento de una línea base del conocimiento asociado a especies de macrohongos consumidos por las comunidades kichwa del Napo. Esta información documentada servirá para otros proyectos e investigación futuras que potencien el uso de este recurso en beneficio local y regional. Divulgación de material que permita el reconocimiento de las especies de macrohongos disponibles para el consumo humano que se pueden consumir en la provincia.

RIESGOS

Dificultades entre comunidades e investigadores que impidan el desarrollo de las actividades planificadas. Para evitar este conflicto es necesario cumplir a cabalidad con todo lo prometido de las dos partes.

Falta de interés y apoyo por parte de la comunidad. Por lo tanto, es necesario indicar claramente los objetivos y acuerdos. Enfatizando la importancia de conservar el conocimiento tradicional

Estimaciones de costos, presupuesto y cronograma incorrectos. Por lo tanto, para evitar este riesgo es necesario realizar cotizaciones en diferentes sitios para tener estimaciones más exactas junto con establecer un cronograma realista con las actividades detalladas que se ajuste al tiempo disponible.

Problemas económicos que limiten la ejecución del proyecto según el cronograma. Por lo tanto, es necesario buscar financiamiento en convocatorias de proyectos.

Métodos equivocados que dificulte el trabajo de campo o laboratorio. Para evitar este riesgo, es necesario utilizar metodologías utilizadas en otros estudios.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

Pérdida de materiales y equipos indispensables en el trabajo de campo o laboratorio. Para evitar este riesgo, hay que ser cuidadosos y tener un listado de los materiales que se lleva a campo o se tiene en el laboratorio.

Tiempo mal estimado y planificado para las diferentes actividades. Para esto hay que establecer un cronograma de trabajo realista.

IMPLICACIONES Y POSIBLES AFECTACIONES AMBIENTALES O CULTURALES

Creación de un ambiente de desconfianza entre las personas kichwas de las comunidades y los investigadores.

Obtención de datos inexactos por falta de cuidado y detenimiento en el desarrollo de las actividades de campo o laboratorio.

Eliminación y/o cambio de ciertas actividades y/o objetivos del proyecto, generando extensión en la fecha límite de finalización del proyecto.

EVENTUALES USOS Y APLICACIONES FUTURAS

Incremento en investigaciones en Tena-Napo, dirigidas al aprovechamiento y domesticación de las especies de macrohongos silvestres comestibles.

Uso y consumo de macrohongos por personas externas a la comunidad.

USO DE RECURSOS GENÉTICOS

Se realizará la extracción de una región del gen ITS del ADN ribosomal de los macrohongos, únicamente con objetivos de identificación de las especies, permiso del MAE en curso de obtención.

ALCANCES Y POTENCIALES EFECTOS INTERNACIONALES

Universidad Regional Amazónica Ikiam

Demanda de cepas de macrohongos silvestre comestibles por otros países, registrados en la presente investigación para cultivos.

Creación de alianzas con investigadores y universidades a nivel internacional para realizar investigaciones posteriores como aislamiento de cepas para producción, análisis nutricionales, ecológicos, biogeográficos y conservación, entre otros.

DISTRIBUCIÓN JUSTA Y EQUITATIVA DE BENEFICIOS MONETARIOS Y/O NO MONETARIOS

En este proyecto no se realizará un aprovechamiento económico del objeto estudiado. Por lo tanto, no habrá una distribución monetaria, ni tampoco no monetaria.

En las asambleas con las comunidades se estableció un intercambio no monetario por el tiempo destinado compartiendo sus conocimientos. En este acuerdo se estableció dictar clases de inglés a los niños de la comunidad, por un total de 40 horas, a cambio del tiempo que apoyen en el desarrollo la investigación.

PLAN DE SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL

Se espera un incremento en la demanda nacional por este recurso, de tal manera que las comunidades Kichwa tengan un nicho de mercado donde puedan vender este recurso justamente. Además, que en lo posterior puedan tener las capacidades para la producción ex situ, diversificando sus oportunidades de subsistencia.

POSIBLES AUTORIZACIONES O SESIONES FUTURAS.

A futuro se podría realizar investigaciones cultivo para producción, nutricionales, ecológicas y biogeográficas. Por lo que, en caso de realizarse ese componente a futuro, se procederá a solicitar las respectivas autorizaciones.

CONDICIONES SOBRE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL RESULTADOS DEL USO DE DERIVADOS EL ACCESO A CONOCIMIENTOS TRADICIONALES.

Las comunidades de Atacapi y Pumayacu son los legítimos poseedores del conocimiento asociado a las especies de macrohongos silvestres comestibles. Aquellas personas que

Universidad Regional Amazónica Ikiam

participen en las salidas de campo serán mencionadas en agradecimientos por su colaboración. Además, se establecerá derechos de co-autoría en las publicaciones que resulten del proyecto.

DECLARACIÓN Y COMPROMISO

Yo, Katia Stefania Vicente Pérez, con nro de cédula 1104700537, declaro y me comprometo a respetar la propiedad intelectual, derechos colectivos y conocimiento tradicional kichwa de las comunidades Atacapi y Pumayacu.

MECANISMO DE MONITOREO

Entrevistas

La población adulta (>18 años) en Atacapi y Pumayacu corresponde a 102 y 108 personas, respectivamente. Mediante la técnica *snow ball* (Naderifar, Goli, & Ghaljaie, 2017) se identificará 100 conocedores (entre mujeres y hombres) de hongos comestibles: 50 de ellos en Atacapi y 50 en Pumayacu. A los conocedores se realizó entrevistas semiestructuras *ex situ* e *in situ* usando la metodología *walk in the Woods* (Thomas et al., 2007). Las entrevistas se componen de tres partes: datos socioeconómicos personales, *freelisting* de las especies o morfotipos comestibles y preguntas sobre el manejo y prácticas etnomicológicas. Sabiendo como denominan a los insectos, se utilizará el método de *freelisting* para tener una lista de los insectos que consumen en su dieta. Luego, se identificará la importancia cultural de las especies con el índice Saliency de Smith (*Smith's Saliency Index*), el cual considera la posición en la lista y la frecuencia de nombramiento (Reátegui et al., 2018).

Caminatas micológicas

A partir de las entrevistas, se escogerán a los informantes claves que serán las personas que conocen la mayor cantidad de hongos comestibles. Con ellos se hará caminatas por las chagras y bosque aledaños a la comunidad en busca de las especies de macrohongos. Estas caminatas se realizarán mensualmente hasta cumplir un año. Aplicando la metodología "Walking in the Woods" se complementará la información de las encuestas anteriormente realizadas. Una vez encontradas las especies, se tomarán muestra de los especímenes en buen estado con parte del sustrato. Se tratará de obtener varios individuos en diferentes fases de la especie.

En el campo se anotarán las características morfológicas, hábito, habitat, fecha de recolección, nombre del informante clave, nro. de cuerpos fructíferos, nro. de muestra y coordenada geográficas (Anexo 2). Así también, se harán fotografías a las fructificaciones en su habitat y posterior, en un fondo monocromático para resaltar el color y sus formas. Tomando una o dos fructificaciones, se removerá el estípite para ubicar el pileo sobre papel aluminio, dejando que

Universidad Regional Amazónica Ikiam

el himenio toque el papel aluminio para obtener “Spore print”(Richeri, Beeskow, & Ladio, 2013). Las muestras para “Spore print” se colocarán en sobres papel aluminio y el resto de la muestra en papel parafinado con el código correspondiente, para luego ser movilizadas en canasta de plástico hasta el laboratorio de la Universidad Regional Amazónica.

La fotografía, muestra de “Spore print” y muestra para identificación taxonómica clásica tendrán el siguiente código: Letra inicial de la Comunidad, Nro. de Colecta y Nro. de ID. Ejemplo: A11: Atacapi, colecta 1 y muestra 1(Richeri et al., 2013).

Preservación de las muestras

Una vez que el material este colectado se procederá a su respectiva conservación para identificación taxonómica clásica y molecular.

- Conservación de tejido: Se guardará 2 a 3 fructificaciones de cada morfotipo a una temperatura de -60°C. Las muestras serán utilizadas para la identificación molecular.
- Secado: Los macromicetes deben secar debidamente etiquetas, con aire caliente, en el horno (**Memmert Beschuckung loading model 100-800**) cuya temperatura no exceda los 60°C (Gonzalez & Arenas-Castro, 2017). La duración del tiempo dependerá la cantidad y composición histológica de las muestras; por ejemplo, para hongos muy grandes y carnosos o leñosos, el tiempo de secado puede ser hasta de 12 a 24 horas (Franco-Molano, Vasco-Placios, Alberto, & Teun, 2005). Por lo tanto, el hongo no se muere sino queda inactiva.

Identificación taxonómica clásica y molecular.

La determinación taxonómica de las muestras de hongos adquiridas, se basará en los datos de campo y de laboratorio. Los datos de campo son: el color de todas las partes de cuerpo fructífero, cambios de color que experimenta al ser cortados y extraídos del sustrato, presencia y posición del estípite, del velo, anillo y volva, escamas en la superficie, forma del himenio y color de la esperada(Franco-Molano et al., 2005). En el laboratorio, se realizarán cortes histológicos a mano alzada a las fructificaciones, principalmente del píleo e himenóforo. Los cortes serán longitudinales al cuerpo fructífero, tal manera que se expone la capa de tubos o lamelas de ser el caso, usando una lámina de acero nueva. Previo realizar los cortes, es necesario alistar un portaobjetos con una gota de reactivo, para finalmente cubrirlo con el cubre objetos (Lodge, Ammirati, O’Dell, & Mueller, 2004). Finalmente se tomará las medidas de las estructuras microscópicas con la ayuda de un lente digital (**0.3MP USB 2.0 Color CMOS Digital Eyepiece Microscope Camera**).

Los especímenes previamente congelados se les realizará la extracción, amplificación y secuenciación de ADN según protocolos establecidos (Khaund & Joshi, 2014).

4. LECTURA DE LOS RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

INVESTIGACIÓN | Km 7 Vía Muyuna - Parroquia Muyuna
 INNOVACIÓN | Tena - Napo - Ecuador
 EDUCACIÓN | T: (06) 3700040

f Ikiam @U_Ikiam U_Ikiam www.ikiam.edu.ec

Universidad Regional Amazónica Ikiam

Se obtendrá como resultados un documento que será presentado como proyecto de graduación y artículos científicos con datos obtenidos hasta el mes de junio del 2020 y un artículo científico con datos en forma de artículo científico. Además, se realizará una guía fotográfica e ilustrada digital de los hongos comestibles silvestres identificados, con su respectivo nombre kichwa, científico y otros datos relevantes en relación al manejo de estas especies. Estos productos serán entregados a la representante de la comunidad, Delfin Fernando Tapuy Alvarado. En caso de conseguir financiamientos se entregará 50 duplicados físicos de la guía a la Escuela Bilingüe de la comunidad con fines educativos.

Al finalizar el proyecto se realizará en la comunidad Pumayacu un taller dirigido a los socios de la comunidad con el objetivo de difundir los resultados encontrados.

5. LECTURA DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR EN LA COMUNIDAD COMO CONTRAPARTE DE LA ESTUDIANTE INVESTIGADORA

Se acordó que como actividades de contraparte se realizará clases de inglés básico a los estudiantes de la escuela bilingüe de la comunidad Pumayacu desde febrero del 2019 hasta junio de 2020. Se realizará una hora clase cada dos semanas a cada curso (incluye 3er, 5to y 7mo grado). En total se realizará 40 horas clase y 40 horas de preparación de las clases.

Además, para las salidas a las chagras se llevará snacks para compartir con los informantes claves que nos acompañen.

6. SESIÓN DE PREGUNTAS, COMENTARIOS Y SUGERENCIAS DEL PROYECTO (ACTIVIDADES, RESULTADOS, ACTIVIDADES CONTRAPARTE)

Las interrogantes fueron:

1. El grado de participación en las coautorías de los trabajos resultantes.
2. La realización de análisis químicos (nutricionales) y moleculares (extracción de ADN) para posibles proyectos de bioprospección a futuro de las especies que se identifican en el proyecto.

Los comentarios y sugerencias fueron:

1. La mayoría de los presentes recaló la importancia de socializar los resultados del proyecto ejecutado mediante un taller.

7. MEJORA EN LAS ACTIVIDADES Y PROYECTO CONSIDERANDO LAS SUGERENCIAS Y COMENTARIOS

1. Considerando la interrogante 1 de la sección 6, se concordó que la comunidad Pumayacu irá como coautora en el artículo científico y guía. Mientras que en agradecimientos se nombrará a las personas que colaboraron como informantes clave, durante la ejecución de este proyecto.

Universidad Regional Amazónica Ikiam

2. Considerando la interrogante 2 de la sección 6, se concordó que se realizará colectas de los macrohongos para su conservación en frío en la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Considerando un posible análisis nutricional en proyectos a futuro. Sin embargo, no formarán parte de esta investigación. Con respecto a los análisis moleculares, se mencionó que se realizará la extracción del gen ITS de los macrohongos únicamente con objetivos de “Barcoding” (identificación de las especies). Es importante mencionar que los permisos de extracción de ADN de macrohongos está en proceso.
3. Considerando los comentarios y sugerencias 1 de la sección 6, se mencionó que el taller de socialización de los resultados ya está considerado dentro de las actividades del proyecto, específicamente en la etapa final.

8. APROBACIÓN DE LAS CORRECCIONES Y MEJORAS DEL PROYECTO

El quórum presente aprobó las mejoras y correcciones mencionadas en la sección 7.

9. DEFINICIÓN Y ACUERDOS DE MONITOREOS DEL CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES

Para las actividades de contraparte se realizará un informe al finalizar el proyecto con los siguientes componentes, mismo que será entregado a la presidenta de la comunidad:

1. Como constancia de las clases de inglés, se realizará una hoja de registro de asistencia (hora de ingreso y salida, tema impartido) a la escuela, firmada por el profesor de cada grado.
2. Como constancia de la realización del taller de divulgación de resultados, se entregará una hoja de registro de los asistentes al taller. Y además se entregará una “Acta de entrega de la tesis y artículo” a la presidenta de la comunidad de Pumayacu, Delfín Tapuy
3. En caso se conseguir financiamiento para la impresión de la guía, se entregará una “Acta de entrega de la guía impresa” firmada por el líder educativo de la escuela de la comunidad. En caso de no conseguir financiamiento se entregará una “Acta de entrega de la guía en formato digital” firmada por el líder educativo
- 4.

10. APROBACIÓN DEL QUÓRUM PRESENTE EN LA REUNIÓN AL PROYECTO

Considerando las actividades, sugerencias, correcciones y mejoras del proyecto, el quórum aceptó la ejecución del proyecto.

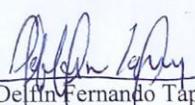
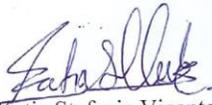
11. FIRMA DE HOJAS DE CONSTANCIA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

Finalmente, se entregó las hojas de constancia de la socialización del proyecto para la firma de cada socio (Se adjunta la lista con las firmas correspondientes).

Universidad Regional Amazónica Ikiam

Sin tener otro asunto que tratar, Katia Stefania Vicente Pérez agradeció la presencia de todos los señores socios y da por terminada la reunión siendo las 18H00.

Para constancia firman en unidad de acto, la presidenta de la comunidad de Pumayacu y la estudiante investigadora.

 Deim Fernando Tapuy Alvarado Presidenta de la comunidad de Pumayacu	 Katia Stefania Vicente Pérez Estudiante investigadora
--	---

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
Socialización del proyecto
"MACROHONGOS SILVESTRES COMESTIBLES UTILIZADOS POR LA COMUNIDADES KIWCHAS DEL NAPO, AMAZONÍA ECUATORIANA"

Katia Vicente

Comunidad: *Fumayacu Espoña*

Fecha:

Nombres	Apellidos	Nro. de cédula	Nro. De celular	Firma
Ester Rosa	Ayon Cerda	1500505324		<i>[Firma]</i>
Edison Tapuy	Romero Cerda	1500678089	0984285390	<i>[Firma]</i>
Israel Fernández	Shiguanga Andi	1501115321		<i>[Firma]</i>
Franklin Alvaro	Tapuy Aion	130094296-4	0997573095	<i>[Firma]</i>
Eluis Lastenia	Andi Pituy	1500892128	0997573095	<i>[Firma]</i>
Cesay Austin	Tapuy Tanghita	15001384-3		<i>[Firma]</i>
Irish Alayucha	Calapucha Tapuy	150040861-3	0998491550	<i>[Firma]</i>
Katherine Roxana	Shiguanga Calapucha	1500283318-7	0998024820	<i>[Firma]</i>
Raúl Agustín	Tapuy Cerda	150047482-9	0997234683	<i>[Firma]</i>
Ruthi Paola	Shiguanga Calapucha	150056164-0	0989029651	<i>[Firma]</i>
Hilton Andres	Cerda Calapucha	1500767999	0998251910	<i>[Firma]</i>
Manana Adriana	Cerda Manallacta	1206161652	0963037076	<i>[Firma]</i>
Wendy	Cerda Ruthi	1501775389		<i>[Firma]</i>
Wendy Alexander	Shiguanga Cerda	150009083-9		<i>[Firma]</i>
Rosalina Calapucha	Tapuy	1500882662		<i>[Firma]</i>
Ruth	Cerda Alvarado	150017717-7	0981524144	<i>[Firma]</i>
Rafael Cerda A	Calapucha Tapuy	150013028	0987051728	<i>[Firma]</i>
Elisael Alfonso	Tapuy Alvarado	1500598204		<i>[Firma]</i>
Elcio Sorenia	Andy Shiguanga	1500518183	663018676	<i>[Firma]</i>
Piedad And. Rosario		1500499580		<i>[Firma]</i>
Delia Fernandez Tapuy Alvarado	Calapucha Tapuy	1500550718	09827133248	<i>[Firma]</i>
Cecilia Edgar Calapucha	Tapuy Alvarado	1500570336	09947-	<i>[Firma]</i>
Sonia Tapuy	Tapuy Alvarado	1500384700		<i>[Firma]</i>
Nancy Rigoberta Tapuy	Tapuy Alvarado	1500432156	3090855	<i>[Firma]</i>
Juís Enrique	Tapuy Alvarado	150061648-5	?	<i>[Firma]</i>
Ruth Carlota	Andi Tanghita			<i>[Firma]</i>

Anexo 3. Permiso para recolección de material biológico (hongos y plantas) por parte del Ministerio del Ambiente.



AUTORIZACION DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Nº 14 - 19-IC-FAU/FLO-DPAN/MA

FLORA X FAUNA VARIOS

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere La Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

Investigador/es	C.I./C.C/ Pasaporte	Nacionalidad
María Cristina Pañuela Mora	1756861496	Colombiana
Katia Stefania Vicente Pérez	1104700537	Ecuatoriano

Para que lleven a cabo la investigación **“MACROHONGOS SILVESTRES UTILIZADOS POR COMUNIDADES KICHWAS DEL NAPO, AMAZONIA ECUATORIANA”**.

De acuerdo a las siguientes especificaciones

Solicitud de: **Dra. María Cristina Pañuela**, docente investigadora, IKIAM

Auspicio de Institución Científica Nacional: IKIAM

Auspicio de Institución Científica Internacional: Ninguna

Institución que financia la investigación: ninguna

Contraparte del Ministerio del Ambiente: Asistente de Vida Silvestre de la Dirección Provincial.

Inicio y final de investigación: 19 de Julio de 2019 al 30 de Julio de 2020.

Entrega de informe final: 30 de Julio de 2020.

Valoración técnica del proyecto: Dr. José Onofa M.S.c

Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA/FAUNA**, previa autorización de la Dirección Provincial del Ambiente de Napo.

Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA/FAUNA O MICROORGANISMOS**, sin la correspondiente autorización de la Dirección Provincial del Ambiente de Napo.

Los especímenes no podrán ser utilizadas en cualquier actividad de bioprospección ni **ACCESO A RECURSO GENÉTICO**, la competencia de Acceso a Recurso genético es exclusiva del MAE, Unidad de Recursos Genéticos.

De los resultados que se desprenda de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente.

Complementos autorizados para llevar a cabo la Investigación en campo

- En el desarrollo de la investigación se realizará análisis del área de crecimiento
- Colección de muestras con el sustrato de 1 a 2 individuos en relación a su color, forma, textura, tamaño y olor

Obligaciones del investigador

1. Entregar al Ministerio del Ambiente-Direcciones Provinciales correspondientes, (02) dos copias del informe final impreso en formato PDF, (incluyendo una versión digital), de los resultados de la autorización otorgada, y adjuntar el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las instituciones científicas ecuatorianas como internacionales depositarias de material biológico.
2. Citar en las publicaciones científicas, tesis o informes técnicos científicos el número de Autorización de Investigación Científica otorgada por el Ministerio del Ambiente, con el que se colectó el material biológico.



3. Entregar copias de las publicaciones a la Dirección Provincial del Ambiente de Napo.
4. Entregar copias del material fotográfico que puedan ser utilizados para difusión. (se respetará los derechos de autoría).
5. Entregar la lista taxonómica de las especies de flora y fauna debidamente identificadas, objeto de la autorización con sus respectivas coordenadas.
6. Los holotipos y ejemplares únicos sólo pueden llevarse fuera del país en calidad de préstamo por un período de hasta 12 meses. (en caso de requerir más tiempo se deberá realizar la solicitud y entregar informes preliminares).
7. Las muestras biológicas se entregarán en un Herbario con autorización del Ministerio del Ambiente; se entregará en el Herbario Amazónico del Ecuador (Ecuamz).

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 13, 14, 15, 16, 17, 18, se responsabilizan: al solicitante e investigadores; **Dra. María Cristina Pañuela** y **Katia Stefania Vicente Pérez**. Favor verificar los numerales que se incluyen.

SE AUTORIZA LA INVESTIGACIÓN EN LAS PROVINCIAS, CANTONES.

Provincia	Cantón	Parroquia	Área
Napo	Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola	Pano, Muyuna, Cotundo, Ushpayaku y Carlos Julio Arosemena Tola	Zona de amortiguamiento RBCH y PNSNG

SE AUTORIZA EL ESTUDIO DE MUESTRAS BIOLÓGICAS CON EL PROPÓSITO DE:

- Conocer la diversidad de macrohongos silvestres utilizados por las comunidades indígenas de Napo
- Identificar las especies de hongos utilizados
- Generar una base de datos de los usos de hongos

SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACION.

Materiales y Equipos	
Cuchillos y brochas, papel aluminio, etiquetas de colecta, canastas, Lápiz, libretas de campo, lupe, reglas, Cinta métrica 50 m, linterna con pilas, fundas ziplock grande	Cámara digital y cajas con fondo de un color gris, GPS

OBLIGACIONES Y CONDICIONES PARA LA VIGENCIA DE ESTA AUTORIZACIÓN:

- 8 ESTA AUTORIZACIÓN NO FACULTA LA COLECCIÓN/ MANIPULACIÓN DE ESPECIMENES VIVOS, MISMOS QUE **NO PODRÁN** SER UTILIZADOS COMO MATERIAL PARENTAL PARA MANEJO COMERCIAL.
- 9 ESTA AUTORIZACIÓN ES EMITIDA BAJO LOS TÉRMINOS EXPRESADOS EN LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, EN TAL SENTIDO HABILITA LA COLOCACIÓN DE EQUIPO COMO REDES DE NIEBLA Y EQUIPOS DE SONIDO ACÚSTICO PARA GRABAR IMAGENES Y SONIDOS DE LA VIDA SILVESTRE.
- 10 LOS INVESTIGADORES DEBERÁN REALIZAR SUS INTERVENCIONES EN CAMPO BAJO UN MANEJO RESPONSABLE Y ÉTICO CON LOS ESPECÍMENES ASÍ COMO CON LOS EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN.
- 11 PARA EL INGRESO A ÁREAS DE PROPIEDAD PRIVADA LOS INVESTIGADORES DEBERÁN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO PROPIETARIO.
- 12 PARA EL INGRESO A ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS LOS INVESTIGADORES DEBERAN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO RESPONSABLE DE ÁREA.
- 13 NO SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE ARMAS DE FUEGO, EXPLOSIVOS O SUSTANCIAS VENENOSAS COMO METODOLOGÍA DE ESTA INVESTIGACION.
- 14 SE PROHÍBE EL INGRESO A LAS ÁREAS NATURALES DEL ESTADO ETILICO, PORTANDO ARMAS, EXPLOSIVOS, TÓXICOS, CONTAMINANTES, MATERIAL VEGETATIVO, ESPECIES ANIMALES Y EN GENERAL TODO AQUELLO QUE ATENTE A LA INTEGRIDAD DEL ÁREA.
- 15 ESTA AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PODRÁ SER RENOVADA

MINISTERIO DEL AMBIENTE



ANUALMENTE PREVIO AL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES CONTRAIDAS POR EL INVESTIGADOR, ENTREGA Y APROBACIÓN DE INFORMES PARCIALES O FINALES EN LAS FECHAS INDICADAS.

- 16 SE SOLICITARÁ PRÓRROGA QUINCE DÍAS ANTES DE LA FECHA DE VENCIMIENTO QUE INDICA ESTE DOCUMENTO.
 - 17 TODO USO INDEBIDO DE ESTA AUTORIZACIÓN, ASÍ COMO EL INCUMPLIMIENTO DE ASPECTOS LEGALES, ADMINISTRATIVOS O TÉCNICOS ESTABLECIDOS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS DE ACUERDO A LA CODIFICACIÓN A LA LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE Y AL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA, Y DEMAS NORMATIVA PERTINENTE.
 - 18 EL INCUMPLIMIENTO DE CUALQUIERA DE ESTAS DISPOSICIONES ASÍ COMO EL USO INDEBIDO DE ESTE DOCUMENTO, O EL INCUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES LEGALES, ADMINISTRATIVAS O TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS CONFORME A LA LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE CODIFICADA, TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA Y CON LA SUSPENSIÓN INMEDIATA DE LA PRESENTE AUTORIZACIÓN.
- TASA POR AUTORIZACIÓN 20 VEINTE DÓLARES NO REEMBOLSABLES DEPOSITADOS EN LA CUENTA 0010000785, CÓDIGO SUBLÍNEA 190499 CON DEPÓSITO CON REFERENCIA N° 1078893900 DE FECHA 03 DE JULIO DE 2019, EN EL BANCO BANECUADOR



Ing. Carlos Rivadeneyra.
Coordinador Zonal-Zona 2 (Napo-Pichincha y Orellana)
Director Provincial del Ambiente de Napo

JO.19/07/19

