



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**COMPARACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍCICOS  
ASOCIADOS A ESPECIES DE BOSQUE ALTOANDINO Y  
PLANTACIONES DE *Pinus patula*, EN EL ÁREA DE  
INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL CAJAS**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de**

**Bióloga con mención en Ecología y Gestión**

**AUTORA:**

**ERIKA CAROLINA MARCATOMA GÓMEZ**

**DIRECTORA:**

**MARÍA ELENA CAZAR RAMÍREZ**

**CUENCA, ECUADOR**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios y a todas aquellas personas que siempre estuvieron detrás de mí impulsando mi desarrollo profesional y humano. Gracias mami Tere, mami Jesús y familia que sin ustedes no hubiese llegado a donde estoy. A mis amigas Mayra Jiménez y Cindy Álvarez, quienes siempre me apoyaron y ayudaron hasta el final y que a pesar de las distancias y obstáculos siempre han sido y seguirán siendo mis grandes amigas.

De manera muy cordial también quiero agradecer al Dr. Juan Pablo Suárez de la Universidad Técnica Particular de Loja, quien siempre estuvo para ayudarme en lo que necesitaba. Así mismo al Ing. Darío Cruz quien me guió con su conocimiento y tuvo mucha paciencia para enseñarme todo acerca de los hongos. Al Dr. Gustavo Chacón mi primer guía, por el cual nació mi interés por las micorrizas y a quien le debo el haber conocido a un gran profesional como es el Dr. Suarez. Y no última, pero si importante la Dra. María Elena Cazar por haberse permitido guiarme durante el desarrollo del presente trabajo, una gran profesional y excelente persona.

En general, muchas gracias a todos aquellos que estuvieron presentes a largo de mi carrera, biólogos, compañeros, profesores y en particular a la Universidad del Azuay por el apoyo brindado durante estos años.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de Anexos.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3

### **CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.**

1.1 Problemática.....	4
1.2 Fundamento teórico	
1.2.1 Los hongos.....	5
1.2.2 Clasificación de los hongos	
1.2.2.1 Hongos parásitos.....	6
1.2.2.2 Hongos predadores.....	7
1.2.2.3 Hongos saprófitos.....	7
1.2.2.4 Hongos simbiotes.....	8
1.2.2.4.1 Ectomicorrizas.....	8
1.2.3 Estructura principal de un hongo.....	9
1.2.4 Principales cuerpos fructíferos o setas.....	10
1.2.5 Estructuras macroscópicas de los cuerpos fructíferos.....	10
1.2.5.1 Características píleo o sombrero.....	11
1.2.5.2 Características de Himenio.....	13

1.2.5.2.1 Características de las láminas.....	13
1.2.5.3 Características Estipe o pie.....	15
1.2.6 Estructuras microscópicas de los cuerpos fructíferos.....	19
1.2.6.1 Trama.....	19
1.2.6.2 Basidio o basidiol.....	21
1.2.6.3 Esporas.....	22

## **CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1 Área de estudio.....	24
2.2 Trabajo de campo.....	26
2.3 Trabajo de laboratorio.....	27

## **CAPÍTULO 3: RESULTADOS**

3.1 Diversidad de especies del Bosque de <i>Pinus patula</i> y Bosque de Llaviucu.....	29
3.2 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de <i>Pinus patula</i> .....	30
3.3 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de Llaviucu.....	30
3.4 Hongos Ectomicorrícicos asociados a los Bosques de <i>Pinus patula</i> y Llaviucu.....	31
3.5 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de <i>P. patula</i>	
3.5.1 Variación de individuos por mes en <i>P. patula</i> .....	32
3.5.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en <i>P. patula</i> .....	32
3.6 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de <i>Llaviucu</i> .	
3.6.1 Variación de individuos por mes en Llaviucu.....	33
3.6.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en Llaviucu.....	34

## **CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN**

4.1 Diversidad de especies del Bosque de <i>Pinus patula</i> y Bosque de Llaviucu.....	35
4.2 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de <i>Pinus patula</i> .....	35
4.3 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de Llaviucu.....	36

4.4 Hongos Ectomicorrícicos asociados a los Bosques de <i>Pinus patula</i> y Llaviucu.....	37
4.5 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de <i>P. patula</i>	
4.5.1 Variación de individuos por mes en <i>P. patula</i> .....	38
4.5.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en <i>P. patula</i> .....	39
4.6 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de Llaviucu	
4.6.1 Variación de individuos por mes en Llaviucu.....	39
4.6.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en Llaviucu.....	40
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>6. REFERENCIAS</b>	
Referencias Bibliográficas.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2.1 Coordenadas de los puntos de muestreo en los bosques de Llaviucu y <i>Pinus patula</i> .....	26
Tabla 2.3.1 Recursos en línea para la identificación de muestras.....	28
Tabla 3.1.1 Especies fúngicas identificadas en el bosque de <i>Pinus patula</i> y Bosque de Llaviucu.....	29
Tabla 3.2.1 Familias, géneros y especies de los hongos identificados en el bosque de <i>Pinus patula</i> .....	30
Tabla 3.3.1 Familias, géneros y especies de los hongos identificados en el bosque de Llaviucu.....	30
Tabla 3.4.1 Especies consideradas micorrícicas y no micorrícicas.....	31
Tabla 3.5.2.1 Especies de mayor abundancia durante el periodo de muestreo en <i>Pinus patula</i> .....	32
Tabla 3.6.2.1 Especies de mayor abundancia durante el periodo de muestreo en Llaviucu.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.2.5.1.1 Formas del píleo.....	11
Figura 1.2.5.1.2 Depresiones del píleo.....	12
Figura 1.2.5.1.3 Margen del píleo (vista en corte transversal).....	12
Figura 1.2.5.1.4 Margen del píleo (vista superficial).....	13
Figura 1.2.5.2.1.1 Ubicación de las láminas.....	14
Figura 1.2.5.2.1.2. Espacio entre las láminas.....	14
Figura 1.2.5.2.1.3. Margen de las láminas.....	15
Figura 1.2.5.3.1 Ubicación del estipe.....	16
Figura 1.2.5.3.2. Forma del estipe I.....	16
Figura 1.2.5.3.3. Forma del estipe II.....	17
Figura 1.2.5.3.4. Posición del anillo.....	18
Figura 1.2.5.3.5 Tipos de volvas.....	18
Figura 1.2.6.1.1. Trama Himenophoral I.....	20
Figura 1.2.6.1.1. Trama Himenophoral II.....	20
Figura 1.2.6.2.1. Himenio y basidia.....	21
Figura 1.2.6.3.1. Formas de las esporas I.....	22
Figura 1.2.6.3.2. Formas de las esporas II.....	23
Figura 1.2.6.3.3. Formas de las esporas III.....	23
Figura 2.1.1 Sitios de muestreo en el área de influencia del Parque Nacional Cajas.....	24
Figura 3.5.1.1 Meses con el mayor número de individuos presentes en el bosque de <i>Pinus patula</i> .....	32
Figura 3.6.1.1 Meses con el mayor número de individuos presentes en el bosque de Llaviucu.....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

1. Hongos del bosque de <i>Pinus patula</i>	
1.1 <i>Siullus luteus</i> .....	54
1.2 <i>Lycoperdon sp.</i> .....	55
1.3 <i>Collybia dryophila</i> (Bull.:Fr.) Kumm.....	56
1.4 Cf. <i>Cantharellus</i> .....	57
1.5 Cf. <i>Marasmius</i> .....	58
1.6 <i>Mycena sp.1</i> .....	59
1.7 <i>Collybia.sp.1</i> .....	60
1.8 HPP1.....	61
1.9 HPP2.....	62
1.10 HPP3.....	63
2. Hongos del bosque alto andino (Llaviucu)	
2.1 <i>Agaricus praeclaresquamosus</i> .....	64
2.2 <i>Collybia sp.2</i> .....	66
2.3 <i>Collybia sp.3</i> .....	67
2.4 <i>Mycena sp. 1</i> .....	68
2.5 <i>Mycena sp.2</i> .....	69
2.6 <i>Hygrocybe sp</i> .....	70
2.7 HBLL1.....	71
2.8 HBLL2.....	72



*Carolina*  
09/01/14

## COMPARACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍCICOS ASOCIADOS A ESPECIES DE BOSQUE ALTOANDINO Y PLANTACIONES DE *Pinus patula*, EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL CAJAS


### RESUMEN

Los hongos juegan un papel ecológico fundamental en los ecosistemas, por tal motivo este trabajo tuvo como objetivo establecer los hongos con potencial ectomicorrízico asociados a un bosque altoandino y una plantación de *Pinus patula* en el área de influencia del Parque Nacional Cajas. Para el efecto se establecieron cinco parcelas al azar dentro de las cuales se recolectaron cuerpos fructíferos con crecimiento sobre el suelo, de los que se analizó las características macroscópicas y microscópicas más relevantes. El bosque de *Pinus patula* fue el más diverso en hongos, siendo la especie *Collybia dryophila* Kumm la más representativa. Se encontraron dos especies ectomicorrízicas asociadas a *P. patula*, *Suillus luteus* y *Cf. Cantharellus*. La diversidad en el bosque altoandino (Llaviucu) fue inferior y no se encontraron ectomicorrizas. La especie más representativa fue *Mycena sp.1*, la cual también se presentó en las dos zonas de estudio.

**Palabras clave:** hongos ectomicorrízicos, esporocarpo, hongos saprófitos, *Mycena*, *Collybia*, bosque altoandino, *Pinus patula*.

  
María Elena Cazar Ramírez  
Directora

  
Edwin Javier Zárate Hugo  
Director de Carrera

  
Erika Carolina Marcatoma Gómez  
Autora

*Handwritten signature*  
13/01/14

**ABSTRACT**

**COMPARISON OF ECTOMYCORRHIZAL FUNGI ASSOCIATED WITH HIGH ANDEAN FOREST SPECIES AND PINUS PATULA PLANTATIONS AT CAJAS NATIONAL PARK AREA OF INFLUENCE.**

Fungi play a key ecological role in ecosystems, for this reason this work's objective was to establish potential ectomycorrhizal fungi associated with high Andean forest, and *Pinus patula* at the Cajas National Park area of influence. For this purpose five parcels were randomly selected. The fruit bodies with growth above ground were collected. The most relevant macroscopic and microscopic characteristics of these fruits were analyzed. The forest of *Pinus patula* was the most diverse in fungi, and the *Collybia dryophila* Kumm species the most representative. Two ectomycorrhizal species were found to be associated to *P. patula*, *Suillus luteus* and *Cf. Cantharellus*. Diversity in the high Andean forest (Llaviucu) was lower and no ectomycorrhizae were found. The most representative species was *Mycena* sp.1, which was also presented in the two areas of study.

**Keywords:** Ectomycorrhizal fungi, Sporocarp, Saprophytic Fungi, *Mycena*, *Collybia*, High Andean Forest, *Pinus Patula*

*Handwritten signature*  
Maria Elena Cazar Ramirez  
Thesis Director

*Handwritten signature*  
Edwin Javier Zarate Hugo  
School Director

*Handwritten signature*  
Erika Carolina Marcatoma Gómez  
Author



*Handwritten signature*  
Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

Erika Carolina Marcatoma Gómez

Trabajo de Graduación

Ph. D. María Elena Cazar Ramírez

Enero de 2014

## COMPARACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍCICOS ASOCIADOS A ESPECIES DE BOSQUE ALTOANDINO Y PLANTACIONES DE *Pinus patula*, EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL CAJAS

### INTRODUCCIÓN

El equilibrio que se da en la naturaleza depende de las interacciones que se producen entre animales, plantas y microorganismos. Es así que los hongos juegan un papel ecológico fundamental en los ecosistemas participando en procesos de reciclaje de la materia orgánica y en la formación y conservación del suelo (Días *et al.*, 2005). En el Ecuador no se cuenta con un registro de las especies de hongos presentes en los diversos ecosistemas y los trabajos realizados son pocos, lo que indica un desconocimiento de este grupo biológico. Se conoce que la diversidad fúngica del planeta está entre 1 y 1.5 millones de especies dividida en 3 grupos principales los parásitos, saprofitos y simbioses (Hawksworth *et al.*, 1995). El grupo de los simbioses es uno de los más estudiados en la actualidad, siendo la forma más común la simbiosis mutualista conocida como micorrización.

Existen siete grupos de micorrizas las arbusculares, ectomicorrizas, ectendomicorrizas, arbutoides, monotropoides, ericoides y orquidoides (Smith y Read, 1997). Varios estudios muestran que una planta micorrizada se desarrolla mejor y contiene mayores cantidades de los principales nutrientes por unidad de

masa que una no micorrizada (Hatch, 1937). De las aproximadamente 5000 especies de micorrizas identificadas, la mayoría pertenecen a la división Basidiomycota y en porcentaje menor a Ascomycota (Johnson *et al.*, 2005); ambas pertenecientes a las ectomicorrizas (ECM). La simbiosis establecida con ECM es esencial para los sistemas forestales, es así que las familias Betulaceae, Dipterocarpaceae, Fagaceae, Juglandaceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Myricaceae, Pinaceae, Rosaceae y Salicaceae son totalmente dependientes de esta simbiosis (Smith y Read, 1997).

Hasta la fecha se han descrito ECM en 140 géneros de estas familias, algunos de estos formando cuerpos fructíferos, esporocarpos, epigeos o hipogeos que son de gran valor comercial y gastronómico. En diversos países se están implementando programas de reforestación y restauración de suelos con ectomicorrizas mediante el uso de especies forestales. En Ecuador es reciente el interés en estas especies fúngicas. En general, las ECM se encuentran en bosques templados, por lo que las investigaciones en ecosistemas andinos, comunes en el Ecuador, son escasas.

Se conoce que existe una interacción entre algunas especies forestales presentes en estas zonas con ectomicorrizas. Un caso en particular es la del género *Pinus*, especie introducida, la cual se encuentra presente en muchos de estos ecosistemas y cuya asociación con ECM se encuentra muy estudiada en otras regiones del mundo, pero aún es poco conocida en el Ecuador. Se desconoce si existe una relación entre las ECM asociadas a esta especie con las de algunas especies arbóreas presentes en bosques altoandinos. Se pretende investigar esta posible relación con el propósito de conocer como se encuentran las relaciones de estas micorrizas y nuestros ecosistemas altoandinos.

**Objetivo General:**

Establecer los hongos con potencial ectomicorrícico asociados a un Bosque altoandino y una plantación de *Pinus patula* en el área de influencia del Parque Nacional Cajas.

**Objetivos específicos:**

Identificar mediante la caracterización morfológica los hongos presentes sobre el suelo asociados a estos dos sitios.

Determinar la diversidad de hongos con potencial ectomicorrícico asociados a especies arbóreas de las dos áreas de estudio.

Establecer posibles diferencias o similitudes entre los hongos asociados a una plantación de *Pinus patula* y un Bosque altoandino.

## CAPÍTULO 1

### ANTECEDENTES

#### 1.1 Problemática

Los bosques del Sur del Ecuador son muy diversos en plantas vasculares (Barthlott *et al.*, 1996), sin embargo la identificación de especies, el estudio de productividad, fenología, producción de semillas, crecimiento de plántulas e investigaciones sobre sus asociaciones con hongos están recién empezando o no se han estudiado (Homeier y Breckle, 2002). Una de estas asociaciones son las Ectomicorrizas que en su mayoría se encuentran en zonas templadas donde existe una gran riqueza y diversidad. La diversidad y comunidad ecológica de hongos ectomicorrícicos es relativamente pobre en ecosistemas tropicales (Sirikantaramas *et al.*, 2003, Tedersoon *et al.*, 2007).

La distribución de Ectomicorrizas en Sudamérica se encuentra extendida a lo largo de la cordillera subtropical en México, donde están asociadas a bosques de *Quercus* y *Alnus* (Morris *et al.*, 2009). En el Ecuador son muy pocos los trabajos documentados y desarrollados sobre ectomicorrizas y sus asociaciones con especies presentes en Bosques altoandinos. De igual manera se desconoce para el género *Pinus*, especie introducida años atrás para la reforestación en ecosistemas andinos.

Es importante comenzar a desarrollar programas de investigación sobre hongos en el Ecuador, con el propósito de constituir una línea base para el estudio de estas poblaciones en nuestros suelos y para conocer las ECM asociadas a la diversidad forestal de los bosques altoandinos. Las investigaciones que se desarrollen posteriormente en esta área contarán con datos propios sobre presencia y diversidad de hongos en la zona de influencia del Parque Nacional Cajas, Azuay.

## 1.2 Fundamento Teórico

### 1.2.1 Los Hongos

La ciencia que estudia los hongos se denomina Micología (Mykes= hongo y Logos= estudio). Los hongos pertenecen al reino Fungi y son organismos muy diferentes a plantas, animales, bacterias y protozoarios. Son considerados criptógamos, lo que significa que carecen de flores o talofitas como los líquenes, algas y bacterias. Se diferencian de las plantas porque no poseen clorofila, sustancia que les permite a las plantas realizar la fotosíntesis (Davis *et al.*, 2012). Debido a esta condición los hongos buscan otras formas para alimentarse y generalmente lo hacen del alimento pre elaborado de los vegetales. Poseen gran capacidad de adaptación y pueden desarrollarse sobre cualquier medio o superficie. Se reproducen por medio de esporas, las cuales son diseminadas principalmente por el viento y por el agua (INBIO, 2013).

Es importante establecer las diferencias entre un hongo y una seta o carpófago (botánicamente). Se conoce como hongo al total de la “planta” y como seta a la parte reproductiva del hongo, aquella más visible y que se puede consumir. Por lo tanto, la seta no es más que el cuerpo fructífero de algunos hongos superiores o macromicetos (hongos terrestres más evolucionados) (Cuesta, 2003). Los hongos juegan un papel muy importante en diversas áreas como son la medicina (penicilina a partir del hongo *Penicillium notatum*), industria (producción de lácteos, vinos, etc.) y alimentación (hongos comestibles ricos en fibras, proteínas, vitaminas, etc.).

Son varias las funciones que los hongos cumplen en la naturaleza, por ejemplo actúan como descomponedores y transformadores de materia orgánica convirtiéndola en sustancias más simples y asimilables para otros seres vivos (Franco *et al.*, 2005). También se los puede encontrar formando asociaciones de beneficio mutuo con raíces de plantas (micorrizas) y con algas dando origen a los líquenes, mientras que algunos crecen sobre otros seres vivos provocándoles enfermedad e incluso la muerte (INBIO, 2013).

## **1.2.2 Clasificación de los hongos**

Los hongos son organismos heterótrofos que necesitan encontrar fuentes de material orgánico para su nutrición y desarrollo, estas pueden ser de origen vegetal o animal, viva o muerta (Cuesta, 2007). Preferentemente se desarrollan en lugares húmedos y oscuros, ya que no necesitan de luz para sobrevivir (Furci, 2008). Estas condiciones los clasifica en cuatro grupos principales: los parásitos, predadores, saprófitos y simbiontes (Franco *et al.*, 2005).

### **1.2.2.1 Hongos parásitos**

Los hongos parásitos son aquellos que viven o colonizan animales (incluido el hombre), vegetales u otros hongos en los que provocan enfermedades e incluso la muerte o simplemente viven a expensas de ellos (Piepenbring, 2004). Los hongos constituyen el 90% de los parásitos vegetales y se ha llegado a afirmar que cada año destruyen más del 15% de la producción vegetal mundial (ADESPER, 2007). Por el gran número de enzimas, toxinas y antibióticos que producen, son capaces de vencer las defensas que oponen las células de los organismos atacados. Las royas, tizones, oídio, entre otras son enfermedades producidas por hongos muy conocidas por los agricultores.

Dependiendo del lugar en el que se desarrollan los hongos parásitos pueden ser: facultativos (crecen sobre materia orgánica muerta, de forma natural o en cultivos artificiales) y obligados (no se desarrollan en medios artificiales). Según su relación nutritiva con el hospedante se clasifican en biotróficos (obtienen su sustento de células vivas), necrotróficos (destruyen la célula parasitada y luego absorben sus nutrientes) y patógenos (causan daño al hospedante) (Cuesta, 2007).



### **1.2.2.2 Hongos predadores**

Los hongos predadores son aquellos que utilizan sus hifas para elaborar trampas y de esta manera capturar o matar a otros organismos como amebas, rotíferos, protozoos y nematodos que luego sirven como alimento de estos predadores. En muchas partes del mundo este tipo de hongos están siendo utilizados en programas para el control biológico de ciertas plagas de cultivos y transmisores de enfermedades (Franco *et al.*, 2000).

### **1.2.2.3 Hongos saprófitos**

La característica principal de este tipo de hongos es que su ciclo de vida se desarrolla sobre materia orgánica inerte de cualquier tipo de sustrato. Se alimentan mediante la disolución del material que colonizan, primero con la liberación de enzimas y luego la absorción de la materia orgánica resultante (Cuesta, 2007). Juegan un papel muy importante en el ciclo de nutrientes, ya que se encargan de descomponer y reciclar la materia orgánica que generalmente es de origen vegetal. En el ciclo de carbono los saprófitos degradan la materia orgánica reintegrando el CO<sub>2</sub> a la atmósfera y reciclando elementos como el nitrógeno, fósforo y potasio que son devueltos al suelo y aprovechados por las plantas para la formación de algunos de sus componentes (Franco *et al.*, 2005; Charlie y Watkinson, 1994).

Los hongos saprófitos crecen en cualquier tipo de hábitat. En la madera o restos de esta, luego de colonizarla, producen varios tipos de pudrición en función de si disuelve celulosa o lignina. Por ejemplo, la podredumbre fibrosa blanca se produce cuando se disuelve lignina y los residuos son fibras alargadas blancas cuyo componente principal es la celulosa. Los hongos que participan en este proceso dependen principalmente del grado de humedad de la madera, ya que no todos tienen el mismo requerimiento de humedad (Cuesta, 2007). Los hongos de prados, pastizales y claros de bosque se desarrollan sobre humus de la capa superficial del

suelo, descomponiendo y alimentándose de la materia orgánica procedente de los restos de las raíces y de los tallos de las diferentes herbáceas. Por último, los hongos pirófitos aquellos que se desarrollan exclusivamente sobre material carbonizado, por ejemplo tras un incendio, restos de hogueras, etc.

#### **1.2.2.4 Hongos simbiotes**

La simbiosis más conocida entre hongos y plantas es la micorrización. La micorrización es una simbiosis de tipo mutualista en la cual el hongo y la planta reciben mutuos beneficios (Smith y Read, 2008). El principal beneficio es el intercambio de nutrientes (Pérez y Read, 2003). Los hongos reciben carbono de las plantas hospederas y las plantas reciben principalmente fósforo y nitrógeno a través de las hifas asociadas, también en algunas ocasiones las plantas adquieren protección en contra de organismos patógenos por factores distintos al de unanutrición mineral incrementada (Smith y Read 1997).

En la actualidad se conocen siete tipos de simbiosis micorrícica: arbuscular, ectomicorriza, ectendomicorriza, arbutoide, monotropoide, ericoide y de orquídeas u orquidoides (Smith y Read, 1997). Las micorrizas se encuentran distribuidas en todos los ecosistemas terrestres, principalmente asociadas a especies arbóreas y en regiones templadas como boreales y tropicales (Pérez y Read, 2003), en las cuales son importantes para el mantenimiento de dichos ecosistemas.

##### **1.2.2.4.1 Ectomicorrizas**

De las micorrizas antes mencionadas una de las más importantes son las Ectomicorrizas. Su característica principal es que el hongo asociado cubre las raíces cortas sin penetrarlas, formando un manto o vaina. Las hifas que crecen entre los espacios de las células corticales forman un complejo sistema intercelular denominado red de Harting (Smith y Read, 1997). Además se las distingue de los otros grupos por cuatro componentes principales: la punta colonizada de la raíz

vegetal, el micelio externo, el esporocarpio y el banco de esporas en el suelo (Kjøller, 2006).

La simbiosis con ECM se establece principalmente con angiospermas y gimnospermas leñosas y los hongos asociados son del grupo de Basidiomycetes y Ascomycetes. Las ECM son muy importantes en el ciclo de nutrientes y productividad de los bosques, es así que se estima que un 50 a 70% de la productividad neta anual es llevada a las raíces y asociaciones micorrícicas (Amaranthus, 1998). Los hongos ectomicorrícicos actúan en la protección de las raíces frente a agentes patógenos, moderan los efectos de las toxinas de metales pesados, proporcionan estructura al suelo, promueven el desarrollo de raíces finas, producen antibióticos, hormonas y vitaminas para las plantas, son utilizados para la reforestación y permiten la estabilización de coníferas en suelos nuevos, glaciares, lodos y erosionados (Amaranthus y Perry, 1989; Park, 1984; Trappe y Luoma, 1992; Rizzo *et al.*, 1992; Harley y Smith, 1983; Trappe y Fogel, 1977).

Son consideradas también como bioindicadores, por su elevado número de especies, la especialización y funciones ecológicas importantes (Trappe, 1977). Cada ectomicorriza es diferente en sus características fisiológicas, por lo que todas son importantes. Algunas pueden presentarse en ciertas épocas del año, otras crecer sobre cierto sustrato, muchas pueden asociarse a una sola especie vegetal y otras ser más eficientes en la absorción de nutrientes.

### **1.2.3 Estructura principal de un hongo**

Una de las estructuras principales de un hongo es el micelio o también llamado manto. Se conoce como micelio a la red formada por hifas, el cual se desarrolla sobre una variedad de sustratos. Si el micelio crece en el suelo, se dice que el sustrato es terrestre; si crece sobre madera es llamado lignícola; sobre estiércol es llamado coprofílico y si crece sobre otros hongos es llamado fungícola (Largent, 1986). El micelio obtiene alimento de productos orgánicos presentes en los diversos sustratos por liberación de enzimas que rompen los compuestos complejos como celulosa o lignina, convirtiéndolos en productos solubles.

El crecimiento del micelio depende de varios factores ambientales tales como la humedad, temperatura, pH y relación C/N. La combinación de estos factores obedece al tipo de hongo que este por desarrollarse. Estudios desarrollados en los últimos años demuestran que una de las funciones más importantes del micelio de las ECM es su capacidad para conectar árboles de la misma o de diferentes especies (Pérez y Read, 2004).

#### **1.2.4 Principales cuerpos fructíferos o setas**

Los hongos han evolucionado con el objeto de desarrollarse y dispersar sus esporas. Dicho objetivo es realizado por las setas quienes han cambiado sus estructuras y desarrollado nuevas formas o clases. Dos de sus clases principales son los Ascomycetes y Basidiomycetes. Los Ascomycetes crecen en forma de copa o disco sobre los que se desarrollan las esporas o ascoesporas en estructuras microscópicas en forma de sacos alargados denominados ascas.

Los Basidiomycetes desarrollaron un sombrero (píleo) sustentado por un pie (estípe). El órgano reproductor en este grupo es el himenio que se encuentra bajo el sombrero, en el cual se desarrollan las láminas, poros, agujijones o pliegues y en cuyas estructuras microscópicas están los bastones o esterigmas denominados basidios, los cuales contienen en su interior a las esporas o basidioesporas que son los elementos de perpetuación de las especies (Carrillo, 2003).

#### **1.2.5 Estructuras macroscópicas de los cuerpos fructíferos**

Los cuerpos fructíferos o setas pueden ser llamados también carpófagos y esporocarpos. El esporocarpo de un basidiomycota se conoce como basidiocarpo, mientras el cuerpo de fructificación de un Ascomycota se conoce como ascocarpo. Si el esporocarpo crece encima del suelo se lo denomina epígeo (setas ordinarias) y si crece debajo del suelo son hipógeo (Carrillo, 2003). Estos últimos se los llama usualmente trufas o falsas trufas, este nombre se debe a que han perdido la habilidad para dispersar esporas por el aire, optando la vía del consumo animal y

subsecuentemente dispersión de las mismas. Las principales características macroscópicas de un cuerpo fructífero son el píleo, himenio y estipe los cuales presentan diferentes formas y estructuras. Todas las características que a continuación se mencionan son tomadas del trabajo de Largent, publicado en 1986.

### 1.2.5.1 Características píleo o sombrero

El píleo o sombrero es la parte superior de la seta y varía dependiendo del tipo de hongo y donde este se desarrolla. En la figura 1.2.5.1.1 se muestran las principales formas del píleo. Muchos hongos pueden presentar también depresiones (figura 1.2.5.1.2) que son importantes al momento de la identificación. Otras características son el color (varía de joven a adulto) y el margen. Este último puede ser de forma enrollada, curvada, lineal, plana, levantada (figura 1.2.5.1.3), o festoneado, crenado, ondulado, entre otros (figura 1.2.5.1.4).



Figura 1.2.5.1.1 Formas del píleo. A. convexa, B. cónica, C. campanulada, D. Ampliamente parabólica, E. estrechamente parabólica, F. plana, G. levantada (Largent, 1986).



Figura 1.2.5.1.2 Depresiones del píleo. A. mamoleada, B. ampliamente levantada, C. superficialmente deprimida, D. profundamente deprimida. (Largent, 1986)

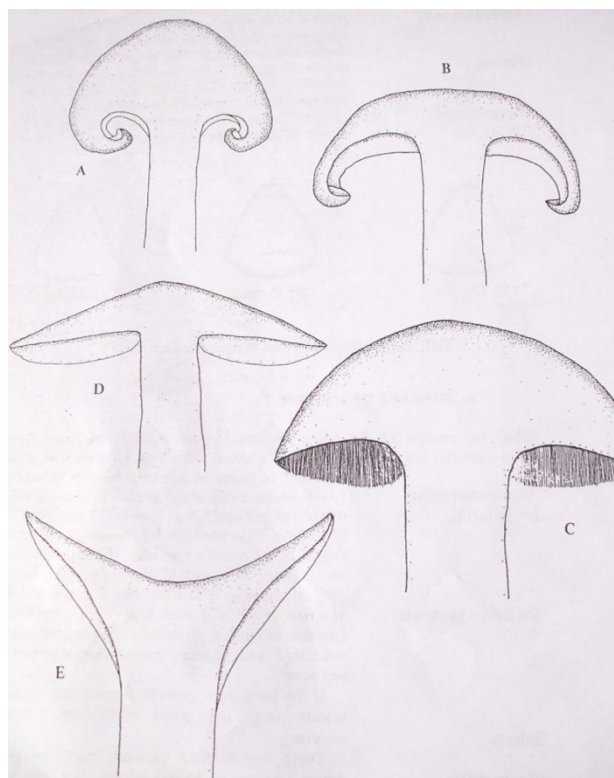


Figura 1.2.5.1.3 Margen del píleo (vista en corte transversal). A. enrollado, B. curvado, C. decurvado, D. plano, E. levantada. (Largent, 1986)

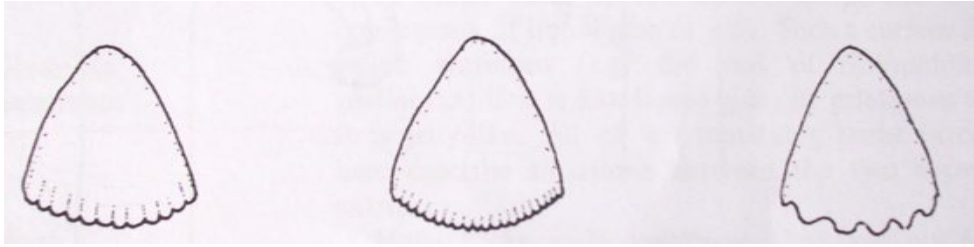


Figura 1.2.5.1.4 Margen del píleo (vista superficial). Festoneado, crenado y ondulado. (Largent, 1986)

La superficie del píleo también es importante y esta puede ser translúcida-estriada, estriada, tuberculada, brillante, sin brillo de aspecto sedoso, seco, glutinoso, gelatinoso, húmedo, viscoso, aceitoso, subviscoso y pegajoso. Algunas especies pueden presentar vellosidades de diferentes tipos así como restos de velo. La carne, el sabor, olor y consistencia del fructífero son características que también deben ser tomadas para ciertas especies.

### 1.2.5.2. Características de Himenio

Se encuentra en la parte inferior del píleo y es una de las regiones más importantes de los cuerpos fructíferos, ya que en este se desarrollan las esporas y la mayor parte de información macro y microscópica se encuentra alojada aquí (Carranza, 2006). Existen cinco principales tipos de himenio que son: láminas, poros, pliegues, agujones y liso (Courtecuisse y Duhem, 2000). La mayoría de hongos presentan láminas.

#### 1.2.5.2.1 Características de las láminas

La forma en la que se ubican (figura 1.2.5.2.1.1), el espacio (figura 1.2.5.2.1.2), el cambio de color de jóvenes a adultos y el margen de las láminas son algunas de las características más importantes para diferenciar especies de hongos. Por ejemplo, el margen de las láminas (figura 1.2.5.2.1.3) y colores tiene mucho que ver con la presencia de la célula estéril llamada cystidia que no produce basidiosporas. La

ubicación por otro lado, puede cambiar con la maduración del cuerpo fructífero y los cambios ambientales.

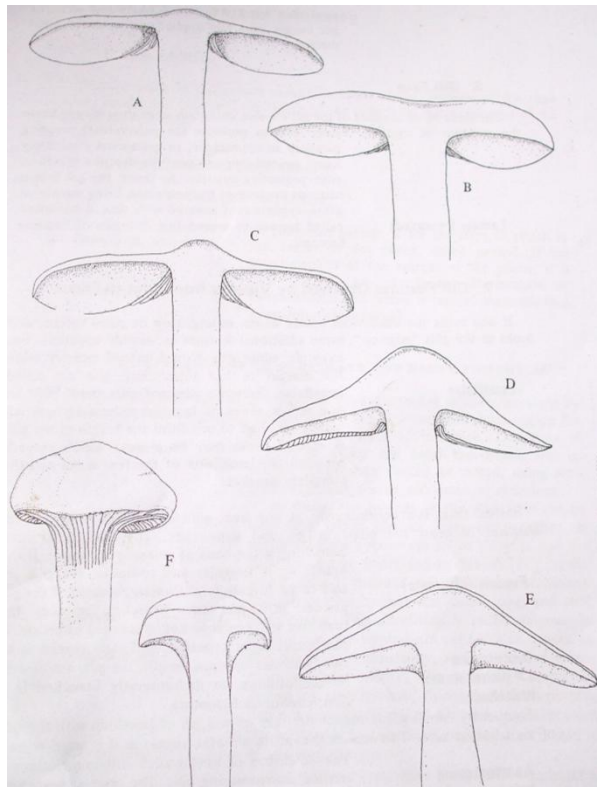


Figura 1.2.5.2.1.1 Ubicación de las láminas. A. Libres, B. abruptamente anexadas, C. anexadas, D. sinuada, E. subdecurrente, F. decurrente.

(Largent, 1986)

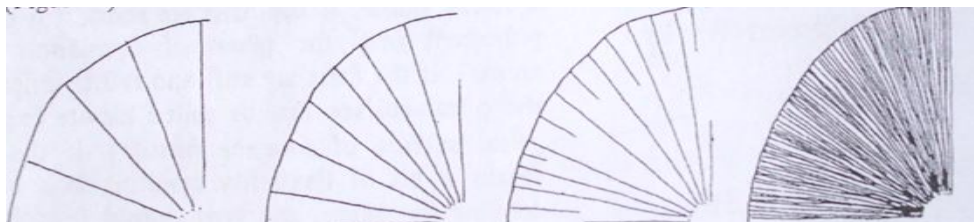


Figura 1.2.5.2.1.2. Espacio entre las láminas. Distantes, subdistantes, cerradas y agrupadas.

(Largent, 1986)



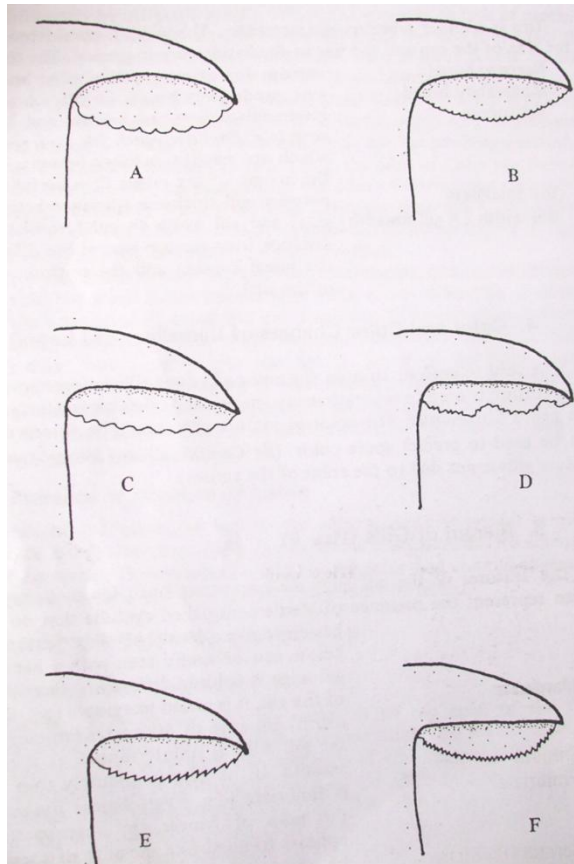


Figura 1.2.5.2.1.3. Margen de las láminas. A. crenado, B. rizado, C. ondulado, D. erosionado o entrecortado, E. serrado, F. aserrado.

(Largent, 1986)

### 1.2.5.3 Características del Estipe o pie

El estipe o pie es similar al tallo de una planta y su función es sostener, elevar y nutrir al píleo y por ende al himenio. El estipe puede ubicarse de manera central o lateral (figura 1.2.5.3.1) y la forma en la que se presenta varía según la especie. En las figuras 1.2.5.3.2 y 1.2.5.3.3 se muestran las diferentes formas en las que puede desarrollarse el estipe. Otra característica es la consistencia o textura y pueden ser cartilaginosa, fibrosa, leñosa o tener consistencia de corcho, cuero o gredoso.

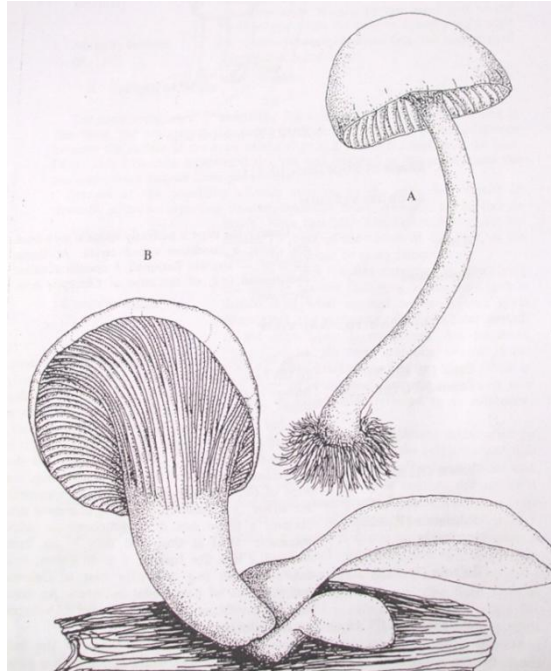


Figura 1.2.5.3.1 Ubicación del estipe. A. central, B. lateral

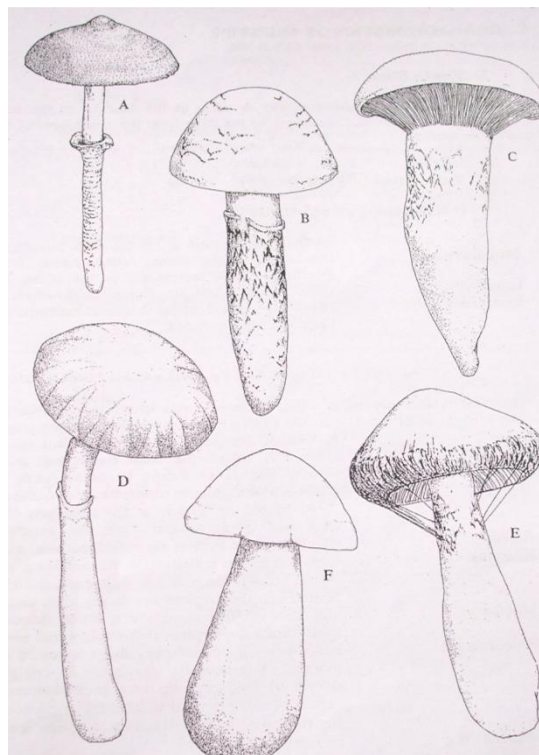


Figura 1.2.5.3.2. Forma del estipe I. A. Igual, B. Igual, ligeramente cónica en la base, C. Cónico del ápice a la base, D. Cónico de la base al ápice, E. subclaviforme, F. claviforme.

(Largent, 1986)

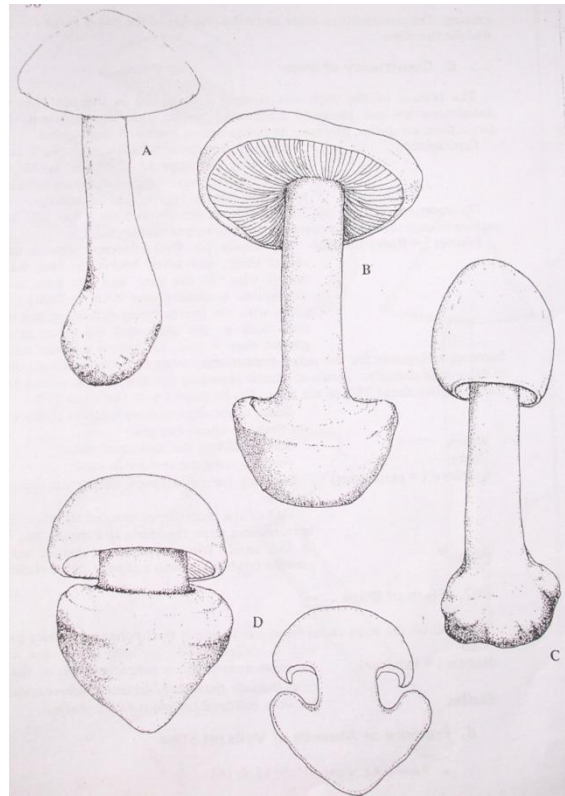


Figura 1.2.5.3.3. Forma del estipe II. A. claviforme-bulboso, B. Igual con una base bulbosa, C. Igual con una base abruptamente bulbosa, D. Igual con margen deprimido y base bulbosa.

(Largent, 1986)

En el estipe de algunas especies pueden presentarse estructuras especiales como el velo universal (membrana que envuelve a la seta al inicio del desarrollo y que se rompe al crecer), volva (restos de velo que recubren la parte inferior del pie), el anillo (membrana que protege al himenio mientras se forman las esporas), la cortina (similar al anillo, pero formada por una multitud de fibrillas muy finas y retículo (malla en relieve más o menos visible que cubre el pie) (Courtecuisse y Duhem, 2000). La figura 1.2.5.3.4 muestra la posición del anillo en el pie y la figura 1.2.5.3.5 los tipos de volvas.

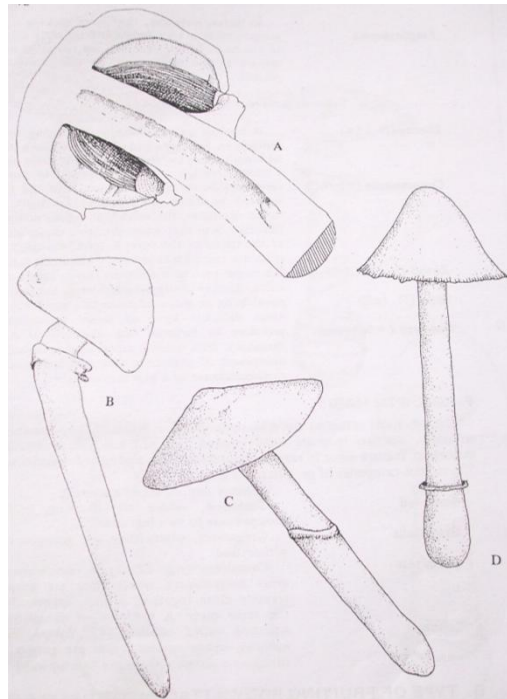


Figura 1.2.5.3.4. Posición del anillo. A. Velo parcial y apical intacto, B. apical (superior), C. central, D. basal (inferior). (Largent, 1986)



Figura 1.2.5.3.5 Tipos de volvas. A, B. escamoso, C. circumsésil, D. Anillos concéntricos (zonal).

(Largent, 1986)

### **1.2.6 Estructuras microscópicas de los cuerpos fructíferos**

Son muchas las estructuras microscópicas que se pueden observar de un cuerpo fructífero y cada una de estas varía según la parte del hongo de donde se tome la muestra (pie o sombrero). Algunas estructuras son las hifas (presentes el píleo o sombrero)pelis o corteza, velos (remanentes de velo universal observados microscópicamente), trama, cystidia, basidio o basidiol y basidiosporas (esporas). Cada una de estas presenta formas diferentes y son las más importantes al momento de llegar al grado taxonómico de especie. A continuación se nombraran las estructuras más importantes y tomadas en cuenta en nuestro estudio según Largent *et al.*, (1986).

#### **1.2.6.1 Trama**

Se conoce como trama a la parte interior del basidiocarpo que es diferente a las estructuras exteriores del himenio y pelis. Se divide en tres regiones: trama himenophoral, trama del píleo y trama del estipe. El tejido estéril de un basidiocarpo por donde se transportan las esporas se conoce como himenóforo que puede asumir la forma de branquias o tubos. Bajo el himenio, en el caso de los hongos con láminas, se conoce como trama de las láminas y aquellos que poseen poros se denominan trama de tubos. El trama himenophoral consiste de dos capas, una zona estrecha con pequeñas hifas cortas denominado subhimenio y el trama himenophoral que consiste de hifas que se proyectan hacia abajo del píleo (Largent *et al.*, 1986). En las figuras 1.2.6.1.1 y 1.2.6.1.2 se muestran las diferentes estructuras del trama himenophoral.

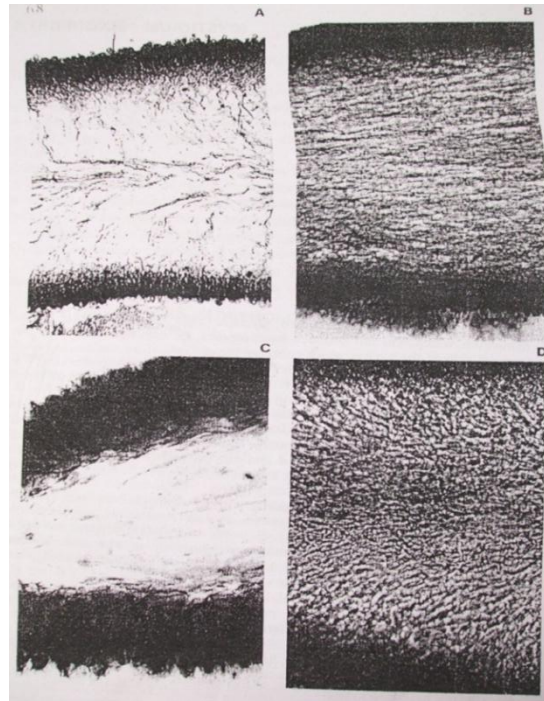


Figura 1.2.6.1.1. Trama Himenophoral I. A. Divergente con estratos laterales, B. Paralelo, C. Convergente, D. Divergente con estratos laterales oscuros.

(Largent *et al.*, 1986)

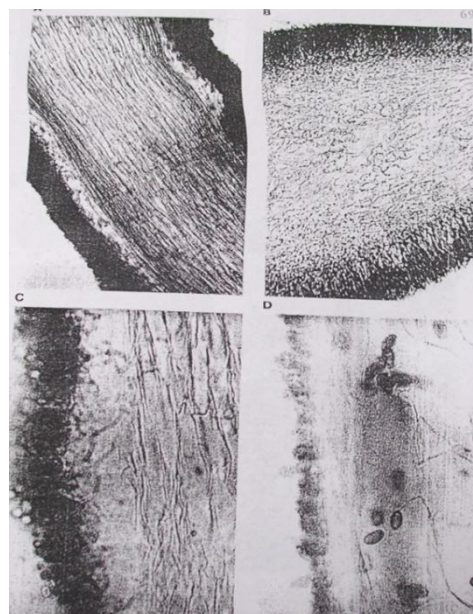


Figura 1.2.6.1.2. Trama Himenophoral II. A. subparalelo y con un gelatinoso subhimenio, B. entrelazados, C. trama con láminas paralelas compuesto de células en forma de barril, D. Trama con láminas paralelas, E. himeniopodium compuesto de células grandes. (Largent *et al.*, 1986)

### 1.2.6.2 Basidio o basidiol

El basidio es aquella estructura en la cual se encuentran las esporas. Generalmente, el basidio está compuesto de 4 esporas, claviformes o ampliamente claviformes de maduros y fusoides a claviformes limitadas cuando jóvenes. El basidio se clasifica en dos grupos principales los holobasidios (chiasmobasidio, stichobasidio) y heterobasidios (esterigma, heterotrópico y orthotrópico) (Largent et al, 1986). En la siguiente figura 1.2.6.2.1 se muestra algunas formas del himenio y basidia.

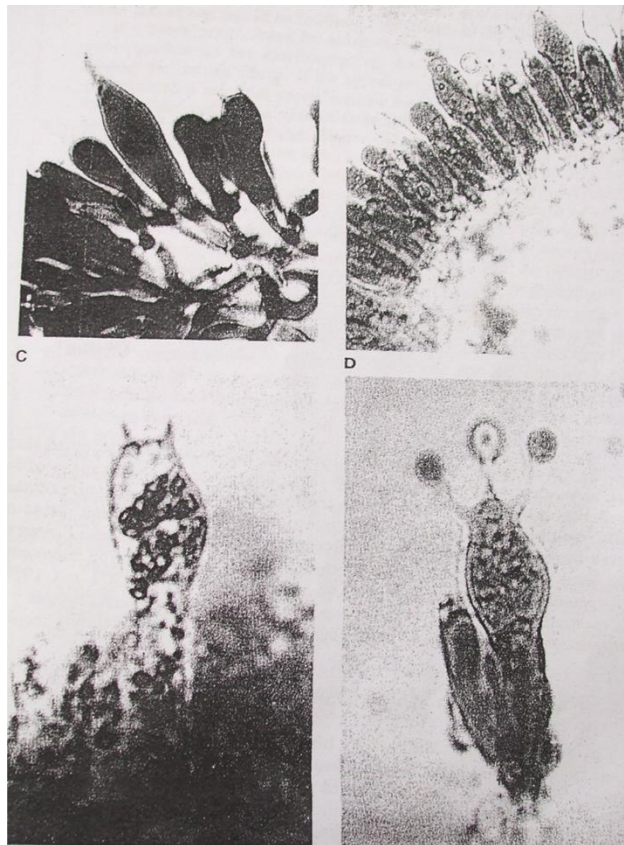


Figura 1.2.6.2.1. Himenio y basidia. A. Holobasidia, hymenium de *Lactarius*, C. Holobasidio de *Lycophyllum multiceps*, D. Holobasidio con ubicación de esporas heterotróficamente.

(Largent et al., 1986)

### 1.2.6.3 Esporas

Son consideradas como semillas, ya que a partir de ellas se desarrollan los hongos y setas. Son muchas las características a observarse de este grupo, por ejemplo el color, la ubicación en el basidio, el tamaño ( $\mu\text{m}$ ), simetría, ornamentación y forma. Las esporas son la parte principal de cualquier identificación, por lo que los datos que se obtengan de estas son confiables y permitirán llegar al grado taxonómico más cercano de cualquier especie. En las siguientes figuras se muestran las principales formas de las esporas según Largent et al (1986).

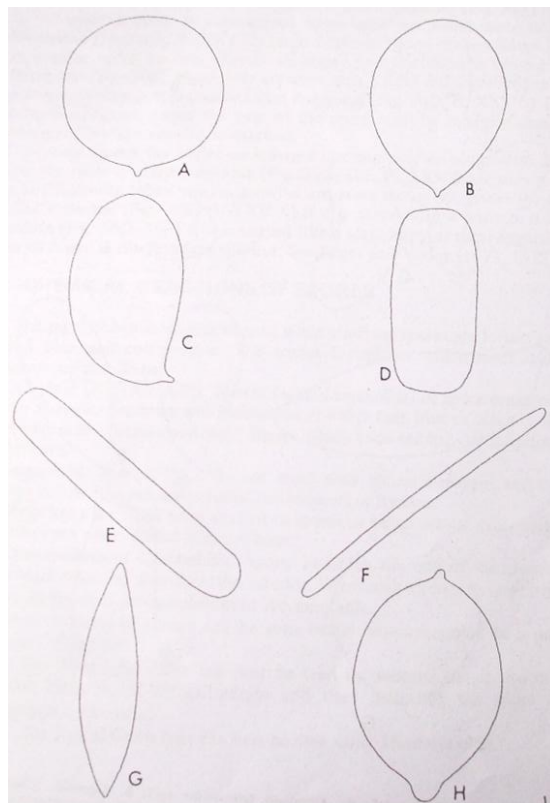


Figura 1.2.6.3.1. Formas de las esporas I. A. globosa, B. subglobosa, C. elíptica, D. oblonga, E. cilíndrica, F. baciliforme, G. fusiforme.

(Largent *et al.*, 1986)



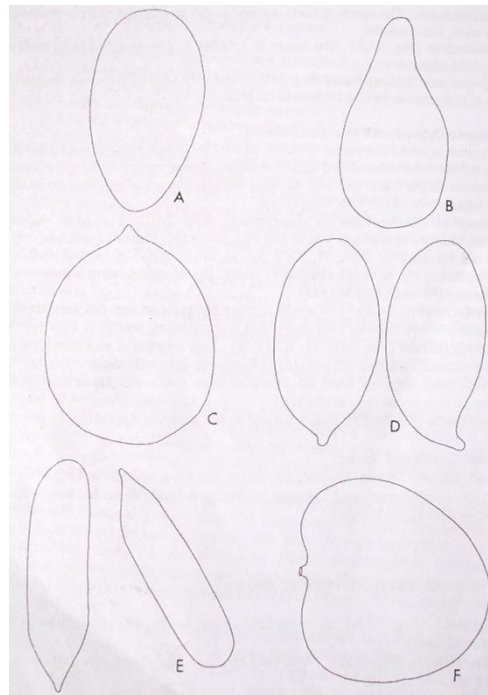


Figura 1.2.6.3.2. Formas de las esporas II. A. ovalada, B. piriforme, C. dacrioid, D. amigdaliforme, E. naviculada, F. cordada.

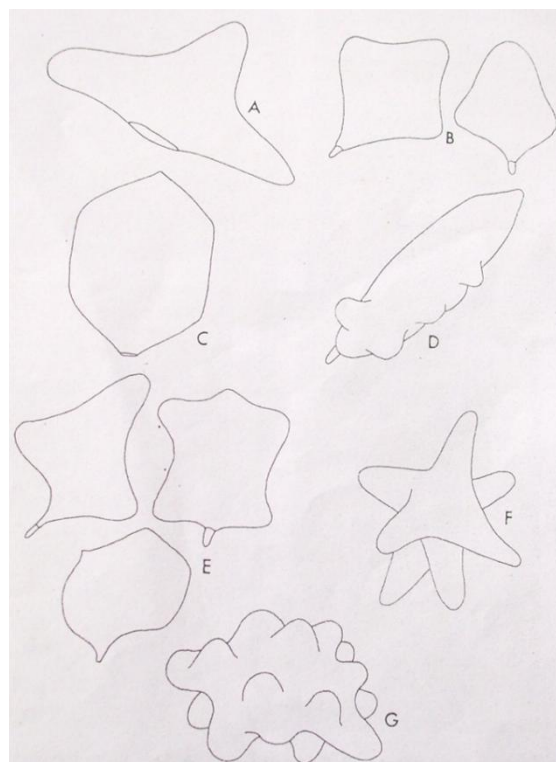


Figura 1.2.6.3.3. Formas de las esporas III. A. cuadrada, B. romboide, C. hexagonal, D. poligonal, E. prismática, F. estrellada, G. nodulosa.

## CAPÍTULO 2

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Sitios de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el bosque de Llaviucu (Parque Nacional Cajas) y en una área de *Pinus patula* cerca del PNC, cantón Cuenca, de marzo a julio de 2013.

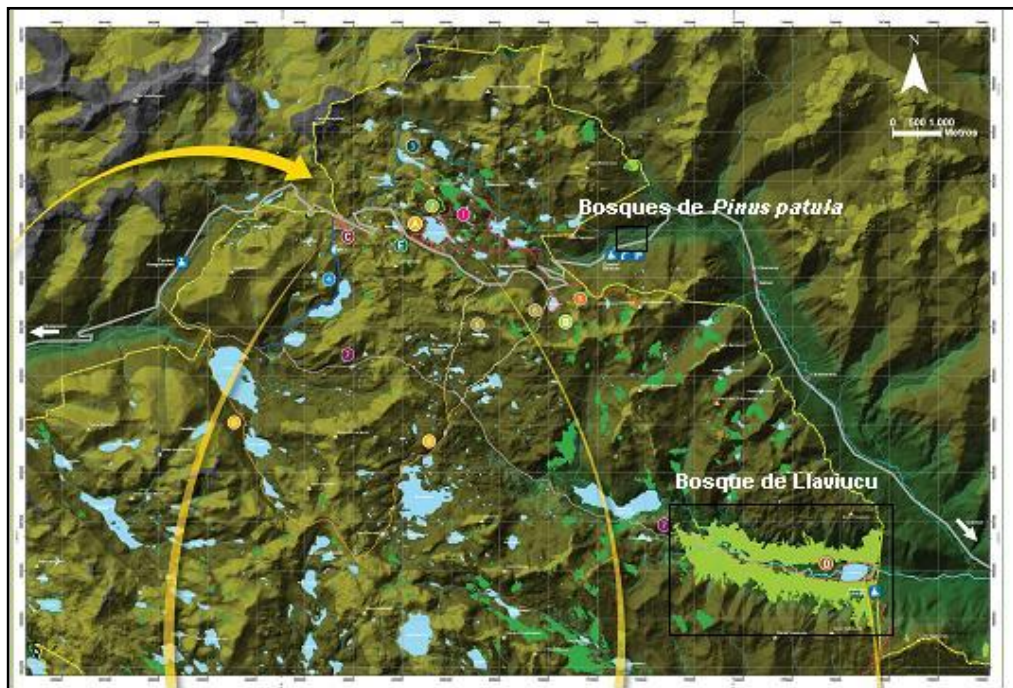


Figura 2.1.1 Sitios de muestreo en el área de influencia del Parque Nacional Cajas  
(Fuente: ETAPA, 2013)

El Bosque de Llaviucu se encuentra dentro del Parque Nacional Cajas (Figura 2.1.1) el cual está ubicado al Noroeste de la ciudad de Cuenca (Ecuador), sobre la cordillera occidental de los Andes. Las coordenadas son  $79^{\circ} 8' 42''$  W y  $2^{\circ} 50' 41''$  S a 3160m s.n.m. La precipitación anual fluctúa entre los 1.000 a 2.000 mm. La

temperatura oscila entre los -2 a 18 °C (MAE, 2013). El clima en esta zona es muy variable, ya que se pueden presentar lluvias, lloviznas, neblina, heladas e incluso días con un intenso sol. Los suelos de esta zona son de tipo Histic Andosols (Soil Survey Staff, 1995) y la formación vegetal presente fue clasificada por Sierra *et al.*, (1999) como Bosque siempre verde montano alto. También es considerado un Bosque alto andino por las características que aquí se presentan.

La composición vegetal en su mayoría es de plantas vasculares, entre las que se encuentran árboles, arbustos, lianas, bejucos, epífitas y hierbas. Aquí se pueden diferenciar dos zonas de bosque: el intervenido o secundario y el no intervenido o primario. Esta zona es un gran atractivo turístico visitado diariamente por personas extranjeras y nacionales, que no solo pueden admirar la belleza de la flora y la fauna del lugar sino también tener largas caminatas alrededor de la laguna y observar el valle en forma de U.

Los Bosques de *Pinus patula* no pertenecen al Parque Nacional Cajas (Figura 2.1.1), pero están en el área de influencia del mismo. Se encuentran entre las coordenadas 79° 11' 24'' W y 2° 46' 56'' S entre los 3627 m a 3670 m s.n.m. Al estar dentro del área de influencia del PNC, la temperatura y condiciones climáticas son similares a las del Parque durante todo el año. Los suelos bajo estas plantaciones son ácidos, presentando una densidad y humedad muy baja debido a la difícil descomposición de acículas (material recalcitrante con lignina y compuestos polifenólicos). Además estos suelos tienen poca retención hídrica por la pérdida de su porosidad (Chacón y Ansaloni, 2007). *Pinus patula* es una especie introducida desde México hace más de 20 años y que ahora cubre grandes áreas del páramo ecuatoriano.

La formación vegetal que antes se presentaba en estas áreas era en su mayoría de páramo herbáceo lacustre y de almohadillas (Minga, 2005), sin embargo ahora pueden observarse grandes remanentes de bosques de pino (*P. patula*). Las plantaciones de pino fueron después del eucalipto la especie forestal mayormente cultivada en la Sierra ecuatoriana, debido a que con su introducción llegaría la explotación maderera y el mejoramiento económico para muchas familias

(Mancheno, 2011). Su siembra también tenía como fin controlar la erosión, la reforestación y potenciar el consumo y comercialización de hongos.

## 2.2 Trabajo de Campo

Se realizó una salida de campo por 5 meses a cada área de estudio, realizándose un total de 10 salidas para ambos sitios. En cada área de estudio se establecieron 5 parcelas al azar de un área de 30 m<sup>2</sup>, aproximadamente. Las parcelas fueron seleccionadas en función de la facilidad de acceso al área de estudio. En el bosque de Llaviucu las parcelas se localizaron en el bosque secundario. A continuación se presentan las coordenadas de cada parcela:

Parcelas	Bosque de Llaviucu			Bosque de Llaviucu		
	Longitud (W)	Latitud (S)	Altura (m s.n.m)	Longitud (W)	Latitud (S)	Altura (m s.n.m)
Parcela 1	79° 8' 37''	2° 50' 39''	3201	79° 11' 24''	2° 46' 58''	3646
Parcela 2	79° 8' 36''	2° 50' 38''	3171	79° 11' 23''	2° 46' 56''	3627
Parcela 3	79° 8' 34''	2° 50' 32''	3166	79° 11' 33''	2° 46' 49''	3664
Parcela 4	79° 8' 36''	2° 50' 30''	3169	79° 11' 26''	2° 46' 47''	3651
Parcela 5	79° 8' 48''	2° 50' 27''	3159	79° 11' 25''	2° 46' 48''	3641

Tabla 2.2.1 Coordenadas de los puntos de muestreo en los bosques de Llaviucu y *Pinus patula*

En cada parcela establecida, se procedió a la recolección al azar de los cuerpos fructíferos u hongos visibles y con crecimiento sobre el suelo. Cada cuerpo fructífero fue codificado con HPP (Hongos de *Pinus patula*) y HBLL (Hongo del Bosque de Llaviucu), y descrito en función de sus características macroscópicas (Largent, 1986). Adicionalmente, se registró el número de individuos por especie en los dos lugares de muestreo. En el Bosque de Llaviucu la información fue

complementada con el tipo de sustrato y vegetación arbórea adyacente al hongo en una superficie de 1 m<sup>2</sup>. Posteriormente los hongos fueron colocados en envases herméticos de plástico y refrigerados a 4 °C para su posterior análisis en el Laboratorio de Biotecnología de Productos Naturales de la Universidad del Azuay.

### 2.3 Trabajo de laboratorio

Se analizó microscópicamente las características relevantes para la identificación de cada cuerpo fructífero según las ilustraciones de Largent *et al.*, 1986. Para el efecto se realizó un corte transversal del himenio de aproximadamente 1 cm. De este corte se procedió a retirar una lámina en los hongos que presentaron esta estructura. En aquellos hongos desprovistos de láminas se realizó un raspado de dicho corte. Sobre una caja petri y bajo un Microscopio binocular se procedió a cortar la lámina de manera vertical y muy delgada (no más de 1mm). Dicho corte se colocó sobre un porta objetos al que se le agregó una gota de agua para la observación del trama.

Para el análisis de esporas, basidios e hifas se realizó un raspado de la lámina, el mismo que se colocó sobre un porta objetos con una gota de los siguientes reactivos:

- Azul de Metileno al 1%. Colorante de contraste que permite visualizar las características de las esporas.
- Hidróxido de Potasio al 3%: Usado para resaltar las hifas de basidiocarpos secas. Además produce ciertos cambios de color en las características microscópicas de ciertas especies (Largent *et al.*, 1986).

Todos los cortes se realizaron con la ayuda de un bisturí y pinzas. El equipo utilizado para las observaciones fue un Microscopio Olympus U-TV1x adaptado a una cámara Olympus. El programa utilizado para procesar las imágenes fue Infinity Analyze 5.0 el cual ayudó a realizar las mediciones y observaciones de las esporas. Los lentes utilizados en cada observación fueron 40x y 100x para cada estructura correspondiente.

La diferenciación entre hongos micorrícicos de otros grupos se realizó comparando las observaciones de estructuras con agentes bibliográficos. La identificación fungal se realizó en base a las características macroscópicas y microscópicas observadas de cada individuo. Se utilizaron ilustraciones fotográficas, claves taxonómicas y recursos en línea para el efecto. Dada la importancia de contar con referencias para análisis morfológico de hongos, se presenta a continuación el detalle de los recursos bibliográficos utilizados para clasificar los hongos recolectados:

Autor(es)	Referencia
Bungartz Frank <i>et al.</i> , (2010)	Mycology collections portal : Fungi of Ecuador- the Galapagos Islands ( <a href="http://mycoportal.org/portal/checklists/checklist.php?cl=68&amp;pid=7">http://mycoportal.org/portal/checklists/checklist.php?cl=68&amp;pid=7</a> )
Fundación Terra (1996)	Terra Alapítvány ( <a href="http://www.terra.hu/gomba/html/hunindex.html">http://www.terra.hu/gomba/html/hunindex.html</a> )
Holliger Jy Wilson N. (2011)	Mushroom Observer ( <a href="http://mushroomobserver.org/">http://mushroomobserver.org/</a> )
Kuo Michael (2000)	Mushroom Expert ( <a href="http://www.mushroomexpert.com/">http://www.mushroomexpert.com/</a> )
Læssøe T y Petersen J. (2012)	Mycokey ( <a href="http://www.mycokey.com/">http://www.mycokey.com/</a> )
Lange J <i>et al.</i> , (2002)	Mycena page ( <a href="http://home.online.no/~araronse/mycenapage/mycenapage.html">http://home.online.no/~araronse/mycenapage/mycenapage.html</a> )
Ramon J <i>et al.</i> , (2006)	Fungipedia ( <a href="http://www.fungipedia.es/">http://www.fungipedia.es/</a> )
Wood M y Stevens F. (1996)	The Fungi of California ( <a href="http://www.mykoweb.com/CAF/index.html">http://www.mykoweb.com/CAF/index.html</a> )

Tabla 2.3.1 Recursos en línea para la identificación de muestras

### CAPÍTULO 3

### RESULTADOS

#### 3.1 Diversidad de especies del Bosque de *Pinus patula* y Bosque de Llaviucu

Se identificaron 18 especies de las cuales 10 pertenecen al bosque de *Pinus patula* y 8 al bosque de Llaviucu. En la tabla 3.1.1 se muestra en detalle las especies encontradas.

Especies fúngicas encontradas en las zonas de estudio	
Bosque de <i>Pinus patula</i>	Bosque de Llaviucu
<i>Cf. Cantharellus</i>	<i>Agaricus praeclaresquamosus</i>
<i>Cf. Marasmius</i>	<i>Collybia sp. 2</i>
<i>Collybia dryophila (Bull.:Fr.) Kumm</i>	<i>Collybia sp.3</i>
<i>Collybia sp.1</i>	<i>Mycena sp. 1</i>
*HPP1	<i>Mycena sp. 2</i>
*HPP2	<i>Hygrocybe sp.</i>
*HPP3	HBLL1
<i>Lycoperdon sp.</i>	HBLL2
<i>Mycenasp. 1</i>	
<i>Suillus luteus</i>	

Tabla 3.1.1 Especies fúngicas identificadas en el bosque de *Pinus patula* y Bosque de Llaviucu. *Cf.* Conferir el nombre de la especie a la que más se asemeja y confirmar en próximas investigaciones. \* Codificación de hongos no identificados.

**3.2 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de *Pinus patula***

Bosque de <i>Pinus patula</i>		
Orden Agaricales		
Familia	Género	Especie
Marasmiaceae	<i>Collybia</i>	<i>Collybia dryophila</i> Kumm
Marasmiaceae	<i>Cf. Marasmius</i>	
Marasmiaceae	<i>Collybia</i>	<i>Collybia sp. 1</i>
Mycenaceae	<i>Mycena</i>	<i>Mycena sp. 1</i>
Suillidaceae	<i>Suillus</i>	<i>Suillus luteus</i>
Orden Cantharellales		
Cantharellaceae	<i>Cf. Cantharellus</i>	
Orden Lycoperdales		
Lycoperdaceae	<i>Lycoperdon</i>	<i>Lycoperdon sp.</i>

Tabla 3.2.1 Familias, géneros y especies de los hongos identificados en el bosque de *Pinus patula*

De los 10 hongos identificados, 5 pertenecen al orden Agaricales, uno a Lycoperdales, uno a Cantharellales y 3 desconocidos, todos pertenecientes a la división Basidiomycota. Se identificaron 3 familias para el orden Agaricales (Marasmiaceae, Mycenaceae y Suillidaceae), una del orden Cantharellales (Cantharellaceae) y una para el orden Lycoperdales (Lycoperdaceae). Los géneros y especies pertenecientes a dichas familias se muestran en la tabla 3.2.1.

**3.3 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de Llaviucu**

Bosque de Llaviucu		
Orden Agaricales		
Familia	Género	Especie
Agaricaceae	<i>Agaricus</i>	<i>Agaricus praeclaresquamosus</i>
Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe</i>	<i>Hygrocybe sp.</i>
Marasmiaceae	<i>Collybia</i>	<i>Collybia sp. 2</i>
Marasmiaceae	<i>Collybia</i>	<i>Collybia sp. 3</i>
Mycenaceae	<i>Mycena</i>	<i>Mycenasp. 1</i>
Mycenaceae	<i>Mycena</i>	<i>Mycenasp. 2</i>

Tabla 3.3.1 Familias, géneros y especies de los hongos identificados en el bosque de Llaviucu.



Las especies identificadas en el bosque de Llaviucu pertenecen a un solo orden, Agaricales, para el cual se encontraron 4 familias: Agaricaceae, Hygrophoraceae, Marasmiaceae y Mycenaceae (tabla 3.3.1).

### 3.4 Hongos Ectomicorrícicos asociados a los Bosques de *Pinus patula* y Llaviucu

Tipo de Hongo	Especies	Bosque de <i>Pinus patula</i>	Bosque de Llaviucu
Ectomicorrícicos	<i>Cf. Cantharellus</i>	+	-
	<i>Suillus luteus</i>	+	-
Saprófitos	<i>Agaricus praeclaresquamosus</i>	-	+
	<i>Cf. Marasmius</i>	+	-
	<i>Collybia dryophila</i> (Bull.:Fr.) Kumm	+	-
	<i>Collybia sp. 1</i>	+	-
	<i>Collybia sp.2</i>	-	+
	<i>Collybia sp.3</i>	-	+
	<i>Hygrocybe sp</i>	-	+
	<i>Lycoperdon sp.</i>	+	-
	<i>Mycena sp. 1</i>	+	+
	<i>Mycena sp. 2</i>	-	-
	Desconocidos	HBLL1	-
HBLL2		-	+
HPP1		+	-
HPP2		+	-
HPP3		+	-

Tabla 3.4.1 Especies consideradas micorrícicas y no micorrícicas.

(+): Presencia, (-): Ausencia

Se determinaron dos hongos micorrícicos asociados al bosque de *Pinus patula* que son el género *Cf. Cantharellus* y la especie *Suillus luteus*, mientras que en el bosque de Llaviucu no se determinó ningún hongo Ectomicorrícico (tabla 3.4.1). La especie *Mycena sp.1* fue encontrada en las dos áreas de estudio mientras que las demás especies fueron específicas para cada uno de los sitios.

### 3.5 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de *P. patula*

#### 3.5.1 Variación de individuos por mes en *P. patula*

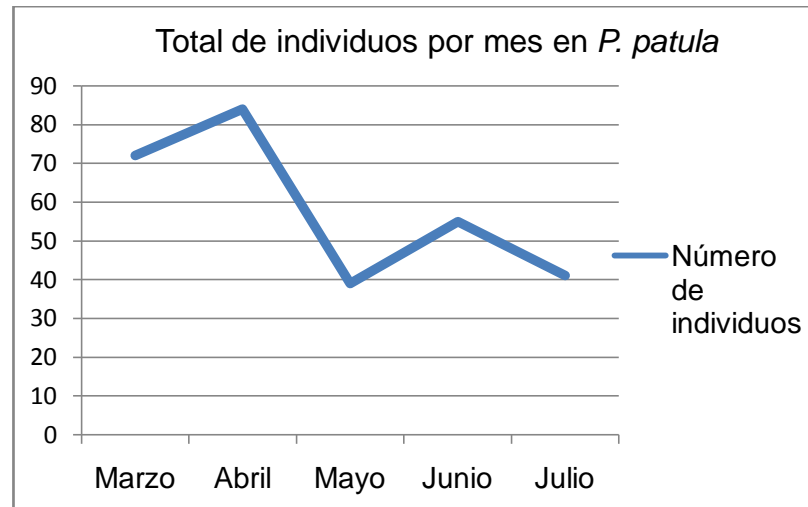


Figura 3.5.1.1 Meses con el mayor número de individuos presentes en el bosque de *Pinus patula*

Existe una variación en el número de individuos a lo largo del periodo de muestreo (figura 3.5.1.1) con un pico alto en el mes de abril (84 individuos) y picos bajos en mayo y junio (39 y 41 individuos, respectivamente).

#### 3.5.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en *P. patula*

Especies	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
<i>Cf. Cantharellus</i>	9	3	0	0	0
HPP1	1	0	0	0	0
<i>Collybia dryophila</i>	25	18	14	20	22
<i>Suillus luteus</i>	16	15	4	11	3
<i>Cf. Marasmius</i>	18	9	6	0	7
HPP2	0	4	1	3	0
<i>Mycena sp.1</i>	2	8	10	14	4
<i>Lycoperdon sp.</i>	0	18	0	7	0
HPP3	1	0	4	0	0
<i>Collybia sp.1</i>	0	9	0	0	5

Tabla 3.5.2.1 Especies de mayor abundancia durante el periodo de muestreo en *Pinus patula*

De los 10 hongos identificados la especie *Collybia dryophila* (Bull.:Fr.) Kumm fue la especie más representativa con un total de 99 individuos, seguida de *Suillus luteus* con 49 individuos, *Cf. Marasmius* con 40 individuos y *Mycena sp.1* con 39 individuos (tabla 3.5.2.1). Las especies menos representativas fueron aquellas no identificadas HPP1, HPP2 y HPP3. *C. dryophila* también fue la mayor frecuencia durante el periodo de muestreo (tabla 3.5.2.1).

En el mes de marzo otras especies de mayor frecuencia fueron *S. luteus* y las colonias de *Cf. Marasmius*. En el mes de abril se observó la presencia de *Lycoperdon sp.*, y nuevamente *S. luteus*. Durante los meses de mayo y junio aumentó la frecuencia de *Mycena sp.1*. En el mes de julio se observa la ausencia de algunas especies como *Lycoperdon sp.*, *Cf. Cantharellus* (solo presente en el mes de marzo) y las especies no identificadas.

### 3.6 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de Llaviucu

#### 3.6.1 Variación de individuos por mes en Llaviucu

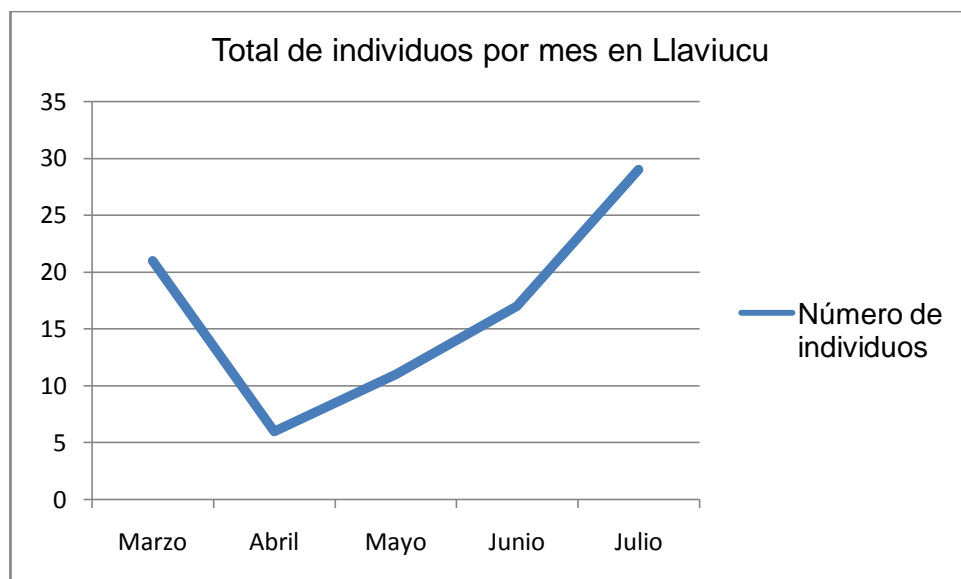


Figura 3.6.1.1 Meses con el mayor número de individuos presentes en el bosque de Llaviucu

En el bosque de Llaviucu se muestra una variación en el número de individuos con picos altos y bajos (figura 3.6.1.1), evidenciándose que en el mes de abril se da el pico más bajo con 6 individuos, mientras que el pico más alto se encuentra en julio con 29 individuos.

### 3.6.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en Llaviucu

Especie	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
<i>Collybia sp.3</i>	0	1	0	1	3
<i>Mycena sp.2</i>	4	1	3	3	2
<i>Mycena sp.1</i>	15	3	5	7	17
<i>Collybia sp.2</i>	1	0	1	0	1
HBLL1	0	0	0	0	2
<i>Hygrocybe sp.</i>	0	0	2	0	2
HBLL2	1	1	0	0	2
<i>A. Praeclaresquamosus</i>	0	0	0	6	0

Tabla 3.6.2.1 Especies de mayor abundancia durante el periodo de muestreo en Llaviucu

De las ocho especies encontradas, la especie *Mycena sp.1* es la más representativa con 47 individuos, seguida de *Mycena sp.2* con 13 individuos y *Agaricus praeclaresquamosus* con 11 individuos (tabla 3.6.2.1). Las especies *Collybia sp.2*, *Collybia sp.3*, *Hygrocybe sp.*, y las no identificadas no superan los 5 individuos. La especie *Mycena sp.1* fue también la mayor frecuencia durante los el periodo de muestreo (tabla 3.6.2.1). En los meses de marzo, abril y mayo se observa poca frecuencia de las demás especies. En el mes de junio se evidencia la presencia de *Agaricus praeclaresquamosus*, no así para el mes siguiente. En julio existe un aumento en la frecuencia de todas las especies.

## CAPÍTULO 4

### DISCUSIÓN

La ecología y distribución de muchas especies fúngicas es muy poco conocida a nivel mundial. Pese a su importancia en los ecosistemas las investigaciones, búsquedas y monitoreos se encuentran incompletos. Los ecosistemas andinos de Sudamérica están poco estudiados y solo se menciona que la diversidad fúngica en estas regiones es inferior a la de las zonas tropicales (Tedersoo, 2009 y Kottke, 2002). Sin embargo, con las pocas investigaciones realizadas hasta el momento no es posible confrontar los pocos reportes con la situación actual de los bosques andinos en relación a su diversidad fungal.

#### **4.1 Diversidad de especies del Bosque de *Pinus patula* y Bosque de Llaviucu**

La diversidad de hongos en el Bosque de *Pinus patula* es mayor en comparación con la del bosque altoandino de Llaviucu. Días *et al* (2005) menciona que los bosques de pino, encino y coníferas presentan una mayor diversidad de macrohongos y asociaciones micorrícicas que permiten su adaptación y sobrevivencia. Sin embargo, la diversidad encontrada en ambos sitios es inferior a los trabajos de Sierra *et al.*, (2011), Días *et al.*, (2005) y Fierros *et al.*, (2000) realizados en base a características macroscópicas y especies arbóreas similares. La baja diversidad también podría deberse al hecho de que no existen estaciones marcadas en la zona, ya que las especies varían dependiendo de cada estación climática (Landeros *et al.*, 2006).

#### **4.2 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de *Pinus patula***

Las familias Suillidaceae, Cantharellaceae y Lycoperdaceae según Kuo (2000) son muy comunes en bosques de pino y generalmente se identifica al menos una

especie de estas familias. El género *Suillus*, presente en nuestra investigación, ha sido también reportado en los bosques de pino del centro sur de Chile (Furci, 2008) y en el trabajo de Dickie *et al.*, (2010). En este último, la especie más frecuente fue *Suillus luteus*, aunque también se menciona al género *Cantharellus* presente en menor frecuencia.

Læssøe y Petersen (2008) identificaron a *Suillus luteus* en un bosque de *Pinus radiata* al norte de Quito y mencionan que este no se produce de manera natural en nuestro país, pero actualmente es distribuido en diferentes supermercados para su consumo, además no atribuyen su asociación solo a *P. radiata* sino a otras especies de *Pinus*, como se observa en nuestra investigación. Otros géneros como *Lycoperdon* que según la FAO (2005) son muy comunes en bosques de coníferas, al igual que *Suillus* son comestibles y se las recolecta en este tipo de bosques a nivel mundial.

#### **4.5 Especies fúngicas identificadas en el Bosque de Llaviucu**

Al momento de realizar la presente investigación se pudo constatar que existe un gran número de especies tanto basidiomicetes y ascomicetes que merecen ser estudiadas en el bosque de Llaviucu. Sin embargo, vamos a referirnos a los hongos presente sobre el suelo (objetivos de nuestro estudio), en particular basidiomicetes, que a pesar de ser inferiores en diversidad y abundancia, en comparación a los de *Pinus patula*, son muy comunes en otras regiones del mundo.

De acuerdo a las especies identificadas la familia Marasmiaceae (orden Agaricales) fue una de las más representativa, resultado similar al trabajo de Sierra *et al.*, (2011), en el cual esta familia fue la más diversa. Según Furci (2008) los bosques siempre verdes como es el caso de Llaviucu presentan pequeños carpófagos de los géneros *Mycena* y *Collybia*, dato que concuerda con nuestra investigación, ya que se identificaron dos especies para cada género. La presencia dominante del orden Agaricales en este tipo de bosque se discute en el apartado siguiente.

#### 4.6 Hongos Ectomicorrícicos asociados a los Bosques de *Pinus patula* y Llaviucu.

Los resultados de este estudio determinaron dos especies de ectomicorrizas presentes en el bosque de *Pinus patula*. Esto según Fierros (2000) es característico de un bosque de pino, ya que la interacción que aquí se produce es ectomicorrícica. Como lo manifiesta Selosse *et al.*, (2006) tanto *Suillus* como *Cantharellus*, junto a otras especies, forman asociaciones ectomicorrícicas con Pinos a nivel mundial. Tan conocida es la asociación entre algunas ECM con pinos, que a *Suillus* por ejemplo, se lo conoce como “el hongo de los pinos” en algunas regiones (Fernández *et al.*, 2012).

El bosque de Llaviucu no presentó ninguna asociación ectomicorrícica. Como menciona Kottke *et al* (2002), las ECM predominan en zonas templadas, bosques boreales y algunos bosques de dipterocarpáceas y de especies de *Eucalyptus*. Más bien se dice que los bosques altoandinos podrían ser diversos en otro tipo de micorrizas como son las arbusculares (dominantes en bosques tropicales). Según Janos (1980) y Read (1991) la asociación de algunas especies arbóreas con ECM se produce con la finalidad de hacerle frente a los suelos pobres en nutrientes orgánicos, lo que podría ser la respuesta a la diversidad de ECM en pinos, ya que en bosques andinos no existe la necesidad de formar esta asociación por que los suelos presentes es estas zonas son ricos en materia orgánica.

Por todo lo dicho anteriormente, se podría explicar el porqué de la diversidad de especies del orden Agaricales en el bosque de Llaviucu. Como menciona Fierros (2002), este orden es uno de los más estudiados y el que mayor número de especies saprófitas posee. Son consideradas también cosmopolitas, por lo que no resulta extraño encontrar muchas de estas en bosques con altas condiciones de humedad y materia orgánica, ya que esto permite su desarrollo (Galán, 2012). García y Bolaños (2010) atribuyen la diversidad de Agaricales a latitudes bajas y húmedas, dato que es corroborado en su trabajo y el presente.

A pesar de que cada bosque presenta una microbiota diferente y que las especies que comparten son pocas, la especie *Mycena sp1.*, fue registrada tanto en el

bosque de *P. patula* y bosque de Llaviucu. Esto según Aronsen (2002) se debe a que este género tiene muy pocas especies que demandan hábitats específicos. Por tal motivo su presencia no es restringida a ningún hábitat y se la puede encontrar en varios lugares y descomponiendo materia orgánica en diferentes sustratos.

#### **4.7 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de *P. patula***

##### **4.5.1 Variación de individuos por mes en *P. patula***

La variación repentina de especies de un mes a otro se debe a la ausencia principalmente de aquellas especies que fructificaron en marzo y permanecían con pocos especímenes para el mes de abril, pero al completar su ciclo, en el mes de mayo, desaparecieron. Estas especies fueron *Cf. Cantharellus*, HPP1 y *Lycoperdon sp.* En el caso de *Cf. Cantharellus* y HPP1 no volvieron a fructificar en los siguientes meses de estudio.

Para que una seta se desarrolle necesita tener principalmente una humedad relativamente alta y una temperatura adecuada, por lo que se conoce que en época de lluvias los hongos tienden a fructificar (Serrano, 2003 y Landeros *et al.*, 2006). Sin embargo, los resultados obtenidos para *P. patula* no demuestran que estas condiciones hayan sido las determinantes para que se produzca la fructificación, ya que los picos más altos y bajos de fructificación se ubicaron en el mes de abril y mayo, respectivamente; durante los cuales la precipitación fue muy variable. La precipitación en el mes de abril fue de 19,5 mm (normal=112.9mm) con una temperatura de 16,1 °C, mientras que en mayo fue de 156,5 mm de precipitación (normal=83,5mm) y 15,7°C de temperatura (INAMHI, 2013), datos que según Serrano (2003) y Landeros *et al.*, (2006) no podrían permitir la fructificación.

Martínez (2008) señala que los factores climáticos no son los únicos que condicionan el desarrollo de las setas, ya que pueden estar involucrados factores



bióticos como la fitocenosis (convivencia de animales y plantas en un ambiente), abióticos como suelo e incluso el impacto humano derivado de efectos de contaminación. La contaminación antropogénica podría ser el aspecto que determinó esta variación de individuos en esta investigación, ya que los bosques de pino se ubican en un área recurrente de turismo religioso.

#### **4.5.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en *P. patula***

Como se muestra en los resultados la especie *Collybia dryophila* (Bull.:Fr.) Kumm, fue la más representativa y abundante en *P. patula*. Kuo (2000) señala que esta especie se la encuentra normalmente bajo pinos, ya que es un descomponedor generalizado de coníferas. Por otro lado, Timo Steffen *et al.*, (2002) indican que la presencia de *C. dryophila* en pinos se debe a que actúa como descomponedor de los ácidos húmicos de las acículas de pino y que está involucrada en la rotación de humus por el reciclaje de las sustancias húmicas de alta masa molecular.

Otra especie relevante durante el periodo de muestreo fue *Cf. Marasmius*, la cual juega un papel esencial como saprófito en ecosistemas forestales. Según Kuo (2000) esta especie no es específica de bosques de pino. La presencia de *Cf. Marasmius* es corroborada por el trabajo de García y Bolaños (2010) en el cual fue una de las especies más abundantes.

### **4.6 Variación y frecuencia de hongos en relación al tiempo en el Bosque de Llaviucu**

#### **4.6.1 Variación de individuos por mes en Llaviucu**

Como se muestran en los resultados se presentó una variación muy significativa en el número de individuos durante el mes de abril (pico bajo) y julio (pico más alto). Landeros *et al.*, (2006), menciona que la variación de individuos se debe a dos factores climáticos importantes la humedad y temperatura, los cuales determinan la fructificación de especies. En su trabajo la mayor fructificación se dio en la época

lluviosa donde se presentó una precipitación de 120 a 200mm y 15° C de temperatura durante junio a septiembre.

Dicha época de fructificación en nuestro trabajo presentó 19,5 mm de precipitación y una temperatura de 16,1 °C para el mes de abril. Mientras que para el mes de julio la precipitación fue de 22,7mm (normal= 30,1mm) con 14°C de temperatura (INAMHI, 2013). Aunque no es tan significativo el aumento de precipitación de abril a julio, constatamos que el mayor número de individuos se presentaron en los últimos meses de muestreo, afirmado de esta manera lo dicho por Landeros *et al.*, (2006).

#### **4.6.2 Frecuencia de especies durante el periodo de muestreo en Llaviucu**

La especie *Mycena sp1*. fue la especie más representativa en el bosque de Llaviucu. Davey *et al.*, (2012) se refieren a *Mycena.*, como una especie que puede desarrollarse sobre diferentes sustratos tales como musgos, hojarasca, material en descomposición de bosques de coníferas, entre otros. También explican que tienen la capacidad de colonizar sustratos de briofitas (plantas terrestres no vasculares), presentes en muchos bosques andinos, pero que en realidad son pocas las especies que lo hacen de forma exitosa. Estudios realizados por Martos *et al.*, 2009 y Ogura *et al.*, 2009, muestran que *Mycena* predomina en los tejidos senescentes de los musgos permitiéndoles desarrollarse mejor, además producen una variedad de enzimas extracelulares que permiten facilitar la infección y la colonización de los tejidos de las plantas vivas en ecosistemas de bosque húmedos (Wolfe *et al.*, 2012).

Pese a no haber sido una especie frecuente, ni micorrícica, *Agaricus praeclaresquamosus* siempre se la encontró cerca de la especie *Barnadesia arborea* (Shiñan). Sin embargo, no existen trabajos que mencionen una posible relación de esta especie con *B. arborea* o con el sustrato en el que esta crece. Lo que sí se conoce es que *A. Praeclaresquamosus* fructifica a mediados de invierno, en lugares húmedos y sustratos no necesariamente ricos en materia orgánica.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación nos permiten concluir:

1. La diversidad en el Bosque de *Pinus patula* fue mayor a la del bosque altoandino de Llaviucu. Sin embargo, la diversidad encontrada es inferior en comparación a otras investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo, por lo que se requiere de más estudios y por periodos de tiempo prolongados.
2. Las especies ectomicorrícicas *Suillus luteus* y *Cf. Cantharellus* se encontraron en asociación con *Pinus patula*, datos que son corroborados con otras investigaciones donde se menciona que estas especies generalmente se encuentran formando asociaciones micorrícicas con árboles del género *Pinus*. La ausencia de ectomicorrizas en el bosque altoandino confirma la baja diversidad que algunos autores le atribuyen a este tipo de ecosistemas, aludiendo que las especies vegetales de estos sitios podrían estar asociadas con otro tipo de micorrizas.
3. La frecuencia y variación de especies con relación al tiempo en *P. patula* se ve interferida posiblemente por actividades antropogénicas, pero necesita de más estudios. También se relaciona al hecho de que ciertas especies como *Cf. Cantharellus* se observaron solo en el primer mes de muestreo. No se pudo comprobar si la especie *Cf. Cantharellus* es estacional, ya que no se tienen datos claros de la época de fructificación.
4. La frecuencia y variación de especies con relación al tiempo en el bosque de Llaviucu se ve atribuida a la temperatura y humedad del sitio, ya que las especies encontradas fueron saprófitas, las cuales fructifican generalmente en este tipo de ecosistemas, datos que son confirmados en otras investigaciones.

## 6. REFERENCIAS

### Referencias bibliográficas

AGRUPACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA PRODUCCIÓN DEL EMPLEO RURAL (ADESPER). Biodiversidad fúngica: Parásitos. [en línea]. <http://www.adesper.com/biodiversidadfungica/06.2.parasitos.php>.2007. [consulta 5 de noviembre de 2013].

AMARANTHUS M, PERRY D. 1989. Rapid root tip and mycorrhiza formation and increased survival of Douglas-fir seedlings after soil transfer. *New Forests* 3: 77-82.

AMARANTHUS M. 1998. The Importance and conservation of ectomycorrhizal fungal diversity in forests ecosystems: Lessons from Europe and the Pacific Northwest. Department of Agriculture. Estados Unidos.

ARONSEN A. A key to the Mycenas of Norway: What is a *Mycena*?[en línea]. Estados Unidos. <http://home.online.no/~araronse/mycenapage/howto.htm>. 2002. [consulta 12 de noviembre de 2013].

BUNGARTZ F, BATES S, RYVARDEN L, ARTURO X. Mycology collections portal: Fungi of Ecuador- The Galapagos Islands. [en línea]. Estado Unidos. <http://mycoportal.org/portal/checklists/checklist.php?cl=68&pid=7>. 2010. [consulta 10 de noviembre de 2013].

BARTHLOTT W, LAUER W, PLACKE A. 1996. Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world's map of phytodiversity. *Erdkunde* 50: 317–327.

CARRANZA, Z. Selección e identificación de hongos ectomicorrícicos del estado de Hidalgo más competentes en medio de cultivo sólido [en línea]. México. Tesis de pregrado.

[http://www.uaeh.edu.mx/nuestro\\_alumnado/icap/licenciatura/documentos/Seleccion%20e%20identificacion%20de%20especies.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icap/licenciatura/documentos/Seleccion%20e%20identificacion%20de%20especies.pdf). 2006.[consulta 10 de noviembre de 2013].

CARRILLO L. Microbiología Agrícola. Capítulo 4: Estructuras de Hongos. [en línea]. Argentina. <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap4.pdf>. 2003. [consulta 10 de noviembre de 2013].

CARRILLO L. Los Hongos de los Alimentos y Forrajes: Los Macromicetos. [en línea].Argentina. <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/11htextomacromicetos.pdf>. 2003. [consulta 10 de noviembre de 2013].

CHACÓN G, ANSALONI R. 2007. Interacción suelo, vegetación y agua: el efecto de las plantaciones de pino en ecosistemas alto andinos del Azuay y Cañar. Escuela de Biología del Medio Ambiente. Universidad del Azuay. Ecuador.

CHARLIE M y WATKINSON S. 1994. *The Fungi*.Academic Press. New York.

COURTECUISSÉ R y DUHEM B. 2000. *Guide des champignons de France et d Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé. Lausanne- Paris.

CUESTA J. Ecología y hábitat de los hongos. Asociación Micológica El Royo. [en línea]. [http://www.amanitacesarea.com/guia\\_ecologia.html](http://www.amanitacesarea.com/guia_ecologia.html). 2003. [consulta 5 de noviembre de 2013].

CUESTA J. Ecología de Hongos: Primera parte. [en línea]. [http://www.canicosa.info/articulos/Ecologia\\_de\\_los\\_hongos\\_parte1.pdf](http://www.canicosa.info/articulos/Ecologia_de_los_hongos_parte1.pdf). 2007. [consulta 1 de noviembre de 2013].

DAVEY M, HEIMDAL R, OHLSON M, KAUSERUD H. Host- and tissue-specificity of moss-associated *Galerina* and *Mycena* determined from ampliconpyro sequencing data. El Servier. [en línea]. <http://www.mn.uio.no/ibv/english/people/aca/haavarka/1-s2.0-s1754504813000135-main.pdf>. 2012. [consulta 9 de noviembre de 2013].

DAVIS M, SOMMER R, MENGE J. Field guide to mushrooms of Western North America. Universidad de California. [en línea]. [http://books.google.es/books?id=961gjLm2o9EC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.es/books?id=961gjLm2o9EC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). 2012. [consulta 3 de noviembre de 2013].

DICKIE I, BOLSTRIDGE N, COOPER J, PELTZER D. 2010. Co-invasion by *Pinus* and its mycorrhizal fungi. New Zealand. New Phytologist 187: 475–484

DÍAS R, MARMOLEJO J, VALENZUELA R. Flora micológica de bosques de Pino y Pino- Encino en Durango, México. Laboratorio de Micología, Facultad de Ciencias Forestales. [en línea]. México. <http://www.redalyc.org/pdf/402/40280310.pdf>. 2005. [consulta 28 de octubre de 2013].

EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA (ETAPA). Mapa del Cajas. [en línea].

[http://www.etapa.net.ec/PNC/bib\\_PNC\\_doc/BibliotecaDescargas/MapaCajas/mapa-tiro-web.jpg](http://www.etapa.net.ec/PNC/bib_PNC_doc/BibliotecaDescargas/MapaCajas/mapa-tiro-web.jpg). 2013. [consulta 15 de julio de 2013].

FIERROS M, NAVARRETE J, GUZMÁN L. Hongos macroscópicos de la Sierra de Quila, Jalisco: diversidad y similitud fungística. [en línea]. México. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S003477442000000400017&script=sci\\_arttext&tlng=e](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S003477442000000400017&script=sci_arttext&tlng=e). 2000. [consulta: 28 de octubre de 2013].

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Los hongos silvestres comestibles: perspectiva global de su uso e importancia para la población. [en línea]. Roma. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5489s/y5489s00.pdf>. 2005. [consulta 8 de noviembre de 2013].

FRANCO A, VASCO A, LÓPEZ C, BOEKHOUT T. 2005. Macrohongos de la región del Medio Caquetá- Colombia. Universidad de Antioquia. Multimpresos Ltda. Colombia.

FRANCO A, ALDAÑA R, HAILING R. 2000. Setas de Colombia (Agaricales, Boletales y otros Hongos). Guía de Campo. Multimpresos Ltda. Medellín.

FERNÁNDEZ M, BARROETAVEÑA C, BASSANI V, RÍOS F. Rentabilidad del aprovechamiento del hongo comestible *Suillus luteus* para productores forestales y para familias rurales de la zona cordillerana de la provincia del Chubut, Argentina. Revista Scielo. [en línea]. Argentina. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002012000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002012000100005&script=sci_arttext). 2012. [consulta 8 de noviembre de 2013]

FUNDACIÓN TERRA. Terra Alapítvány. [en línea]. Hungría. <http://www.terra.hu/gomba/index.html>. 2010. [consulta 12 de octubre de 2013].

FURCI G. Diversidad de especies de Hongos. [en línea]. Chile. [http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/articles-45207\\_recurso\\_1.pdf](http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/articles-45207_recurso_1.pdf). 2008. [consulta 10 de noviembre de 2013].

GALÁN, Carlos. Orden Agaricales. [en línea]. España. <http://www.taxateca.com/ordenagaricales.html>. 2012. [consulta 22 de octubre de 2013].

GARCÍA A, BOLAÑOS A. Macrohongos presentes en el bosque tropical de la región del valle del Cauca, Colombia. [en línea]. Colombia. <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/rciencias/article/view/42>. 2010. [consulta 9 de noviembre de 2013].

HARLEY J, SMITH S. 1983. Mycorrhizal symbiosis. Primera Edición. Academic Press. England.

HATCH, A. 1937. The physiological basis of mycotrophy in the genus *Pinus*. Black rock for bull 6: 168

HAWKSWORTH D, KIRK P, SUTTON B, PEGLER D. 1995. Ainsworth y Bisby's dictionary of fungi. Octava edición. CAB Internacional. University Press, Cambridge.

HOLLINGERY WILSON. Mushroom observer. [en línea]. [http://mushroomobserver.org/observer/intro?\\_js=on&\\_new=true](http://mushroomobserver.org/observer/intro?_js=on&_new=true). 2011. [consulta 17 de septiembre de 2013].



HOMEIER J y BRECKLE S.W. 2002. Estructura del Bosque y diversidad en el bosque mesófilo de montaña. Estación Científica San Francisco in Sudécuator. Alemania. Beihefte der Tüxengesellschaft 14: 109–118

INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD (INBIO). ¿Qué son los Hongos? [en línea]. Costa Rica. <http://www.inbio.ac.cr/papers/hongos/intro.htm>. 2013. [consulta 4 de noviembre de 2013]

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI). Boletín Mensual de climatología y agrometeorología. [en línea]. Ecuador. <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/clima/boletines/mensual>. 2013. [consulta 10 de noviembre de 2013]

JANOS D. 1980. Mycorrhiza e influence tropical succession. *Biotropica* 12: 36–64.

JOHNSON D, IJDO M, GENNEY D, ANDERSON I, J. ALEXANDER I. 2005. How do plants regulate the function, community structure, and diversity of mycorrhizal fungi? *Journal of Experimental Botany* 56: 1751-1760.

KJØLLER, R. 2006. Disproportionate abundance between ectomycorrhizal root tips and their associated mycelia. *FEMS. Microbiology Ecology* 58: 214-224.

KOTTKE I, BECK A, OBERWINKLER F, HOMEIER J, NEILL D. 2002. Arbuscularendomycorrhizas are dominant in the organic soil of a neotropical montane cloud forest. Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 20: 125

KUO M. Mushroom Expert. [en línea]. <http://www.mushroomexpert.com>. 2000 [consulta 28 de octubre de 2013].

LÆSSØE T y PETERSEN J. Mycological biodiversity in Ecuador. [en línea]. Dinamarca. <http://www.mycology.com/Ecuador/LaessoPetersen2008.pdf>. 2008. [consulta 8 de noviembre de 2013]

LÆSSØE T y PETERSEN J. Welcome to Mycokey: the mycological information site. [en línea]. Dinamarca. <http://www.mycology.com/>. 2012. [consulta 12 de julio de 2013]

LANDEROS F, CASTLLO J, GUZMAN G, CIFUENTES J. Los hongos (macromicetos) conocidos en el cerro el Zamorano (Querétaro- Guanajuato), México. Laboratorio de Microbiología, Universidad Autónoma de Querétaro. [en línea]. México. <http://revistamexicanademycologia.org/wp-content/uploads/2009/10/RMM%20TR-015%20No.%204.pdf>. 2006.[consulta 28 de octubre de 2013].

LANGE J, KÜHNER R, SMITH A, MASS R, ROBICH G, AROSEN A. Mycena page: A key to the Mycenas of Norway. [en línea]. <http://home.online.no/~araronse/mycenapage/mycenapage.html>. 2002. [consulta 23 de junio de 2013].

LARGENT D. 1986.How to identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic features. Biology Department.Humboldt State University. California. 166 p.

LARGENT D, JOHNSON D, WATLING R. 1986. How to identify Mushrooms to Genus III: Microscopic Features. Biology Department. Humboldt State University. California. 147 p.

MANCHENO, Andrea. Análisis de los impactos en la calidad del suelo causados por el Pino (*Pinus patula*) en comparación con el suelo ocupado por *Polyplepis* (*Polyplepis reticulata*) en el Parque Nacional Cajas. [en línea]. Ecuador. <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1086/15/UPS-CT002204.pdf>. 2011. [consulta 17 de julio de 2013].

MARTÍNEZ, Fernando. Producción de carpófagos de macromicetes epigeos en masas ordenadas de *Pinus sylvestris* L. [en línea]. España. [http://oa.upm.es/1816/2/FERNANDO\\_MART%C3%8DNEZ\\_PENA.pdf](http://oa.upm.es/1816/2/FERNANDO_MART%C3%8DNEZ_PENA.pdf). 2008. [consulta 10 de noviembre de 2013].

MARTOS F, DULORMNE M, PAILLER T, BONFANTE P, FACCIO A, FOURNEL M, SELOSSE M, 2009. Independent recruitment o saprotrophic fungi as mycorrhizal partners by tropical achlorophyllous orchids. *New Phytologist* 184: 668-681.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR (MAE). Parque Nacional Cajas. [en línea]. Disponible en la página web <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/61>. 2013. [consulta 15 de julio de 2013].

MINGA D. 2005. Expediente para la nominación del PNC a Patrimonio Mundial, componente flora: Informe técnico.

MORRIS, MH, et al. 2009. Influence of host species on ectomycorrhizal communities associated with two co-occurring oaks (*Quercus* sp.) in a tropical cloud forest. *FEMS Microbiology Ecology*: 274–287.

OGURA-TSUJITA Y, GEBAUER G, HASHIMOTO T, UMATA H, YUKAWA T. 2009. Evidence for novel and specialized mycorrhizal parasitism: the orchid *Gastrodia confusa* gains carbon from saprotrophic *Mycena*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* N 276: 761-767.

PARK J. 1984. Inoculum potential of ectomycorrhizal fungi in forest soil from Southwest Oregon and northern California. *Forest Science* N 30: 300-304

PÉREZ MORENO J y READ D. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystem- a journey- towards relevance? *New Phytol*157: 475-492.

PÉREZ MORENO J y READ D. 2004. Los hongos Ectomicorrícicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia* 29 (5): 241-242

PIEPENBRING M. 2004. Biodiversity: The richness of Bolivia. State of Knowledge and conservation. Editorial FAN. Bolivia.

RAMÓN J, CALVO F, CALVO A, IBARRETXE R. *Fungipedia: El mundo de las setas, hongos y micología*. [en línea]. España. <http://fungipedia.fr/>.2006. [consulta 5 de agosto de 2013].

READ, D. 1991. Mycorrhizas in ecosystems. Department of Animal and Plant sciences. University of Sheffield. Inglaterra. *Experientia* 47 (4): 376–391.

RIZZO D, BLANCHETTE R, PALMER M. 1992. Biosorption of metal ions by *Armillaria* rhizomorphs. *Canadian Journal of Botany* 70: 1515-1520.

SERRANO P. Influencia del tipo de suelo y del clima en el desarrollo de las setas. [en línea]. Bilbao. <http://www.setasysitios.com/setas-y-sus-habitats/influencias>. 2003. [consulta 11 de noviembre de 2013].

SIERRA J, ARIAS J, SÁNCHEZ M. Registro preliminar de Macrohongos (Ascomycetes y Basidiomycetes) en el bosque húmedo montano alto El Romeral Facultad de Ciencia Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. [en línea]. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/29404/37156>. 2011. [consulta 28 de octubre de 2013].

SIERRA R, et al. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.

SIRIKANTARAMAS S, et al. 2003. Molecular identification of ectomycorrhizal fungi associated with Dipterocarpaceae. *Tropics* 13: 69–77.

SMITH S y READ D. Mycorrhizal symbiosis. Segunda edición. Academic Press. [en línea]. San Diego. [http://www.amazon.com/Mycorrhizal-Symbiosis-Second-Edition-Sally/dp/0126528403#\\_](http://www.amazon.com/Mycorrhizal-Symbiosis-Second-Edition-Sally/dp/0126528403#_). 1997. [consulta 3 de noviembre de 2013]

SMITH S y READ D. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Tercera edición. Academic Press. Reino Unido. 815 p.

SELOSSE M, RICHARD F, SIMARD S. 2006. Mycorrhizal networks: des liaisons dangereuses. *Trends in ecology and evolution*: 621-628

TEDERSOO L, SUVI T, BEAVER K, KOLJALG U. 2007. Ectomycorrhizal fungi of the Seychelles: diversity patterns and host shifts from the native *Vateriopsis seychellarum* (Dipterocarpaceae) and *Intsiabijuga* (Caesalpiaceae) to the introduced *Eucalyptus robusta* (Myrtaceae), but not *Pinus caribea* (Pinaceae). *Estonia. New Phytologist* 175 (2): 321–333.

TEDERSOO L, SADAM A, ZAMBRANO M, VALENCIA R, BAHRAM M. 2009. Low diversity and high host preference of ectomycorrhizal fungi in Western Amazonia Neotropical biodiversity hotspot. Institute of Ecology and Earth Sciences, Estonia y Escuela de Ciencias Biológicas (PUCE), Ecuador. *The ISME Journal* 4: 465-471

TIMO STEFFEN K, NATAKKA A, HOFRIKTER M. Degradation of humic acids by the litter-decomposing basidiomycete *Collybia dryophila*. [en línea]. Journal list- Applied and Environmental Microbiology.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC126816/>. 2002. [consulta 13 de noviembre de 2013]

TRAPPE, J. 1977. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. Annual Review Phytopathology N 15: 203-222.

TRAPPE J y FOGEL R. 1977. Ecosystematic functions of mycorrhizae: the below-ground ecosystem. Fort Collins, CO: Colorado State University, Range. Science Department.

TRAPPE J y LUOMA D. 1992. The fungal community: its organization and role in the ecosystem. Segunda Edición. New York: Marcel Dekker, Inc.

WOLFE B, TULLOSS R, PRINGLE A. The irreversible loss of a decomposition pathway marks the single origin of an ectomycorrhizal symbiosis. [en línea]. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0039597>. 2012. [consulta 6 de noviembre de 2013]

WOOD S y STEVEN F. Mycweb: The Fungi of California. [en línea]. Estados Unidos. <http://www.mykoweb.com/CAF/index.html>. 1996. [consulta 9 de julio de 2013].

## 7. ANEXOS

### **Anexo 1. Hongos del bosque de *Pinus patula***

- 1.1 *Siullus luteus*
- 1.2 *Lycoperdon sp.*
- 1.3 *Collybia dryophila* (Bull.:Fr.) Kumm
- 1.4 Cf. *Cantharellus*
- 1.5 Cf. *Marasmius*
- 1.6 *Mycena sp.*
- 1.7 *Collybia sp.1*
- 1.8 HPP1
- 1.9 HPP2
- 1.10 HPP3

### **Anexos 2. Hongos del bosque alto andino (Llaviucu)**

- 2.1 *Agaricus praeclaresquamosus*
- 2.2 *Collybia sp.2*
- 2.3 *Collybia sp.3*
- 2.4 *Mycena sp. 1*
- 2.5 *Mycena sp.2*
- 2.6 *Hygrocybe sp.*
- 2.7 HLL1
- 2.8 HBLL2

**1.1 *Suillus luteus***



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Suillidaceae
- Género: *Suillus*
- Especie: *luteus*

**Características macroscópicas:**

Cuerpos fructíferos que crecen de forma gregaria

Píleo de convexo a plano (adulto) de 5 a 12cm de color marrón oscuro con una superficie húmeda y gelatinosa.

Himeno cubierto por un velo parcial cuando son jóvenes, de color amarillo claro con poros de 1mm, pequeños y muy juntos. Los tubos entre 5 a 15mm de profundidad,

Estipe central de 2,5 a 8cm de largo y 1, 5 a 3cm de grosor cubierto por un anillo blanco cuando son jóvenes y vestigios del anillo de color café cuando son adultos. Tiene consistencia carnosa.

**Características microscópicas:**

Esporas de 7 a 10µm por 2,5 a 3µm, lisas y elípticas.

Hifas septadas de pared delgada y rugosa, de coloraciones amarillentas.

Trama del píleo homogéneo y entretrejido.


**Otras características:**

Hongo micorrízico

No tóxico

Comestible



<p><b>1.2 <i>Lycoperdon sp.</i></b></p>	
	<p><b>Clasificación taxonómica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• División: Basidiomycota</li> <li>• Subdivisión: Basidiomycotina</li> <li>• Clase: Basidiomycetes</li> <li>• Subclase: Gasteromycetidae</li> <li>• Orden: Lycoperdales</li> <li>• Familia: Lycoperdaceae</li> <li>• Género: <i>Lycoperdon</i></li> <li>• Especie: <i>Lycoperdon sp.</i></li> </ul>
<p><b>Características macroscópicas:</b></p> <p>Cuerpos fructíferos elípticos a piriformes de 2, 5 a 5 cm de alto y de 1,8 a 4,5 cm de diámetro.</p> <p>El cuerpo está contraído en un pequeño pie, cónico y corto.</p> <p>Cuando el hongo es inmaduro la superficie es de color blanco y de aspecto granuloso, pero al madurar pasa de color blanco a color café y la superficie se vuelve algo lisa.</p> <p>En la zona apical de la seta aparece un agujero de aprox. 2 a 3mm, por el cual salen las esporas al ser golpeadas por las gotas de agua.</p> <p>Crece en forma gregaria</p>	<p><b>Características microscópicas:</b></p> <p>Esporas subglobosas algunas casi lisas con la pared gruesas de 3 a 4,5 <math>\mu\text{m}</math> por 3,5 a 4 <math>\mu\text{m}</math>.</p> <p>Basidios de 8 a 10 <math>\mu\text{m}</math> cortamente clavados.</p> <p>Hifas de 2 a 5 <math>\mu\text{m}</math> de diámetro, con varios poros, ramificados y dilatados</p> <hr/> <p><b>Otras características:</b></p> <p>Hongo no tóxico</p> <p>No comestible</p> <p>Saprófito</p>

**1.3 Collybia dryophila (Bull.:Fr.) Kumm**



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión: Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase: Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Marasmiaceae
- Género: *Collybia*
- Especie: *Dryophila*
- Sinónimos: *Gymnopus dryophilus* (Bull.:Fr.) Murril

**Características macroscópicas:**

Hongos de crecimiento gregario. Hongo saprófito

Píleo de forma aplanada con una depresión en el centro, textura gruesa, liso y brillante cuando está húmedo. En estado joven el color del píleo es blanco en el borde y el centro varía de color crema a café claro. Al envejecer el píleo es de color marrón con un borde delgado de color crema. El diámetro del píleo va de 2 a 5 cm.

Himeno con láminas de color blanco siendo joven y crema en su madurez, delgadas y muy juntas.

Estipe central de 2,5 a 7 cm de largo y de 3,5 a 8 mm de grosor, liso, fibroso y mientras más se acerca a la base se vuelve hueco. Su color es similar al del centro del píleo que va de crema a café claro. No presenta volva ni anillo.

**Características microscópicas:**

Esporas elípticas y lisas de 4 a 6,5 µm de largo por 2,5 a 4 µm de ancho. No amiloides.

Trama entrelazado

Hifas de 2 a 13 µm de ancho, entrelazadas, ramificadas y ensanchadas.

**Otras características:**

Hongo no tóxico

No comestible

Saprófito

**1.4 Cf. *Cantharellus***



**Clasificación Taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Aphylophoromycetidae
- Orden: Cantharellales
- Familia:  
Cantharellaceae
- Género: *Cf.*  
*Cantharellus*

**Características macroscópicas:**

Cuerpos fructíferos que crecen de forma gregaria.

Píleo levantado o en forma de embudo de color beige a amarillo con una fuerte depresión en el centro y un margen enrollado u ondulado. Posee un diámetro aproximado de 2 a 15cm y de 1 a 2 cm de grosor.

Himenio con pliegues de color blanco a beige y juntos.

Estipe de ubicación lateral del mismo color que el píleo de 2,5 a 5 cm de largo, consistencia cartilaginosa.

Ausencia de anillo y volva

**Características microscópicas:**

Esporas de 4 por 5  $\mu\text{m}$ , tuberculadas, amiloides y ovoides.

**Otras características:**

Hongo micorrícico

No tóxico, posiblemente comestible.

**1.5 Cf. Marasmius**



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Marasmiaceae
- Género: *Cf. Marasmius*

**Características macroscópicas:**

Hongos que crecen de forma gregaria

Píleo en forma de campana, mamelonado de color gris a beige cuando son jóvenes y marrón a canela cuando son adultos. Poseen un margen en forma ondulada con una superficie estriada. La superficie del píleo es seca con una textura rivulosa sin brillo. Su diámetro es de 1 a 6,5cm.

Himénio con láminas de color beige, cerradas y margen crespado.

Estipe central de color marrón oscuro y consistencia fibrosa de 1 a 6cm de largo y de 2 a 5mm de grosor

Sin anillo ni volva.

**Características microscópicas no observadas**

**Otras características:** Hongo no tóxico, no comestible, saprófito.

**1.6 *Mycena sp.1***



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Mycenaceae
- Género: *Mycena*
- Especie: *Mycena sp.1*

**Características macroscópicas:**

Hongos de crecimiento disperso.

Píleo en forma de campana, algo convexo y mamelonado de color morado a lila cuando son jóvenes y de color más oscuro cuando son adultos. Margen estriado, superficie lisa a menudo húmeda y con un diámetro de 2 a 5 cm.

Himenio con láminas del mismo color del píleo o un poco más oscuras o claras, gruesas y cerradas.

Estipe central de 4 a 8cm de largo y 2 a 4mm de grosor, frágil, hueco, de color más oscuro que el píleo, liso, simétrico aunque algunas veces se ensancha un poco en la base. Sin anillo ni volva.

**Características microscópicas:**

Esporas elípticas, suaves de 6 a 8  $\mu\text{m}$  de largo por 3 a 5  $\mu\text{m}$  de ancho.



Trama con láminas paralelas compuestas de células en forma de barril.

Holobasidio con basidiosporas heterotróficamente juntas

Hifas paralelas

**Otras características:**

Hongo no tóxico, no comestible, saprófito

<p><b>1.7 Collybia sp.1</b></p>	
 	<p><b>Clasificación taxonómica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• División: Basidiomycota</li> <li>• Subdivisión: Basidiomycotina</li> <li>• Clase: Agaricomycetes</li> <li>• Subclase: Agaricomycetidae</li> <li>• Orden: Agaricales</li> <li>• Familia: Marasmiaceae</li> <li>• Género: <i>Collybia</i></li> <li>• Especie: <i>Collybia sp. 1</i></li> </ul>
<p><b>Características macroscópicas:</b></p> <p>Hongos que crecen de forma gregaria</p> <p>Píleo de forma convexa, un poco mamelonado y con una depresión en el centro que es más notable cuando son adultos. El color del píleo es crema a amarillo tornándose café oscuro cuando son adultos. Su diámetro va de 1,8 a 3,2 cm.</p> <p>Himenio con láminas de color blanco bien juntas.</p> <p>Estipe de color crema, café o del mismo color del píleo; consistencia cartilaginosa y de 3 a 5cm de largo y de 4 a 5mm de grosor. Sin volva ni anillo.</p>	<p><b>Características microscópicas:</b></p> <p>Esporas ampliamente elípticas a amigdaliformes, ligeramente punteada y con un poro apical de 5 a 6,5 por 4,5 <math>\mu\text{m}</math>.</p> <p>Trama entretrejido o entrelazado.</p> <p>Hifas paralelas</p> <p><b>Otras características:</b></p> <p>Hongo no tóxico</p> <p>No comestible</p> <p>Saprófito</p>

**1.8 HPP1**



**Características macroscópicas:**

Hongo a simple vista solitario, ausencia de anillo y volva.

Píleo de forma convexa de 6 cm de diámetro, color blanco, superficie escamosa y margen con vestigios de velo.

Himenios con láminas de color crema a gris, muy juntos, anexados y margen crenado.

Estipe central de color blanco de 5,5 cm de largo y de 8 a 13mm (base) de grosor, forma cónica de la base al vértice y consistencia fibrosa.

**Características microscópicas no observadas.**

**1.9 HPP2**



**Características macroscópicas:**

Hongo que crece de forma solitaria o dispersa.

Píleo de color café a marrón, forma convexa, de 3 a 6,5 cm de diámetro y superficie seca a subviscosa (invierno),

Himenio con láminas de color marrón, muy juntas y margen crenado.

Estipe central de color café, forma igual, frágil, consistencia fibrosa de 3,5 a 7,5 cm de largo y 5 a mm de grosor

Presencia de anillo en posición apical.

**Características microscópicas:**

Esporas de color amarillo de forma elíptica, suaves.

Trama con hifas paralelas.



**1.10 HPP3**



**Características macroscópicas:**

Hongos de crecimiento individual o disperso.

Píleo de forma convexa, color café claro a beige cuando son jóvenes y marrón cuando son adultos, margen entero, superficie seca y de 1,5 a 2,2 cm de diámetro.

Himenio con láminas de color blanco a crema, cerrado, libre y margen rizoso.

Estipe central e igual de color café oscuro a marrón de 2,6 a 4,5 cm de largo y 2 a 3mm de grosor, sésil y consistencia cartilaginosa.

Sin anillo, ni volva.

**Características microscópicas:**

Características microscópicas:

Esporas ovaladas de doble margen algo nodulosas.

Basidios tetraspóricos

Hifas cilíndricas más o menos paralelas.

## 2. Hongos del bosque alto andino (Llaviucu)

### 2.1 *Agaricus praeclaresquamosus*



#### Clasificación taxonómica

- División: Basidiomycota
- Subdivisión: Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase: Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Agaricaceae
- Género: *Agaricus*
- Especie: *Agaricus praeclaresquamosus*
- Sinónimos: *Agaricus meleagris*



<b>Características macroscópicas:</b>	<b>Características microscópicas:</b>
<p>Píleo central de 6,5 a 18 cm de diámetro un poco convexo de joven y aplanado de adulto. Superficie de color blanco y gris en el medio.</p> <p>Himenio con láminas de color blanco de jóvenes y un poco negruzcas de adultos, cerradas y libres.</p> <p>Estipe central de color blanco de 7,5 a 15 cm de largo y de 2 a 3,5 cm de grosor de consistencia fibrosa. Presencia de anillo en la parte superior y velo parcial en los individuos más jóvenes.</p>	<p>Esporas elípticas y lisas de 4 a 6 por 3,5 a 4,5 <math>\mu\text{m}</math></p>
<p>Vegetación adyacente: <i>Barnadesia arbórea</i> (Shiñan)</p> <p>Sustrato entre herbáceas</p> <p>Hongo saprófito, no comestible, toxicidad baja.</p>	

**2.2 *Collybia sp.2***



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Marasmiaceae
- Género: *Collybia*
- Especie: *Collybia sp.2*

**Características macroscópicas:**

Hongo solitario

Píleo en forma levantada de color blanco a crema, margen ondulado, superficie húmeda, sin vellosidad ni brillo y con un diámetro de 3,5 cm.

Himenio con láminas de color blanco, cerradas, ubicación abruptamente anexada y margen ondulado y entrecortado.

Estipe central e igual, color blanco de 5,5cm de largo y 4mm de grosor, consistencia fibrosa.

Sin volva ni anillo.

Vegetación adyacente: *Ocotea infrafoveolata* (Facte o Tulapo) y *Aegiphila ferruginea* Hayer y Spruce.

Sustrato: Hojarasca

Hongo saprófito, no tóxico, no comestible.

**2.3 *Collybia sp.3***



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Marasmiaceae
- Género: *Collybia*
- Especie: *Collybia sp.2*

**Características macroscópicas:**

Hongo solitario

Píleo levantado de color tomate y margen de color blanco, superficie subviscosa, margen de forma ondulada y con un diámetro de 3,2 cm.

Himenio con láminas de color blanco, cerradas, anexadas y margen rizado.

Píleo central e igual de color blanco a beige, consistencia fibrosa, tiene 5cm de largo y 6mm de grosor.

Sin anillo ni volva.

Vegetación adyacente: *Ocotea infrafoveolata* (Facte o Tulapo)

Sustrato: Hojarasca

Hongo saprófito, no tóxico, no comestible.

**2.4 *Mycena sp. 1***



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Mycenaceae
- Género: *Mycena*
- Especie: *Mycena sp.1*

Características macroscópicas y microscópicas similares a las de *Mycena sp.1* encontrada en bosques de *Pinus patula*.

**2.5 *Mycena sp. 2***



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Mycenaceae
- Género: *Mycena*
- Especie: *Mycena sp.2*

**Características macroscópicas:**

Hongo a simple vista solitario

Píleo de forma campanulada de color amarillo, más oscuro en el centro que en el borde, translucido, superficie brillante, posee surcos radiales, margen entero o poco ondulado y de 2,2 cm de diámetro.

Himeno con láminas de color blanco y cerradas.

Píleo central e igual de color blanco de 4,2 cm de largo y 3mm de grosor, frágil y hueco.

Sin volva ni anillo.

Sustrato: Hojarasca

**Características microscópicas:**

Esporas casi cilíndricas de 7,5 a 9  $\mu\text{m}$  por 4 a 5,5  $\mu\text{m}$ .

Trama entrelazado con hifas ramificadas.

Vegetación adyacente: *Miconia bracteolata* (Quilluyuyo macho) y *Siphocampylus giganteus* (Purugrug). Hongo saprófito, no tóxico, no comestible.

**2.6 *Hygrocybe* sp.**



**Clasificación taxonómica**

- División: Basidiomycota
- Subdivisión:  
Basidiomycotina
- Clase: Agaricomycetes
- Subclase:  
Agaricomycetidae
- Orden: Agaricales
- Familia: Hygrophoraceae
- Género: *Hygrocybe*
- Especie: *Hygrocybe* sp.

**Características macroscópicas:**

Hongo a simple vista solitario

Píleo de forma campanulada, color rojo y margen amarillento y entero, superficie brillante y diámetro 3,2 cm.

Himenio con laminas de color similar al píleo, subdistantes y anexadas.

Estipe central e igual de color naranja, 3 cm de largo y 9mm de grosor y consistencia fibrosa.

Sin volva ni anillo.

**Características microscópicas:**

Esporas casi elípticas de 6 a 9 µm por 4 a 5,5 µm, suaves.

Láminas paralelas y trama compuesto de células en forma de barril.

Vegetación adyacente: *Ocotea infraoveolata* (facte o Tulapo)

Hongo no tóxico, no comestible, saprófito.



2.7 HLL1



**Características macroscópicas:**

Hongos de crecimiento gregario.

Píleo de forma aplanada, color blanco, superficie húmeda, diámetro de 4 a 7,5 cm.

Himenio con láminas de color marrón, subdistantes y ubicación abruptamente anexadas.

Estipe centrado, sésil, cónico de la base al vértice, color blanco, consistencia cartilaginosa y de 5 a 6,5cm de largo y 4 a 9mm de grosor.

Sin volva ni anillo

Vegetación adyacente: *Aegiphila ferruginea* Hayer y Spruce (Higuerón)

Sustrato: Restos de raíces.

**2.9 HBLL2**



**Características macroscópicas:**

Hongo solitario encontrado en el suelo y sobre madera.

Píleo de forma convexa volviéndose un poco plana, color crema a beige, superficie gelatinosa y de 2,7 cm de diámetro.

Himenio con láminas del mismo color del píleo, muy juntas, ubicación abruptamente anexada y margen rizado.

Estipe central de color crema, consistencia fibrosa y de 4cm de largo y 6mm de grosor.

Sin volva ni anillo.

Vegetación adyacente: *Siphocampylus giganteus* (Purugrug)

Sustrato: hojarasca