



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS A LA  
RIZOSFERA DE *Vaccinium floribundum* DEL PÁRAMO CUBILLÍN,  
CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTOR:** LESLY JHOANA CÓRDOVA LLERENA

**DIRECTORA:** Ing. NORMA SOLEDAD ERAZO SANDOVAL, PhD

Riobamba – Ecuador

2022

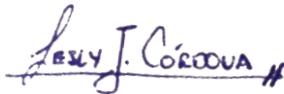
© 2022, Lesly Jhoana Córdova Llerena

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, LESLY JHOANA CÓRDOVA LLERENA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de mayo de 2022

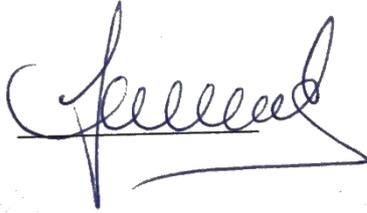
A handwritten signature in blue ink that reads "LESLY J. CÓRDOVA" with a stylized flourish at the end.

**Lesly Jhoana Córdova Llerena**

**0604219170**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación Tipo: Proyecto de Investigación, **CHARACTERIZACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS A LA RIZOSFERA DE *Vaccinium floribundum* DEL PÁRAMO CUBILLÍN, CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por la señorita: **LESLY JHOANA CÓRDOVA LLERENA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Sofía Carolina Godoy Ponce, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-05-27
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval, PhD. <b>DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-05-27
Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe, PhD. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-05-27

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a Dios Todopoderoso mi creador, por ser mi fuente de inspiración, sabiduría y comprensión.

A mis amados padres, Vicente y Natalia, quienes me han amado incondicionalmente y cuyos buenos ejemplos me han enseñado a trabajar duro por las cosas que aspiro lograr.

A mi esposo Kevin, quien ha sido una fuente constante de apoyo y aliento durante los desafíos de la universidad y la vida, estoy verdaderamente agradecida por tenerte en mi vida.

A mi hija Martina, quien con cada abrazo me ha impulsado a seguir y no rendirme.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis hermanos, hermanas, sobrinas y sobrinos quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que cada día pueda crecer como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Mi amor por todos ustedes nunca puede ser cuantificado.

*Lesly*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Ing. Norma Erazo directora de trabajo de titulación quien hizo posible este trabajo. Su guía y consejo me llevaron a través de todas las etapas de la redacción de mi proyecto.

De igual manera a la Dra. Magdy Echeverría, miembro del comité, por hacer que la presentación de mi defensa fuera un momento agradable y, por sus brillantes comentarios y sugerencias.

A mis padres y familia por su continuo apoyo y comprensión al realizar mi investigación y escribir mi proyecto. Sus oraciones por mí fueron lo que me sostuvo hasta aquí.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a Rafael y Gaby por ser mis consejeros durante el desarrollo de este trabajo de titulación, sin su perseverancia y apoyo incondicional no lo hubiera logrado, gracias por confiar en mí y en mis capacidades.

*Lesly*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Marco Conceptual.....	5
1.2.1. <i>Páramo</i> .....	5
1.2.2. <i>Características de los suelos de páramo</i> .....	6
1.2.3. <i>Bosque montano alto o Bosque siempreverde montano alto</i> .....	7
1.2.4. <i>Mortiño</i> .....	7
1.2.5. <i>Rizosfera</i> .....	8
1.2.6. <i>Hongos</i> .....	10
1.2.7. <i>Clasificación de hongos</i> .....	10
1.2.7.1. <i>Ascomycota</i> .....	10
1.2.7.2. <i>Basidiomycota</i> .....	11
1.2.7.3. <i>Mucoromycota</i> .....	11
1.2.8. <i>Hongos micorrízicos</i> .....	11
1.2.9. <i>Métodos empleados para la caracterización de hongos</i> .....	12
1.2.9.1. <i>Región ITS para la identificación fúngica</i> .....	13

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>14</b>
2.1. Hipótesis y especificación de las variables.....	14
2.1.1. <i>Hipótesis</i> .....	14
2.1.2. <i>Variables</i> .....	14

2.2.	<b>Tipo y Diseño de Investigación</b> .....	14
2.2.1.	<i>Según el enfoque del estudio</i> .....	14
2.2.2.	<i>Según el área de estudio</i> .....	15
2.2.3.	<i>Según el método usado</i> .....	15
2.3.	<b>Área de estudio</b> .....	15
2.3.1.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	15
2.4.	<b>Población de estudio</b> .....	16
2.5.	<b>Unidad de Análisis</b> .....	16
2.5.1.	<i>Tamaño de la muestra</i> .....	17
2.5.2.	<i>Selección de la muestra</i> .....	17
2.5.3.	<i>Muestreo</i> .....	17
2.6.	<b>Materiales y Equipos</b> .....	17
2.7.	<b>Toma de muestras</b> .....	20
2.8.	<b>Análisis de Laboratorio</b> .....	22
2.8.1.	<i>Análisis de perfil taxonómico de la región ITS</i> .....	22
2.8.2.	<i>pH y Conductividad</i> .....	23
2.8.3.	<i>Humedad y Densidad aparente</i> .....	24
2.8.4.	<i>Color</i> .....	25
2.8.5.	<i>Estructura y textura</i> .....	25
2.8.6.	<i>Secado y tamizado</i> .....	25
2.8.7.	<i>Materia orgánica</i> .....	26

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS</b> .....	27
3.1.	<b>Resultados, análisis y discusión</b> .....	27
3.1.1.	<i>Caracterización de hongos asociados a la rizosfera de <i>Vaccinium floribundum</i> Kunth en el páramo de Cubillín.</i> .....	27
3.1.1.2.	<i>Análisis metagenómico</i> .....	44
3.1.1.3.	<i>Potenciales usos agrícolas, biotecnológicos y medicina</i> .....	48
3.1.2.	<i>Análisis físico-químicos de las muestras de suelo</i> .....	54
3.1.2.1.	<i>Promedio de los análisis físicos-químicas de las muestras de suelo</i> .....	55
3.1.3.	<i>Propiedades organolépticas</i> .....	56
3.1.4.	<i>Interacción de hongos micorrízicos asociados a <i>V. floribundum</i> con el suelo de páramo</i> .....	..57

<b>CONCLUSIONES</b> .....	59
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	60
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2.</b>	Punto de muestreo en la comunidad de Cubillín cantón Chambo .....	16
<b>Tabla 2-3:</b>	Caracterización de hongos asociados a la rizosfera de <i>Vaccinium floribundum</i> en el páramo de Cubillín.....	27
<b>Tabla 3-3:</b>	Potenciales usos agrícolas biotecnológicos y medicina.....	50
<b>Tabla 4-2:</b>	Análisis físico-químicas de las muestras de suelo, páramo Cubillín .....	54
<b>Tabla 5-2:</b>	Promedio de los análisis físicos químicos de las muestras de suelo, páramo de Cubillín. ....	55
<b>Tabla 6-2.</b>	Salinidad de los suelos según su CE.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Mecanismos fúngicos directos (flechas verdes) e indirectos (fechas tomates) involucrados en la promoción del crecimiento vegetal. ....	9
<b>Figura 2-2:</b>	Resumen de los parámetros analizados.....	21

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Características generales de algunos páramos.....	6
<b>Gráfico 2-2:</b>	Taxonomía de <i>Vaccinium floribundum</i> .....	7
<b>Gráfico 4-3:</b>	Clasificación de hongos Comunidad de Cubillín, Chambo.....	44
<b>Gráfico 5-3:</b>	Phyla presentes en la muestra de suelo.....	45
<b>Gráfico 6-3:</b>	Géneros más abundantes del Phylum Ascomycota.....	46
<b>Gráfico 7-3:</b>	Géneros Identificados del Phylum Basidiomycota.....	46
<b>Gráfico 8-3:</b>	Géneros identificados del Phylum Mucoromycota.....	47
<b>Gráfico 9-3:</b>	Aplicaciones de los hongos identificados en el páramo de Cubillín.....	52

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** RESULTADO DE PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS DE LA REGIÓN ITS  
PARA LA MUESTRA REPETICION 1
- ANEXO B:** RESULTADO DE PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS DE LA REGIÓN ITS  
PARA LA MUESTRA REPETICIÓN 2
- ANEXO C:** RESULTADO DE PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS DE LA REGIÓN ITS  
PARA LA MUESTRA REPETICIÓN 3

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>C</b>	Carbono
<b>CE</b>	Conductividad Eléctrica
<b>CO</b>	Carbono Orgánico
<b>Da</b>	Densidad aparente
<b>ESPOCH</b>	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>MO</b>	Materia Orgánica
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>m.s.n.m:</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>ADN</b>	Ácido Desoxirribonucleico
<b>ADNr</b>	ADN ribosomal
<b>ITS</b>	Espacio Interno Transcrito
<b>ERMF</b>	Ericoid Mycorrhizal Fungi
<b>MIC</b>	Concentración Mínima Inhibitoria
<b>ECM</b>	Ectomycorrhiza
<b>IAA</b>	Ácido Indol 3- acético
<b>TCP</b>	Insoluble Phosphate Tricalcium
<b>HAP</b>	Hidrocarburo Aromático Policíclico
<b>bp</b>	base pair
<b>BFD</b>	Black Food Disease

## RESUMEN

La rizosfera es un ambiente muy complejo donde existen interacciones entre las raíces de las plantas con los microorganismos presentes en el suelo, estas interacciones afectan de cierta forma al crecimiento de las plantas y su reacción hacia el estrés tanto biótico como abiótico. Identificar a estos microorganismos podría contribuir en la comprensión de la adaptación de las plantas a hábitats silvestres. Pero debido a que el conocimiento sobre estos organismos asociados a plantas silvestres especialmente las de la región andina, es muy limitado. En la presente investigación se caracterizó los hongos de la rizosfera asociado a *Vaccinium floribundum* Kunth llamado comúnmente como “mortiño”. Se analizaron tres muestras, las cuales tuvieron dos propósitos la primera fue en un laboratorio externo donde se utilizó una secuenciación de siguiente generación (NGS) por sus siglas en inglés Next Generation Sequencing, para explorar la composición fúngica, el otro propósito fue la caracterización físico-química del suelo de páramo. Los datos obtenidos del análisis metagenómico revelaron que Ascomycota y Basidiomycota eran los taxones de hongos más abundantes y dominantes. Ciertos taxones identificados en la investigación se consideraron importantes en la interacción suelo, planta y microorganismo, lo que podría significar que estos cumplirían un papel clave en la adaptación del mortiño a las duras condiciones ambientales. Los resultados obtenidos del análisis físico-químico indicaron que: el pH es moderadamente ácido con un valor de 5,8 propio de los suelos de páramo, una conductividad eléctrica de 63,7 microsiemens/cm, densidad aparente de 1.9g/cm<sup>3</sup>, un contenido de humedad del 46,64 %, la materia orgánica fue de 19,80%, y finalmente el porcentaje de carbono orgánico fue de 11,49. Todos estos datos enfatizan la complejidad de la ecología del suelo y la necesidad de más investigación dirigida a comprender el papel clave de estos géneros además de sus interacciones en la rizosfera y las comunidades asociadas a las plantas.

**Palabras clave:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS>, <MORTIÑO (*Vaccinium floribundum* Kunth)>, <RIZOSFERA>, <HONGOS>, <MICORRIZA>, <COMUNIDAD CUBILLÍN>, <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>.

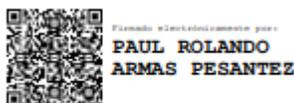


1248-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The rhizosphere is a very complex environment where plant roots and microorganisms present in the soil interact each other. In some way, these interactions affect the growth of plants and their reaction to biotic and abiotic stress. Identifying these microorganisms could contribute to understand the plant adaptation to wild habitats. However, knowledge about the organisms associated with wild plants, especially those of the Andean region is very limited. In the current research, the rhizosphere fungus associated with *Vaccinium floribundum* Kunth, commonly known as "mortiño", were characterized. Three samples were analyzed with two purposes: the first had to do with the analysis carried out in an external laboratory through the use of the Next Generation Sequencing (NGS) to explore the fungal composition while the other purpose had to do with the obtention of the physicochemical characterization of the paramo soil. The data obtained from the metagenomic analysis revealed that Ascomycota and Basidiomycota were the most abundant and dominant fungal taxa. Certain taxa identified in the research were considered important in the soil, plant and microorganism interaction, it means that they play a key role in the adaptation of mortino to harsh environmental conditions. The results obtained from the physical-chemical analysis revealed that the pH is moderately acidic with a value of 5.8, which is typical of paramo soils, an electrical conductivity of 63.7 microsiemens/cm, a bulk density of 1.9g/cm<sup>3</sup>, a moisture content of 46.64 %, organic matter was 19.80%, and finally the percentage of organic carbon was 11.49. All these data emphasize the complexity of soil ecology as well as the need for further research aimed at understanding the key role of these genera and their interactions in the rhizosphere and plant-associated communities.

Keywords: <AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <MORTIÑO (*Vaccinium floribundum* Kunth)>, <RHIZOSPHERE>, <FUNGUS>, <MYCORRIZA>, <RIOBAMBA(CHAMBO)>, <CUBILLÍN>, <CHIMBORAZO>.



## INTRODUCCIÓN

### Identificación del Problema

El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), es una especie natural de los páramos ecuatorianos, del cual no se conoce cultivos comerciales existentes, sino únicamente pequeñísimas parcelas y/o en forma natural en los páramos de las montañas, en los que su fruta crece de forma silvestre (Llvisaca *et al.*, 2018, p. 937). Una de las principales limitantes para expandir el cultivo de *V. floribundum* y/o domesticarlo fuera de su ecosistema, es la falta de conocimiento de su ecología respecto a los requerimientos de clima, suelo, microflora y fauna, asociada al crecimiento y desarrollo del mismo. Adicionalmente, estudios realizados para la propagación de plantas no han sido exitosos, los protocolos utilizados se han enfocado en la reproducción sexual mediante herramientas biotecnológicas como la in-vitro o por estacas. Esta es otra de las razones por la cual se ha limitado la domesticación de esta planta, así como también el desconocimiento del manejo agronómico y sus beneficios. Finalmente, por (Freire, Chimbo y Chimbo, 2015, pp. 35-36).

De los estudios encontrados en mortiño, se puede inferir que se ha estudiado muy poco respecto a su ecología, formas de reproducción, hábitos de crecimiento y desarrollo dentro y fuera de su hábitat natural. Los pocos estudios encontrados se han enfocado a conocer la importancia etnobotánica y composición química y nutricional del fruto (Claudio, Najera y Santacruz, 2012, p. 3).

Por la gran importancia ecológica, ambiental, alimenticia y cultural, el presente estudios se realizará con el fin de conocer las características de los principales componentes del ecosistema (suelo, microorganismos y avances asociadas al mortiño) donde crece y se propaga en estado silvestre (Vásquez, 2017, p. 56).

Los hongos micorrízicos se pueden localizar casi en cualquier parte, pero debido a varias actividades del ser humano como la agricultura, sus prácticas, la erosión que a largo plazo provoca que el suelo quede sin estos hongos o su población se reduzca considerablemente. La escasez de ciertas plantas, o mucho de los fracasos tanto agrícolas como forestal pueden deberse a la carencia de asociaciones micorrízicas, o a su vez las condiciones ambientales tan desfavorables que no aportan a su desarrollo normal.

De manera general la asociación simbiótica entre las plantas y hongos micorrízicos se ve beneficiada en ambientes que no poseen muchos nutrientes o aquellos que están bajo mucho estrés, donde las plantas no alcanzarían todo su potencial si están desprovistas del hongo. Se conoce que algunos cultivos que son bastante abonados, tanto en invernaderos como viveros abiertos, la asociación se ve

inhibida. Así mismo la cantidad y calidad del microbiota presente en el suelo puede intervenir en la simbiosis de diferentes maneras.

### **Justificación**

Debido a la domesticación del mortiño ha sido difícil poder recolectar información acerca de las interacciones planta-microorganismos que ocurren en el hábitat natural (suelo de páramo), además de la función que tienen en el equilibrio biológico de los microecosistemas.

Debido a esto, se requiere de la caracterización de los hongos del suelo asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* Kunth denominado también mortiño; que mediante el uso de métodos de secuenciación masiva; dará como resultado un perfil taxonómico que posibilitará contar a futuro con material útil sobre las interacciones planta-microorganismos, con esto se procederá por medio de las TIC's a analizar y determinar cuál es la participación que estas podrían tener directamente en la productividad agrícola. Adicionalmente, se podría obtener información básica enfocada a combatir microorganismos fitopatógenos sin afectar al conjunto de hongos que son benéficos en el suelo, y que también pueden ser aplicados en la industria alimenticia, farmacéutica, biotecnológica, biorremediación entre otras áreas, por la gran potencialidad que presentan.

El presente trabajo se realizó con el apoyo del Grupo de Investigación – Desarrollo para el Ambiente Climático (GIDAC), desarrollado dentro del proyecto denominado “Caracterización de hongos asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* kunth (Mortiño) en dos localidades de la provincia de Chimborazo”

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Caracterizar los hongos micorrízicos asociada a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* Kunth, en el páramo de Cubillín, cantón Chambo de la provincia de Chimborazo

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar los hongos micorrízicos a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* Kunth en el páramo Cubillín, utilizando herramientas moleculares y tradicionales
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de muestras de suelo de la rizosfera de *V. floribundum* Kunth.
- Establecer la interacción de los hongos micorrízicos asociados a *V. floribundum* Kunth con el suelo de páramo

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes

El mortiño es un arbusto que forma parte de la familia Ericaceae, perteneciente a los conjuntos florísticos más destacados del neotrópico, son muy frecuentes en las partes montañosas ubicadas al noroccidente de América Latina (Hofstede, Segarra y Mena Vásquez, 2003, p. 15).

Las plantas que pertenecen a la familia Ericaceae, tienen la característica de formar asociaciones con micorrizas, en especial las conocidas micorrizas ericoides, que proveen a la planta la capacidad de habitar partes de suelo pobres en nutrientes y ambientes muy severos (Bogotá DC, 2010, p. 8).

Las especies de la familia Ericácea conforman lazos obligatorios con hongos simbióticos presentando diferentes tipos de micorrizas. Smith y Read (2008, p. 197) proponen 7 categorías de las cuales en esta familia se encuentran 5: micorriza arbuscular, ectendomicorriza, micorriza arbutoide, micorriza monotropoide y micorriza ericoide arbutoide, monotropoide y ericoide, pero de todas estas solo 3 se encuentran exclusivamente en las especies de Ericaceae: micorriza arbutoide, micorriza monotropoide y micorriza ericoide (Setaro *et al.*, 2006, p. 4; Lancheros, 2012, pp. 8-9).

Las micorrizas ectendotróficas denominadas también arbutoides, presentan manto, red de Harting y penetración intracelular similar a las ericoides (UAL, 2016, p. 1).

Las micorrizas monotropoides son ectendomicorrizas formadas entre hongos basidiomicetos y plantas de la familia Monotropaceae; se ha demostrado que los hongos que forman este tipo de micorrizas hacen asociaciones con árboles que son fotosintéticos, y han desarrollado una manera para obtener productos químicos consecuencia de la fotosíntesis (Camarena-Gutiérrez, 2012, p. 2).

Las micorrizas ericoides son endomicorrizas asociadas a plantas del orden Ericales y también con algunas briofitas. Todas las especies de la familia Ericaceae forman micorriza ericoide lo que les garantiza un mejor desarrollo y aprovechamiento de nutrientes y agua a nivel radicular (Andrade, 2010, pp. 6-7). En esta asociación los pelos radicales presentan una estructura anatómica muy simple, sin embargo, cumplen una importante función en la asimilación de nitrógeno más que fósforo (Nazareno, Ruscitti y Arango, 2011, p. 42). Uno de los hongos capaces de formar micorrizas ericoides, más conocido es *Hymenoscyphus ericae* (= *Rhizoscyphus ericácea*) (Barrer, 2009, p. 125).

En el Ecuador *Vaccinium floribundum* es considerada una planta silvestre que crece en las partes altas de la cordillera desde los páramos del Ángel en el Carchi hasta Tambo en Cañar, además se conocen datos proporcionados por el Parque Nacional Cotopaxi que ubican a la zona de adaptación del mortiño

desde los 1000 m.s.n.m., hasta los 4500 m.s.n.m., pero la realidad es que son pocos los páramos que poseen un número considerable de plantas, debido a la extensión de las áreas agrícolas que ha relegado a esta especie a zonas de páramo comprendidas entre los 3400 a 3500 hasta los 4500 m.s.n.m.(Ullca, 2006, p. 9). En base a colectas realizadas *Vaccinium floribundum* se encuentra en la Sierra en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja(Ullca, 2006, p. 11).

El mortiño presenta características nutricionales que hacen a esta fruta un alimento muy saludable para el consumo humano. Posee características como el bajo contenido de calorías, la presencia de compuestos fenólicos, fibra, alto contenido de vitaminas, presencia de compuestos considerados nutraceuticos con propiedades antioxidantes (Vasco *et al.*, 2009, pp. 8275-8276).

Los frutos del género *Vaccinium* presentan alto contenido de compuestos polifenólicos, tales como ácido cinámico, flavonoles, antocianinas y antocianidinas. Las antocianidinas y antocianócidos están presentes en flores, frutos y otros órganos expuestos a la luz en la familia Ericaceae (Parr y Bolwell, 2000, p. 987). El color negro del fruto está dado por la alta concentración de antocianidinas como polifenoles que actúan como antioxidantes celulares protegiendo a la célula de los radicales libres (Mosquera *et al.*, 2015, p. 19). En la industria alimentaria, los antioxidantes son utilizados como conservantes, retardantes del desarrollo del olor rancio, disminuyen la posibilidad de generación de compuestos tóxicos, evitan la decoloración de pigmentos, evitan cambios de textura, disminuyen la pérdida de valor nutricional causada por degradación de ácidos grasos esenciales y por la destrucción de las vitaminas A, E y C (Rojano, Gaviria y Sáez, 2008, p. 215).

## **1.2. Marco Conceptual**

### **1.2.1. Páramo**

La Real Academia Española de la Lengua (1947, párr. 2) define páramo como un terreno yermo, raso y desabrigado o al igual que cualquier lugar frío; muchas veces se usa el término como sinónimo de “llovizna”. Por el clima frío y el aspecto uniforme de los pajonales, el nombre fue usado por los conquistadores españoles para esta zona de las montañas andinas. Sin embargo, la flora vascular del páramo es una de las más ricas entre las floras de las altas montañas tropicales (Mónica *et al.*, 2006, párr. 11).El páramo se considera como un ecosistema frío, sensible a los cambios en cuanto a las alteraciones dirigidas al uso del suelo, en consecuencia, el potencial que tiene hacia el tema productivo es muy limitado. Existe en estas zonas gente con mucho conocimiento cultural pero que

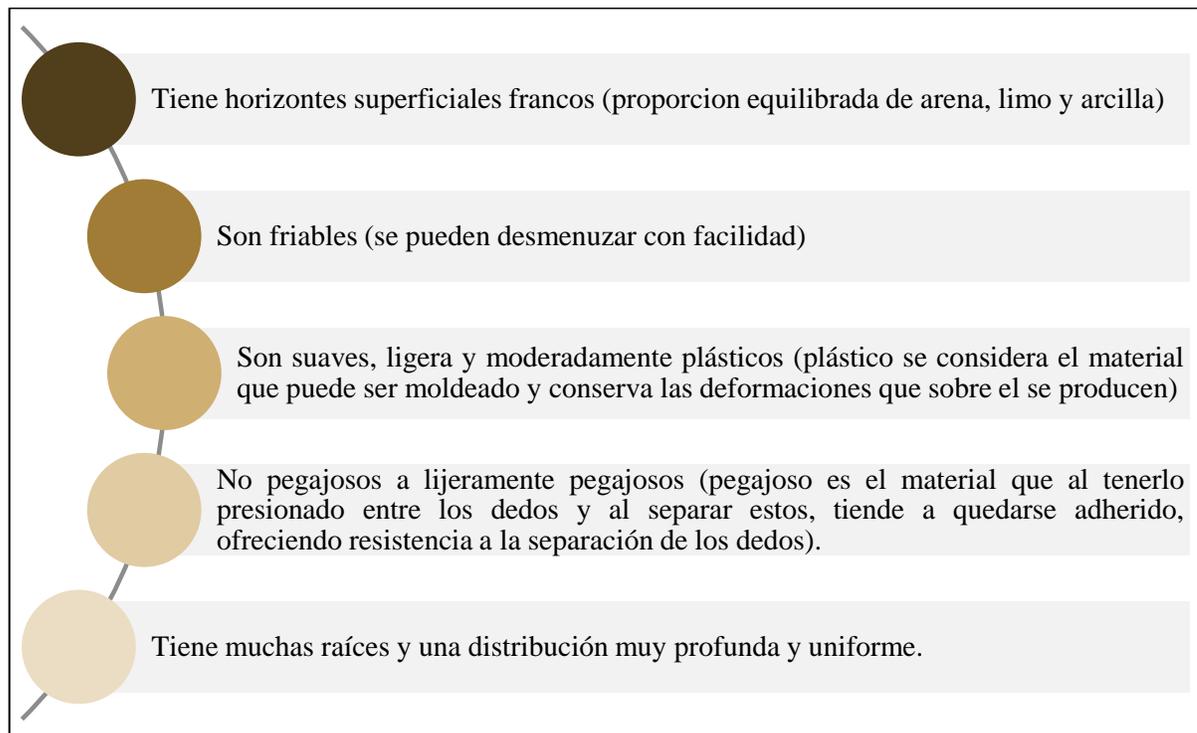
no poseen el suficiente poder económico para aprovechar de los recursos que ofrecen estos paisajes (Mónica *et al.*, 2006, párr. 22).

### 1.2.2. *Características de los suelos de páramo*

Las principales características que se pueden destacar de los suelos de páramo son:

- Baja densidad aparente
- Gran capacidad para retener agua
- Elevada microporosidad
- Alto valor de deshidratación irreversible
- Buena estabilidad de micro agregados
- Alta susceptibilidad a la erosión después del secamiento (Llambí *et al.*, 2012, p. 27).

En cuanto a sus horizontes son un poco diferenciados y de colores oscuros debido a la materia orgánica presente, su permeabilidad es alto por lo que beneficia en gran manera el desarrollo de las raíces.



**Gráfico 1-2:** Características generales de algunos páramos

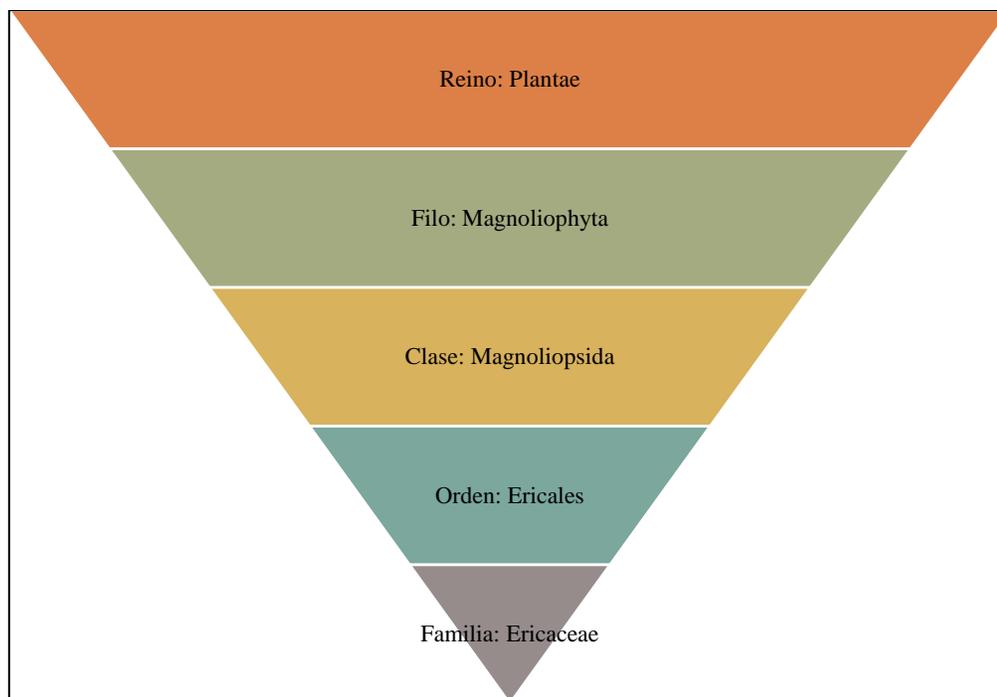
Fuente: Llambí *et al.*, 2012, p. 28

### 1.2.3. *Bosque montano alto o Bosque siempreverde montano alto*

Este Bosque también denominado “Ceja Andina” se despliega en el Ecuador desde los 3000 a los 3400 m.s.n.m., su vegetación es de transición debido a que es el bosque de neblina y páramo. Tiene similitud al bosque nublado en cuanto a su fisonomía y el porcentaje de musgos y plantas epifitas, pero cambia en la estructura y tamaño. Actualmente está presente en forma de islas de bosque natural (fragmentos o parches) apartados hacia las quebradas, o en parcelas con pendientes pronunciadas (Luteyn *et al.*, 1999, párr. 3). El aislamiento se da por efecto de diferentes factores, como los provocados por deslizamientos, derrumbes u otros desastres naturales y lo producido por el ser humano como los incendios y el cambio a suelos agrícolas. Las actividades antes mencionadas ponen en peligro la sobrevivencia de esta clase de bosque y la biodiversidad atada a ello.

### 1.2.4. *Mortino*

Es una planta cuyo nombre científico es *Vaccinium floribundum* Kunth, Sinonimia *Vaccinium mortinia* y su taxonomía es la que se detalla a continuación (Santamaría *et al.*, 2012, p. 6):



**Gráfico 2-2.** Taxonomía de *Vaccinium floribundum*

**Fuente:** Santamaría *et al.*, 2012, p. 3

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

El mortiño es un arbusto esbelto y hermoso de unos 2 metros de altura, con hojas muy pequeñas, elípticas a ovadas, agudas, finamente aserradas apiñadas en los tallos, y flores pequeñas, acampanadas, de color rosa intenso producidas en gran abundancia. El fruto azul muy glauco es redondeado, hasta unos 8 mm de diámetro, jugosa, subácida y agradable al paladar, y contiene varias semillas muy pequeñas. Se parece mucho a algunos de los arándanos de los Estados Unidos y probablemente podría desarrollarse mediante el cultivo en una fruta más valiosa de lo que es hoy. En el norte de Ecuador se cree que los frutos que producen las plantas bajas y extendidas son mejores que los de las altas (WFO, 2021, párr. 4).

No se cultiva, pero la fruta se lleva a los mercados de los pueblos andinos. En alguna parte del país su época de maduración, de marzo a agosto, es ocasión de picnics en el campo, y los habitantes de los pueblos y aldeas se trasladan a los lugares en los que esta planta crece en abundancia, para recoger y comer la fruta (BSCI, 2017, párr. 1).

El arándano andino que se encuentra generalmente en las zonas montañosas del noroeste de Sudamérica, de la cual se derivan alrededor de 4.500 especies con diferentes variables de esta familia. Pertenece al género *Vaccinium*, y la especie *floribundum* se encuentra en Ecuador. Esta fruta es conocida por sus funciones nutracéuticas debido a su alta capacidad antioxidante y su potencial para la producción y procesamiento agrícola (Guijarro-Fuertes *et al.*, 2019, p. 17).

Los nombres locales empleados en el Ecuador para referirse a *Vaccinium floribundum* Kunth son: manzanilla del cerro, mortiño, raspadura quemado (BSCI, 2017, párr. 5).

#### 1.2.5. *Rizosfera*

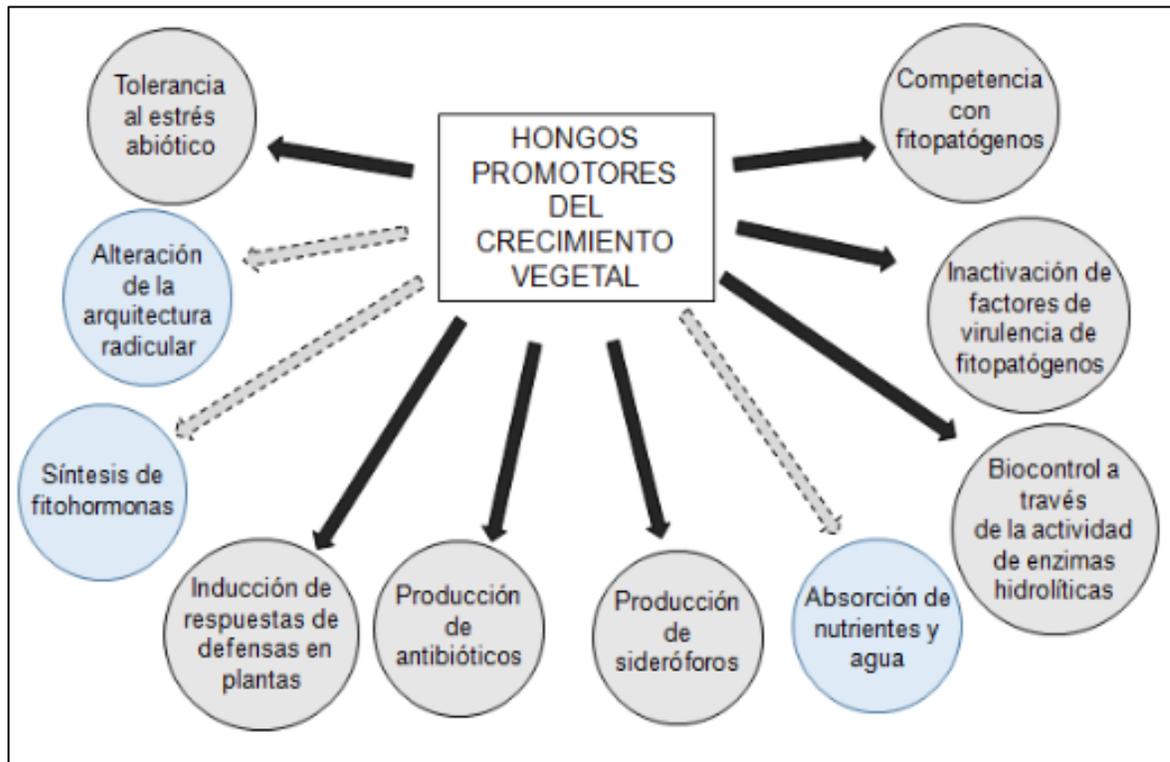
Es una zona del suelo que rodea las raíces de las plantas, aquí se dan una serie de relaciones complejas entre la planta y los microorganismos que allí albergan. En esta porción de suelo suceden muchos eventos de interacción química, física, bioquímica y biológica tanto con los componentes bióticos como abióticos. Desde el punto de físico la rizosfera es una zona densa, de absorción de agua e intercambio de iones, existe una intensa actividad microbiológica, razón por la cual se puede incluir el biocontrol de fitopatógenos (Nazareno, Ruscitti y Arango, 2011, p. 3).

La microbiota asociada a la rizosfera es muy compleja por que comprende de: hongos, bacterias, virus, actomicetos, etc., pero son los hongos los que desempeñan varios roles en el suelo, y son ellos los que contribuyen en su gran mayoría a la biomasa total del suelo.

Los hongos cumplen una función importante en el equilibrio ecológico del planeta, por que promueven el crecimiento de las plantas, así como su sanidad, estos hongos tienen la capacidad de formar a los siguientes grupos funcionales:

- a. Sapótrofos: Se incluye hongos del phylum Ascomycota y Mucoromycota; estos degradan la materia orgánica, ayudan a la formación de humus, estimulan la liberación de nutrientes muy importantes para el crecimiento de las plantas, sintetizan metabolitos secundarios como es el caso del sideróforo entre otros compuestos, que participan activamente para movilizar del fósforo (P) y/o en la detoxificación de compuestos xenobióticos, otros tienen características fitotóxicas
- b. Antagonistas: fitopatógenos, así como también los hongos que hacen micoparasitismo que es un tipo de asociación antagónica; dentro de esta clasificación se encuentran el género *Trichoderma* que al tener dichas características se puede utilizar como agente de biocontrol.
- c. Patógenos: Incluye hongos entomopatógenos y nematófagos, que infectan animales y plantas.
- d. Simbiontes: Representado por aquellos hongos formadores de micorriza (micorriza arbusculares, MA; micorrizas ericoides, orquidoides y ectomicorrizas, ECM) y hongos endófitos mutualista (endófitos septados negros) (Nazareno, Ruscitti y Arango, 2011, p. 88).

En particular, la rizosfera asociada a *Vaccinium floribundum* Kunth, que es una planta nativa de los páramos ecuatorianos, tienen la particularidad de reclutar y adoptar ciertos grupos de microorganismos que les permiten crecer, sobrevivir y sobre todo adaptarse a los ambientes extremos que tienen los páramos.



**Figura 1-2:** Mecanismos fúngicos directos (flechas verdes) e indirectos (flechas azules) involucrados en la promoción del crecimiento vegetal.

Fuente: (Nazareno, Ruscitti y Arango, 2011, p. 55).

### 1.2.6. *Hongos*

Son un grupo de organismos eucariotas cuyas células se puede divisar un núcleo bien definido, organelos rodeados membranas, contiene mitocondrias, al ser células no fotosintetizadores carecen de cloroplastos y clorofila. Las paredes celulares están cubiertas de quitina (polímero organizado en subunidades de azúcar nitrogenado, siendo el componente más resistente que la celulosa a la descomposición por microorganismos). No pueden sintetizar su propia materia orgánica, sintetizan enzimas digestivas y aprovechan el alimento preprocesado a través de la pared y membrana plasmática. En mucho de los casos obtienen nutrientes de otros organismos a los cuales parasitan o a su vez de la descomposición de la materia orgánica (Blanca y Rodriguez, 2006, p. 46).

Los hongos rizosféricos que se asocian con ciertas plantas de interés económico, suelen tener potencial biotecnológico, ya que son un insumo esencial para desarrollar biofertilizantes, sustituyendo en muchos de los casos a inoculantes bacterianos, estos hongos son mucho más eficientes en la colonización del suelo y/ rizosfera. (Nazareno, Ruscitti y Arango, 2011, p. 52).

### 1.2.7. *Clasificación de hongos*

#### 1.2.7.1. *Ascomycota*

Son una división de hongos que en su mayoría son miceliales. Muchas de las levaduras son unicelulares. Las células pueden ser uni o multinucleadas. La reproducción asexual se realiza mediante esporas llamadas conidias que se encuentran en conidióforos simples o complejos. Las levaduras se reproducen asexualmente por gemación o fisión. Característicamente, la reproducción sexual en los ascomicetos da como resultado ocho esporas sexuales formadas meióticamente llamadas ascosporas que nacen en un saco como el asco. Los ascos se forman principalmente dentro de cuerpos fructíferos complejos llamados ascocarpos o ascomatos (Raghukumar, 2017, p. 9). El estado asexual se denomina anamorfo. Muchos miembros de *Ascomycota* han perdido la capacidad de reproducirse sexualmente y se encuentran solo como anamorfos. Estos hongos prácticamente se encuentran poblando cualquier tipo de forma de nutrición, ya sea saprobio parásitos o simbioses. Los miembros de este grupo se denominan informalmente ascomicetos (Blanca y Rodriguez, 2006, p. 27).

a. Subphylum *Saccharomycotina* (levaduras verdaderas): hongos unicelulares, con reproducción asexual (gemación). Clase: *Saccharomycetes*

b. Subphylum *Pezizomycotina*: Producen varios tipos de ascocarpo. Clase: *Artonomicetos*; *Dothidiomycetes*; *Eurotiomycetes*; *Laboulbeniomycetes*; *Lecanaromycetes*; *Leotiomycetes*; *Lichinomycetes*; *Orbiliomycetes*; *Pezizomycetes*; *Sordariomycetes*.

#### 1.2.7.2. *Basidiomycota*

Son Incluyen principalmente formas miceliales. Muchas también existen como levaduras unicelulares. La reproducción tiene lugar por esporas sexuales y / o asexuales. La reproducción sexual resulta de la cariogamia en las células binucleadas y conduce a la formación de 4 basidiosporas formadas meióticamente que se encuentran en los basidios (Blanca y Rodríguez, 2006, p. 76). Los basidios se forman en una amplia variedad de basidiocarpos o basidiomata (cuerpos fructíferos de basidiomicetos). La mayoría de las especies son terrestres, pero algunas son acuáticas. Son sapróbicos o simbióticos. El estado asexual se denomina anamorfo (Raghukumar, 2017, pp. 8-10).

#### 1.2.7.3. *Mucoromycota*

Los primeros hongos divergentes referidos como *Zygomycetes*, se agrupan en dos phyla, *Mucoromycota*, *Zoopagomycota*. Mientras que el último taxón contiene especies que son principalmente parásitos y patógenos de animales pequeños y de otros hongos, es decir, micoparásitos, *Mucoromycota* con sus tres subfilos (*Glomeromycotina*, *Mortierellomycota* y *Mucoromycotina*), especies del grupo de hongos micorrízicos, endófitos de raíces, patógenos vegetales y muchos descomponedores de material vegetal (Bonfante y Venice, 2020, pp. 100-113).

#### 1.2.8. **Hongos micorrízicos**

Estos hongos que en el suelo conforman asociaciones mutualistas con alrededor del 80% de plantas terrestres creando arbusculos, en ciertas especies vesículas e hifas dentro de las células corticales de las plantas con quien hacen la asociación. Estas localizados en su totalidad en ecosistemas y suelos, en un mismo sitio de suelo puede ser muy heterogénea en cuanto a variedad y cantidad, representando una condición esencial para que la planta tenga el mayor beneficio posible de la simbiosis.

El mutualismo entre hongo y planta funciona como suplemento de la raíz en la planta para aceptar nutrientes, en especial la absorción del fósforo (P), un incremento de la tolerancia hacia las condiciones de stress abiótico, aumento de la calidad del suelo, fijación de N<sub>2</sub>, incremento en la diversidad y productividad de ciertas plantas en un área peculiar (Barrer, 2009, pp. 130-132).

### 1.2.9. *Métodos empleados para la caracterización de hongos*

Para el análisis de las comunidades fúngicas, existen varias técnicas, tanto cualitativas como cuantitativas

❖ **DGGE/TGGE (Electroforesis en Gel con Gradiente de Desnaturalización / Electroforesis en Gel como Gradiente Térmico).** Esta técnica se realiza mediante la separación de los diferentes productos de PCR que poseen la misma longitud, pero se diferencian en la secuencia de sus nucleótidos. Las ventajas de esta técnica, es que permite purificar y secuenciar fragmentos de interés, y como desventaja, es que existe una alta posibilidad de perder la resolución al elegir amplicones mayores a 500 bp, lo que limita la información (Pérez *et al.*, 2013, p. 11).

❖ **RFLP (Polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción).** Esta técnica suele funcionar como un análisis previo a la selección ya que su ventaja es que permite diferenciar entre secuencias del mismo tamaño pero diferente composición taxonómica (Barrios y Sandoval, 2018, p. 7).

❖ **T- RFLP (Polimorfismos en la Longitud de Fragmentos de Restricción Terminales).** Esta técnica consiste en realizar una PCR con uno de dos nucleótidos marcados con fluoruro, luego se da una digestión con enzimas de restricción y finalmente se separan por electroforesis (Lim *et al.*, 2010, p. 287).

❖ **PCR-cuantitativa en tiempo real.** Esta técnica determina la cinética de síntesis de ADN en el PCR, empleando fluorescencia irradiada de fluorocromos

❖ **FISH (Hibridación Fluorescente in situ).** Este método da la enumeración, visualización e identificación de células microbianas de manera individual.

❖ **Secuenciación Sanger (Método dideoxi).** Es considerado como un método de “primera generación”. Para emplear este método es necesario una gran cantidad de copias del fragmento del ADN. Es posible además realizar una secuencia directa, con el producto del PCR, se lo emplea como molde, luego se da condiciones para que hibride con el oligonucleótido y finalmente se del proceso de secuenciación (Lim *et al.*, 2010, p. 289).

❖ **Secuenciación Sanger y secuenciación masiva.** La secuenciación Sanger es un método convencional de secuenciación de ADN descrito ya hace más de 30 años, ayuda a adquirir una cantidad considerable de información sobre ciertos genomas tanto procariotas como eucariotas, pero en la actualidad se requiere más aspectos como secuenciación de genomas completos, diversidad de microorganismos, etc. Siendo lo descrito una de las limitaciones más visibles de este método además de las restricciones en rendimiento y costo.

❖ **Las técnicas de secuenciación de siguiente generación (NGS, Next Generation Sequencing)** ha permitido el surgimiento de técnicas eficientes y de alto rendimiento, asimismo como una opción menos costosa y rápida. Entre estas tecnologías están HiSeq y MiSeq presentados por la compañía Illumina, están basados en la secuenciación por síntesis y dan lugar a la secuenciación simultánea de miles de secuencias en pocos días. La desventaja principal que presentan estas tecnologías es que dan secuencias cortas, y fueron diseñadas para la re- secuenciación de genomas ya conocidos; pero por otro lado a pesar de los inconvenientes sus ventajas son que brindan una mejor cobertura que las demás tecnologías y reflejan un menor número de errores en las secuencias, lo que facilita el notar posibles ambigüedades en la secuenciación (Pérez *et al.*, 2013, pp. 11-12).

#### *1.2.9.1. Región ITS para la identificación fúngica*

Para organismos eucariotas, los genes que codifican para ARN ribosomal se encuentran en arreglos que incluyen unidades transcripcionales en repetición: 18S – 5.8S – 28S, dos regiones son variables espaciadores transcritos internos (ITS1 e ITS2), así como secuencias externas ETS (External Transcribed Spacer) (Pöggeler y Wöstemeyer, 2011, p. 33).

Se dice que las regiones ITS se validan como “código de barras” para la identificación fúngica es por que posibilita la identificación de estos a nivel de género y especie, por otra parte, las subunidades 18S, 5.8S y 28S, no permiten la identificación a nivel de especie, esto debido a que son consideradas regiones conservadas con poca variabilidad de secuencia.

El uso de esta región ITS para el estudio de la diversidad fúngica, ha hecho que se necesite el diseño de oligonucleótidos universales, es decir que sea posible la amplificación de la región de interés, pero de todos los taxas (Pérez *et al.*, 2013, p. 12).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Hipótesis y especificación de las variables

##### 2.1.1. *Hipótesis*

###### 2.1.1.1. *Hipótesis nula*

La mayoría de los hongos caracterizados asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* no son benéficos

###### 2.1.1.2. *Hipótesis alternativa*

La mayoría de los hongos caracterizados asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* son benéficos

##### 2.1.2. *Variables*

##### 2.1.3. *Variable dependiente*

Hongos asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum*

##### 2.1.4. *Variables Independientes*

Suelo de páramo, plantas del lugar

#### 2.2. Tipo y Diseño de Investigación

##### 2.2.1. *Según el enfoque del estudio*

La presente investigación es cualitativa - cuantitativa debido a que tomó en cuenta tanto las características de los hongos asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* Kunth como la

cantidad (porcentaje) de la totalidad de hongos que son benéficos, patógenos además de los que no se identifican como ninguno de los anteriores.

### **2.2.2. *Según el área de estudio***

La investigación es científica porque se realizó una serie de observaciones sobre las asociaciones entre los hongos y la rizosfera del mortiño. La investigación estuvo dirigida a dar información nueva y útil para el campo de la agricultura, producción agrícola y ganadera.

### **2.2.3. *Según el método usado***

La investigación es teórica debido a que se recolectaron datos de los diferentes hongos asociados a la rizosfera del mortiño con la finalidad de generar eventualmente posibles aplicaciones a partir de lo investigado.

## **2.3. Área de estudio**

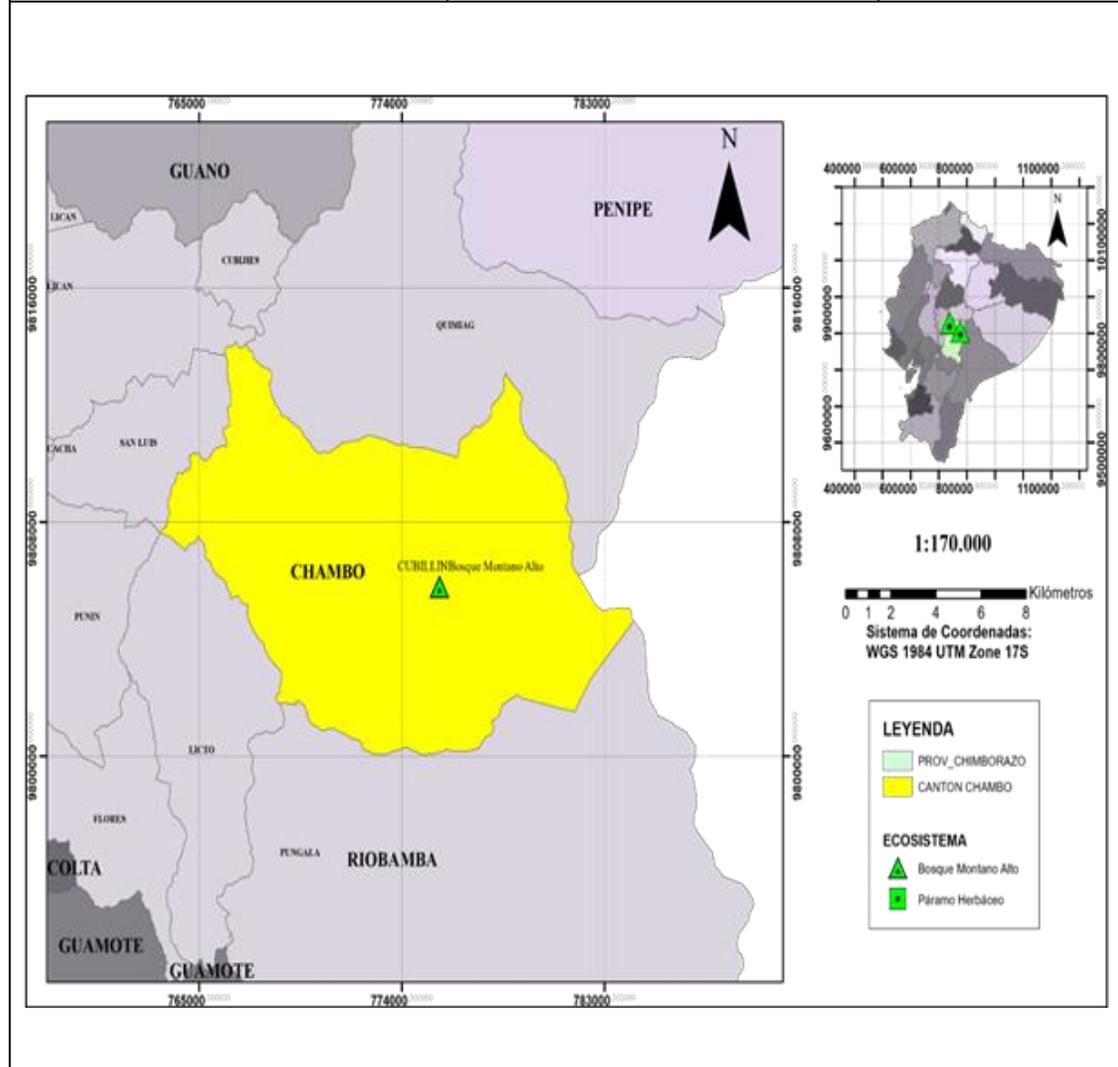
El estudio se realizó en el páramo de Cubillín, el cual pertenece al Parque Nacional Sangay. El Cubillín es una montaña de plegamiento ubicado al sur del Altar dentro del área del Parque. La vegetación presente es típica del páramo muy húmedo subalpino en su mayoría presentes gramíneas, plantas en almohadón, arbustos, achaparrados, líquenes entre otros, conforme lo refiere el GAD Municipal de Chambo.

### **2.3.1. *Ubicación geográfica***

Esta investigación se llevó a cabo en el páramo Cubillín ubicado al Este del Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo a 13 km del parque central de la cabecera Cantonal, caracterizado como Bosque montano alto, con una altitud aproximada de 3500 m.s.n.m. la ubicación se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1-2.** Punto de muestreo en la comunidad de Cubillín cantón Chambo

Ubicación	Coordenadas Geográficas	
Páramo Cubillín	X	Y
	-1.755424	-78.522272



Realizado por: Córdova Llerena, Lesly, 2020, (GIDAC).

## 2.4. Población de estudio

La población correspondió a los hongos asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* Kunth.

## 2.5. Unidad de Análisis

Las unidades de análisis fueron las características benéficas, patógenas y no definidas de los hongos asociados con la rizosfera de *Vaccinium floribundum* Kunth. Además, se trabajó con las propiedades físicas y químicas del suelo de páramo, y como estas asociaciones definen los suelos donde crece usualmente *Vaccinium floribundum*.

#### 2.5.1. *Tamaño de la muestra*

Se trabajó con 15 muestras para el análisis físico químico de las cuales, se formaron 3 muestras compuestas para el análisis metagenómico.

#### 2.5.2. *Selección de la muestra*

Se tomaron muestras compuestas del suelo asociado a la rizosfera, se recogió varias muestras simples de suelo de los primeros 30 cm, tanto para los análisis microbiológicos mediante metodologías tradicionales y moleculares

Se ingresó en el GPS, las coordenadas de los puntos localizados anteriormente en el mapa, como guía de orientación durante las salidas de campo para el acceso a la zona delimitado por las coordenadas vistas en las tablas de atributos del mapa SIG, facilitando la recolección de muestras.

#### 2.5.3. *Muestreo*

Una vez accedido al sitio con las coordenadas específicas de cada punto, se procedió a colocar la muestra en fundas Ziploc debidamente etiquetadas.

Cada muestra simple estuvo constituida por aproximadamente 1kg de suelo.

Se recogió varias muestras simples de suelo de los primeros 30 cm, para los análisis físico químicos, microbiológicos tradicionales y moleculares.

### 2.6. Materiales y Equipos

#### 2.6.1. *Materiales*

- *Barreno*

Se empleó un barreno tipo gubia, que es muy idéntico a un muestreador de suelo. En su mayoría poseen forma cilíndrica con bordes cortantes paralelos verticalmente y una punta afilada para perforar el suelo y un mango en forma de T para facilitar su extracción.

- ***Espátula***

Es un dispositivo empleado para facilitar la extracción de la muestra, ya que con frecuencia al recolectar la misma con el barreno en ocasiones deja el suelo muy compactado.

- ***Martillo***

Es una herramienta que ayudó en el proceso de perforación del suelo, se empleó un martillo grueso, o en su defecto un combo de aproximadamente 2 kilogramos.

- ***Fundas Ziploc***

Se empleó bolsas (polietileno) para el transporte de las muestras, con alta resistencia a la tensión y cierre hermético para su transporte. Con un tamaño de 16cm x 20cm, y capacidad de almacenamiento aproximada de 1kg.

- ***Desecador***

Es un instrumento empleado para mantener a una sustancia limpia y deshidratada aplicando vacío, permite poner a secar la sustancia, mientras que la inferior se usa para el desecante, generalmente gel de sílice.

- ***Crisoles***

Son unos aparatos de laboratorio fabricados con porcelana usado primordialmente para calentar, fundir, quemar y calcinar sustancias. Las dimensiones fueron 50 ml para colocar 5 gramos de suelo para el análisis de MO.

- ***Cilindros***

Son herramientas empleadas para determinar la densidad, contenido de humedad, el peso por volumen, la distribución de poros, se empleó este método cuando se requieren muestras de suelos inalterados y con dimensiones uniformes (MORPHOLA, 2009, párr. 6).

#### 2.6.2. *Equipos*

- ***GPS***

Es un Sistema de radionavegación basado en el espacio, desarrollado por departamento de defensa de los EE. UU., en un principio creado con fines militares, proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría las 24 horas del día, bajo cualquier condición atmosférica y en cualquier punto del globo. El equipo se utilizó para acceder a los puntos de muestreo (Chan y Baciú, 2012, p. 130; Castellano y Casamichana, 2014, párr. 3).

- ***Balanza analítica***

Es un instrumento de medida empleado para determinar el peso de pequeñas cantidades de muestras, es el más usado en los laboratorios para la obtención de resultados analíticos (OHAUS, 2009, párr. 1).

- ***pH-metro***

Se usó para medir el pH de una solución es decir la acidez o la alcalinidad de una muestra en base a la actividad que presentan los iones de hidrógeno. Da medidas en una escala que va del 0 al 14 (ACCUMET, 2012, p. 22).

- ***Conductímetro***

Instrumento de laboratorio multiparámetro que midió además de la conductividad eléctrica de los iones presentes en una disolución, el pH, cantidad de oxígeno en la muestra y la temperatura. La escala de medición es 0.01  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 500  $\text{mS}/\text{cm}$  (HACH, 2010, pp. 11-13)..

- ***Estufa***

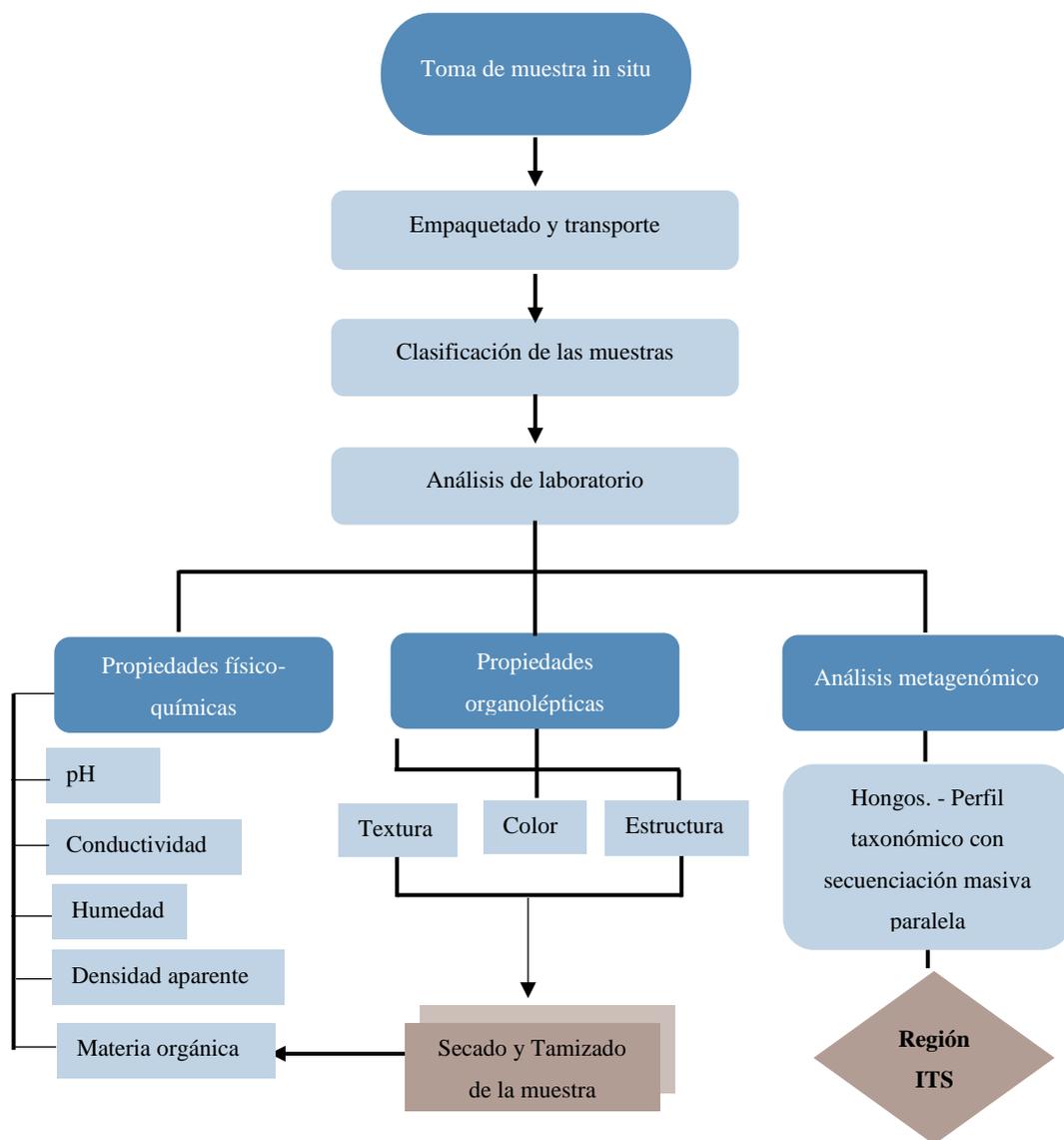
Horno para laboratorio se usó para secar muestras o a su vez esterilizar ciertos materiales empleados en la investigación ya sean de vidrio o metal. Calienta hasta 300°C (ESCO, 2019, párr. 1).

- ***Horno mufla***

Horno de mesa con bajos consumos energéticos y tiempos de calentamiento, posee temperaturas de 100 a 1100°C. Es ideal para la incineración de la mayoría de las muestras orgánicas e inorgánicas (Thermo Scientific, 2019, párr. 5).

## **2.7. Toma de muestras**

Los parámetros analizados de la muestra de suelo tomada se representan en la siguiente figura:



**Figura 2-2:** Resumen de los parámetros analizados

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

Se ubicó el punto de muestreo, luego se procedió a buscar un área lo suficientemente regular para que la toma de la muestra se facilite y así realizar un trabajo más prolijo

Se hizo una limpieza de la superficie del terreno (aproximadamente de 500cm<sup>2</sup>) para que las muestras no contengan restos vegetales.

El barreno se situó sobre la superficie limpia y seguido se procedió con la perforación del suelo para en su defecto recolectar las muestras.

Se tomó una serie de muestras simples de los primeros 30 cm de la zona de interés siendo un total de 15 muestras simples empleados para el análisis fisicoquímico y 3 muestras compuestas para el análisis molecular.

Con cuidado se colocaron las muestras tomadas en fundas ziplock, debidamente etiquetadas se transportaron para los análisis posteriores.

## **2.8. Análisis de Laboratorio**

La recolección de muestras comenzó con la perforación de la tierra por la base de la planta *Vaccinium floribundum* Kunth unos 30cm. Posteriormente se almacenó en bolsas estériles y se transportó al laboratorio donde las muestras tienen dos propósitos diferentes: en primer lugar se conservó parte de las muestras y se envió al laboratorio externo certificado a - 80°C en el congelador donde se extrajo su ADN e identificarlas genéticamente, el otro propósito se llevó a cabo mediante la determinación de las propiedades físico-químicas en muestras húmedas y secas para caracterizar pH, materia orgánica (MO, %), carbono orgánico (CO, %), conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), densidad aparente, textura color, estructura.

### **2.8.1. Análisis de perfil taxonómico de la región ITS**

El procedimiento descrito por Gide (1967, p. 16), para el análisis del perfil taxonómico mediante secuenciación masiva paralela aplicado a esta investigación es la siguiente:

- Se empleó 500 mg de las muestras de suelo para realizar la extracción de ADN total utilizando un kit comercial siguiendo las instrucciones del fabricante.
- La calidad y la concentración de ADN se verificó mediante lectura espectrofotométrica en nanodrop, es decir la cuantificación y determinación de la pureza de los ácidos nucleicos
- Se empleó al menos 50  $\mu\text{l}$  de cada solución de ADN para la preparación y secuenciación de biblioteca de amplicones.
- Para reducir las posibilidades de error y formación de productos de PCR quiméricos, se utilizó brevemente una indexación dual en una PCR de un paso en lugar de una PCR de dos pasos.
- Los fragmentos de ITS se amplifican a partir del ADN extraído por duplicado, se utilizó diluciones de molde separadas, con una polimerasa de alta fidelidad (Comeau, Douglas y Langille, 2017, p. 8).
- Los productos de PCR duplicados se combinaron en una placa y luego se verificaron visualmente ejecutando un E-gel Invitrogen de 96 pocillos de alto rendimiento.

- Las muestras con PCR fallido se volvieron a amplificar optimizando las condiciones de PCR para producir bandas correctas (Comeau, Douglas y Langille, 2017, p. 9).
- Los amplicones se limpiaron y normalizaron en un paso utilizando un kit de placa de 96 pocillos Invitrogen SequalPrep de alto rendimiento
- Las muestras se combinaron para hacer una biblioteca que se cuantifica utilizando el método basado en fluorescencia de ADN de doble hebra de alta sensibilidad (dsDNA HS) de Invitrogen Qubit antes de la secuenciación.
- Las muestras se secuenciaron utilizando un Illumina MiSeq con una química v3 de extremo emparejado de 300 bp para cada lado tanto para la secuencia sentido y antisentido y luego se multiplicaron mediante un enfoque de indexación dual.
- Se utilizaron los primers ITS 3F-4R (3F GCATCGATGAAGAACGCAGC; 4R TCCTCCGCTTATTGATATGC), para definir la región a ser amplificada.
- Se empleó la tubería DADA 2 para el control de calidad y eliminación de ruido de las secuencias de ADN.
- Se eliminaron los cebadores y adaptadores de las secuencias ITS utilizando el software Cutadapt.
- Para las lecturas de ITS, no se utiliza longitud de truncamiento, ya que presenta una variación de longitud natural.
- Se combinaron las lecturas directas e inversas juntas para obtener las secuencias denoizadas completas, alineando las lecturas directas denoizadas con el complemento inverso de las lecturas inversas denoizadas correspondientes, y luego se construyó las secuencias "contig" fusionadas con cero desajustes.
- Se construyó una tabla de variantes de secuencia de amplicones (ASV), que es una versión de mayor resolución de la tabla OTU producida por métodos tradicionales
- Las secuencias finales se compararon con la base de datos NCBI mediante BLAST con un índice de identidad del 97% para hongos.
- Los resultados se visualizaron con discos de Krona y tablas de unidades taxonómicas operacionales (Gastélum, 2013, pp. 1–3).

### 2.8.2. *pH y Conductividad*

El pH es considerado como una de las propiedades más importantes del suelo debido a que afectan la disponibilidad de los nutrientes, controla muchas de las actividades químicas y biológicas del suelo, influye directamente en el desarrollo de las plantas (Cáceres, 2013, pp. 3-6).

Los análisis de pH y conductividad se deben realizar en el menor tiempo posible desde que se toma la muestra debido a que sus valores al pasar del tiempo pueden variar. El procedimiento por seguir es el siguiente:

- Se empleó una balanza analítica se pesan 20g de la muestra de suelo en un recipiente plástico (vaso) y se añadió 45mL de agua destilada
- Se mezclaron constantemente por 15 minutos y se mantuvo en reposo durante 3 minutos mas
- Usando un pH-metro se calcularon los valores de pH de cada una de las muestras y se registraron en la tabla de datos.

La conductividad eléctrica es un parámetro que permite conocer la concentración de sales solubles presentes en el suelo. Las unidades más usadas para medir CE son dS/m (decisimens por metro)(DAG, 2017, pp. 11-13),. Para determinar la CE se siguen los siguientes pasos:

- Se usó las mismas muestras en las que se midió pH, pero previo a su lectura se mantuvo en reposo por 24 horas.
- Para la medición se usó un conductímetro y finalmente se anotaron los valores en la tabla en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### 2.8.3. *Humedad y Densidad aparente*

La humedad representa la cantidad de agua por cuerpo de suelo, es decir el porcentaje que representa la relación entre el peso de agua dentro de una aglomeración de suelo (EOS, 2020, pp. 6-7).

- Para el análisis de humedad y densidad aparente se usó el método del cilindro (Rubio, 2010, pp. 13-16).
- Se ponderaron 10 g de suelo sin secar en la balanza analítica y se anotaron como  $P_1$
- Se colocó la muestra pesada previamente en la estufa a  $105\text{ }^\circ\text{C}$  y se secó al aire libre por aproximadamente 24h hasta que el peso dio constante
- Se ubicó la muestra en el desecador por 45 minutos e inmediatamente en la balanza analítica se pesó y registró como  $P_2$
- El cálculo del porcentaje de humedad se realizó usando la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

La densidad aparente representa la cantidad de suelo seco por unidad de suelo inalterado, tomando en cuenta todo el espacio poroso (Rubio, 2010, pp. 17-18).

- Se introdujo verticalmente en el suelo el cilindro, con la ayuda de un mazo o madera, luego se lo retiró y se cortó los sobrantes que queden alrededor del cilindro

- Se pesó la muestra húmeda más el cilindro, después se secó en el horno a 105°C por 24 horas aproximadamente.
- Una vez seca la muestra, se pesó junto con el cilindro y se registró como  $M_{cs}$ . La densidad está determinada por la relación entre la masa del cilindro  $M_c$  y el volumen del cilindro  $V_c$ :

$$Da(gcm^{-3}) = \frac{M_{cs} - M_c}{V_c}$$

#### 2.8.4. *Color*

El color del suelo es uno de los indicadores empleados para diferenciar entre los horizontes, este parámetro se correlaciona en su mayoría con las características mineralógicas, físicas y químicas del suelo (Viani, 2003, pp. 4-5).

- El análisis se llevó a cabo mediante la observación de las tonalidades de las muestras con las tablas de Munsell Soil Color Book (Libro de Color de Suelos)
- Una vez comparado el suelo, se registró lo observado en la tabla de resultados.

#### 2.8.5. *Estructura y textura*

La determinación de la textura y estructura del suelo es importante porque permite dar una idea sobre la capacidad de intercambio catiónico del suelo y es de gran importancia en los mecanismos de absorción de nutrientes. El método empleado para su determinación fue el método del tacto (Ciancaglino, 2017, pp. 5-8).

- Se tomó con una mano una porción de la muestra y se agregó agua lentamente, se amasó lentamente hasta que se sintió la consistencia del suelo
- Según la aspereza al tacto se definió la textura y según la forma del grano se definió la estructura (Gavande, 2014, p. 7).

#### 2.8.6. *Secado y tamizado*

- Las muestras se ubicaron sobre papel de empaque y se secó al ambiente entre 24-48 horas, el sol debe darle directamente
- Las muestras se pasaron por un tamiz con 2mm de diámetro para medir pH, conductividad y un diámetro de 425  $\mu m$  para analizar la materia orgánica

### 2.8.7. *Materia orgánica*

La materia orgánica es un factor que juega un rol vital en el suelo ya que almacenan muchos nutrientes, mejoran la estructura, previenen la erosión, mejora la capacidad de retención de nutrientes (Pascual y Venegas, 2009, pp. 3-7).

Para la determinación de este parámetro se empleó el método de calcinación o pérdida de ignición (lost of ignition):

- Los crisoles de 50 ml previamente tarados se pesaron y se anotaron como Peso 1.
- Se pesó 5 g de la muestra de suelo ya tamizada en los crisoles correspondiente, y se marcó como Peso 2.
- Los crisoles se llevaron a la estufa por 24 horas a 105°C, luego se enfriaron en el desecador, nuevamente se pesaron y se anotaron como Peso 3
- Finalmente, en el horno mufla se ingresaron los crisoles durante 2 horas a 360°C, nuevamente van al desecador y el nuevo peso se registra como Peso 4

El porcentaje de materia orgánica se consiguió aplicando la ecuación siguiente:

$$\%MO = \frac{(Peso\ 3 - Peso\ 4)}{Peso\ 3 - Peso\ 1} * 100$$

### 2.8.8. *Carbono Orgánico*

El CO en el suelo es un indicador del porcentaje de la cantidad de materia orgánica en el suelo, por lo que su determinación es vital e importante. Con el valor obtenido de materia orgánica se aplica el factor Van Benmelen de (1,724) para tener el porcentaje de carbono orgánico, el cual asume que el 58% de la MO está compuesta por C (Freire, Chimbo y Chimbo, 2015, p. 10).

Se usó la presente ecuación para obtener el porcentaje:

$$\%CO = \frac{\%MO}{1,724}$$

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS

#### 3.1. Resultados, análisis y discusión

##### 3.1.1. Caracterización de hongos asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* Kunth en el páramo de Cubillín.

En la siguiente tabla se describe la clasificación de los 139 resultado del análisis metagenómico, según fuentes bibliográficas si estos presentan tendencias benéficas, patógenas o en su defecto no definidas.

**Tabla 2-3:** Caracterización de hongos asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* en el páramo de Cubillín.

Especie	Benéficos	Patógenos	No definido	Fuente
<i>Volucrispora graminea</i>			✓	<i>V. graminea</i> , fue aislado de la espuma de arroyos que fluye rápidamente en todas partes de las islas Británicas, también fue encontrado en las hojas de hierba (Ingold, McDougall y Dann, 1968, pp. 325-326).
<i>Symptodiella quercina</i>			✓	<i>S. quercina</i> , fue aislado de hojas caídas de <i>Quercus robur</i> (Roble común) (Bennett y Thines, 2019, p. 117).
<i>Cladosporium antarcticum</i>		✓		<i>Cladosporium</i> sp. están asociadas con enfermedades de los peces (Abdel-Sater <i>et al.</i> , 2017, p. 3).
<i>Cladosporium domesticum</i>			✓	<i>C. domesticum</i> , fue aislado del ambiente interno, es decir un entorno situado dentro de una casa o cualquier otra edificación (Bensch <i>et al.</i> , 2018, p. 14).
<i>Zymoseptoria crescenta</i>		✓		El género <i>Zymoseptoria</i> , especies similares a la <i>Septoria</i> son causantes de numerosas enfermedades de manchas foliares (quemazón de las hojas), en hospedadores graminícola (Crous <i>et al.</i> , 2018, p. 94).
<i>Mycocentrospora cantuariensis</i>		✓		<i>Cercospora cantuariensis</i> causa graves daños a las hojas y los conos del lúpulo ( <i>Humulus</i>

				<i>lupulus</i> ) en Austria y Eslovenia. (Radisek <i>et al.</i> , 2009, p. 400). Además, se le atribuye la decoloración del lúpulo (Higgins <i>et al.</i> , 2020, p. 5).
<i>Pseudocercospora richardsoniicola</i>		✓		Causa manchas foliares en la parte superior e inferior de la hoja (Silva <i>et al.</i> , 2016) se menciona también (Ellis y Everhart, 1902, pp. 2-4).
<i>Antennariella placitae</i>	✓			<i>Antennariella placitae</i> protege el arroz mediante la mejora de su rendimiento y la reducción de la gravedad de la enfermedad del carbón falso ( <i>Ustilagoidea virens</i> ) (pequeñas bolas anaranjadas en granos de arroz) (Andargie <i>et al.</i> , 2017, p. 3).
<i>Leptoxylum glochidion</i>		✓		Es un moho de hollín que reduce la penetración de la luz y no deja que ocurra la fotosíntesis en la superficie superior de las hojas y pétalos. Cubren la superficie del hospedador con hifas de color marrón oscuro. (Yang <i>et al.</i> , 2014, p. 16).
<i>Dissoconium proteae</i>		✓		Puede causar mosca en la manzana, provoca mancha foliar en hojas de <i>Protea</i> (Plantas florales)(Zhang <i>et al.</i> , 2012, p. 4).
<i>Pseudodictyosporium elagans</i>			✓	<i>P. elegans</i> se encuentra en sustratos leñosos (Da Silva y Gusmão, 2017, pp. 6-7).
<i>Pseudocoleophoma typhicola</i>			✓	Se encuentra sobre <i>Typha latifolia</i> (totora) sumergida en descomposición (Jiang <i>et al.</i> , 2021, pp. 15-16).
<i>Paracamarosporium hawaiiense</i>	✓			Hongo endófito mutualista que mejora la aptitud biológica (capacidad de reproducción) de conífera <i>Pinus</i> (Pino), Corea (Park y Eom, 2019, pp. 3-4).
<i>Paraphaeosphaeria neglecta</i>	✓			Las especies de <i>Paraphaeosphaeria</i> producen diferentes tipos de metabolitos secundarios, que incluyen macrólidos (antibiótico), xantenos (fungicida), policétidos (antibióticos, inmunosupresores, anticancerígenos), feosferidos y parafeosferidos. / <i>Paraphaeosphaeride</i> A2 es la primera molécula que contiene azufre (un sulfuro) aislada de la especie <i>Paraphaeosphaeria</i> (Li <i>et al.</i> , 2017, pp. 1-3).

<i>Pleotrichocladium opacum</i>			✓	Generalmente se encuentra en material vegetal o aislados de suelo (Hernández-Restrepo <i>et al.</i> , 2017, p. 15)
<i>Alpinaria rhododendri</i>			✓	Hongo saprofito sobre madera muerta (Thiyagaraja, 2020, pp. 4-5).
<i>Ascochyta Phacae</i>			✓	Aislado de tallos muertos de <i>Phaca Alpina</i> (Chen <i>et al.</i> , 2015, p. 8).
<i>Neosetophoma phragmitis</i>			✓	Saprobios en miembros de <i>Poaceae</i> (gramíneas) (Marin-Felix <i>et al.</i> , 2019, p. 48).
<i>Pyrenochaetopsis microspora</i>		✓		Infecta a humanos. El género <i>Pyrenochaetopsis</i> tiene diferentes estilos de vida, como especies fitopatógenas saprofitas y endofíticas (Da Silva y Gusmão, 2017, p. 14).
<i>Preussia pérsica</i>		✓		Agente de mancha foliar. Hojas de cebada secas en regiones de Sarab y Esco (Irán) (Karimzadeh y Fotouhifar, 2020, p. 2).
<i>Fusicladium fagi</i>		✓		Hojas en descomposición de <i>Fagus sylvatica</i> (Crous <i>et al.</i> , 2007, p. 25).
<i>Ochroconis bacilliformis</i>		✓		Biopelícula sobre el acero inoxidable en agua potable. Importante potencial para la infección de vertebrados de sangre fría (Samerpitak <i>et al.</i> , 2015, p. 4).
<i>Venturia catenospora</i>		✓		Causa manchas foliares en ambos lados de las hojas ( <i>Salix</i> ) dispersas, subcirculares o irregulares, a menudo causan distorsiones en el margen de la hoja (Shen, Zhang y Zhang, 2016, pp. 5-6).
<i>Exophiala opportunistica</i>		✓		La cepa original se derivó del agua potable y también de la rizosfera de <i>Triticum aestivum</i> en Australia Occidental, presencia de <i>E. opportunistica</i> en lesiones de uñas y pies humanos (Hoog <i>et al.</i> , 2011, p. 20).
<i>Exophiala pisciphila</i>		✓		Causa epizootias en vertebrados de sangre fría, además de úlceras cutáneas en bagres de un canal de agua dulce ( <i>Ictalurus punctatus</i> ) (Hoog <i>et al.</i> , 2011, p. 21).
<i>Exophiala salmonis</i>		✓		Causante de tres episodios epidémicos de micetoma en bacalao de trucha alevín de agua dulce (Hoog <i>et al.</i> , 2011, p. 22).
<i>Minimelanolocus curvatus</i>			✓	Encontrado sobre madera en descomposición (Liu <i>et al.</i> , 2015, p. 1060).

<i>Knufia karalitana</i>		✓		Causan daños estéticos (deterioro de esculturas) como consecuencia de la producción de melanina (Isola <i>et al.</i> , 2016, p. 15).
<i>Aspergillus Fumigatus</i>		✓		Hongo sapotrófico ocurre en el suelo sobre material orgánico en descomposición / pueden provocar una variedad de reacciones alérgicas e infecciones sistémicas potencialmente mortales en humanos (patógeno oportunista) (Chamilos, 2020, pp. 21-25).
<i>Aspergillus striatus</i>	✓			Produce metabolitos secundarios al medio extracelular (extrolites) asperthecin (metabolito y pigmento biológico), asperugins, astellolide (presenta actividad antimicrobiana, antiinflamatoria y antitumoral), asteltoxin (Actividades antivirales), austinol (Es un meroterpenoide, estos poseen propiedades antimicrobianas, citotóxicas, antioxidantes, antiinflamatorias, antivirales, inhibidoras de enzimas e inmunosupresoras), desertorin, emericellin (es una xantona que tienen una función insecticida), 2- $\omega$ -hydroxyemodin, Mer-NF8054X (agente antifúngico fuerte con actividad contra <i>Aspergillus fumigatus</i> ), shamixanthonos, varitriol (producto natural antitumoral) (A. J. Chen <i>et al.</i> , 2016, p. 43).
<i>Penicillium canariense</i>			✓	Obtenido del suelo recolectado en las islas canarias (Peterson y Sigler, 2002, pp. 5-6).
<i>Penicillium godlewskii</i>	✓			Produce proteasas alcalinas que ayudan a optimizar los parámetros de producción (aplicación a detergente industrial) (Sharma <i>et al.</i> , 2017, pp. 6-7).
<i>Penicillium ranomafanaense</i>			✓	Aislado de suelo- Madagascar, Ranoma fana (Houbraken <i>et al.</i> , 2014, p. 61).
<i>Penicillium simile</i>		✓		Juegan un papel importante en los problemas respiratorios, tales como las alergias. Aislado de bioaerosoles (aire) (Davalos <i>et al.</i> , 2012, p. 455).
<i>Penicillium swiecickii</i>	✓			Hongo endófito presente en rizoma de Paris polyphylla var. Yunnanen que es una importante planta medicinal de ocho años de edad (aumenta su efectividad a medida que envejece) (Liu, Greenslade y Yang, 2017, p. 8).

<i>Penicillium tabakiarum</i>			✓	<i>Penicillium</i> es un género diverso que se encuentra en todo el mundo y sus especies juegan un papel importante como descomponedores de materiales orgánicos y causan pudriciones destructivas en la industria alimentaria, donde producen una amplia gama de micotoxinas (Visagie <i>et al.</i> , 2014, pp. 344-345).
<i>Penicillium vancouverense</i>			✓	Genera metabolitos (vancouverona B) que causan fitotoxicidad contra especies vegetales como la lechuga Aislado de caracoles marinos hongo parte del microbioma intestinal cumple papel importante en procesos digestivos de invertebrados y vertebrados (Yokoyama <i>et al.</i> , 2020, p. 6).
<i>Penicillium brevicompactum</i>	✓			Al tratar el hongo con inhibidores de HDCA produjo metabolitos fenólicos los cuales exhiben actividades de eliminación de radicales libres y anti proliferativas de células cancerígenas / Aislado de una esponja marina (El-Hawary <i>et al.</i> , 2018, p. 11).
<i>Penicillium copticola</i>	✓			Se aislaron varios compuestos del hongo entre ellos sporogen AO-1 que exhibe actividad antimalárica significativa contra <i>Plasmodium falciparum</i> (protozoo parásito) (Daengrot <i>et al.</i> , 2015, pp. 615-616).
<i>Penicillium crustosum</i>	✓			Metabolitos secundarios producidos por un cultivo mixto entre <i>Penicillium crustosum</i> y <i>Xylaria</i> sp uno de ellos muestra una potente actividad antibacteriana y otro poseía efectos antituberculosos (Yu <i>et al.</i> , 2019, p. 3).
<i>Penicillium donkii</i>			✓	Aislado del suelo arable en Alaska (Amelia, 1973, p. 334).
<i>Penicillium paneum</i>			✓	Uno de los principales hongos causantes del deterioro de productos de panadería (Bernardi <i>et al.</i> , 2019, pp. 60-61).
<i>Penicillium spathulatum</i>	✓			Produce asperfenamato (metabolito secundario) que posee actividad antitumoral y antimicrobiana (Frisvad <i>et al.</i> , 2013, p. 83).
<i>Penicillium coleii</i>	✓			Produce la micotoxina citreoviridina que ha demostrado actividad farmacológica contra los

				tumores pulmonares en humanos (Peterson, Jurjević y Frisvad, 2015, p. 7).
<i>Penicillium tubakianum</i>			✓	Aislado de corteza muerta de <i>Cyathea</i> , Nueva Zelanda (Visagie <i>et al.</i> , 2016, p. 360).
<i>Glutinoglossum exiguum</i>			✓	Aislado de Parque forestal Whiranaki, sendero de la cascada Whiranaki, en terraplén cubierto de musgo húmedo (Hustad y Miller, 2015, p. 10).
<i>Pezicula ericae</i>	✓			Hongo endófito ERMF'S (Ericoid Mycorrhizal Fungi) estos mejoran la competitividad de las plantas hospedantes a nivel de ecosistemas, apoyan al crecimiento de plantas hospedadores absorben nutrientes de suelos ricos en compuestos fenólicos y materia orgánica y los transportan a las plantas hospedantes, lo que favorece su crecimiento en hábitats hostiles (Lin, Ye y Lin, 2019, p. 191).
<i>Pezicula rhizophila</i>			✓	<i>Cryptosporiopsis rhizophila</i> / Aislado de raíces sanas de Ericaceas se considera un hongo endofítico (Verkley <i>et al.</i> , 2003, p. 694).
<i>Glarea lozoyensis</i>	✓			Obtención de neumocandinas en <i>Glarea lozoyensis</i> mediante mutaciónsíntesis / se obtuvo un compuesto la neumocandina I que tiene actividad antifúngica elevada en comparación a los otros compuestos obtenidos (L. Chen <i>et al.</i> , 2016, p. 11).
<i>Rhexocercosporidium panacis</i>		✓		Agente causal de la raíz oxidada del <i>Panax ginseng</i> (ginseng coreano) (Lu <i>et al.</i> , 2020, p. 514).
<i>Spirosphaera floriformis</i>			✓	Aislado de hojas de <i>Betula</i> en descomposición debajo de la superficie de agua de estanque/ las especies de <i>Spirosphaera</i> se conocen de hábitats acuáticos y colonizan una variedad de materiales en descomposición que han caído en estanques o pequeños ríos y arroyos de agua lenta (Zhao, Liu y Wu, 2007, p. 187).
<i>Ramgea ozimecii</i>			✓	Encontrado en grupos sobre excremento de murciélago en zonas oscuras de pozos Kárstico y cuevas (Hyde <i>et al.</i> , 2017, p. 125).
<i>Leohumicola mínima</i>	✓			Hongo coloniza células rizodermales vitales y no vitales de plántulas de <i>Vaccinium</i> / todas las especies de <i>Leohumicola</i> son hongos ErMF

				(ericoid mycorrhizal fungi) cuando están alojados en las células rizodermales del huésped, forman complejos hifas llamados bobinas o bucles que funcionan como sitios de nutrientes intercambio (Baba y Hirose, 2020, pp. 2-5).
<i>Leohumicola verrucosa</i>	✓			Hongo ERM termotolerante importante para el crecimiento de plantas ericáceas incluso en condiciones ambientales favorables y fertilización adecuada (Fadaei <i>et al.</i> , 2021, p. 2).
<i>Geomyces auratus</i>	✓			Produce georatusin (metabolito secundario) que tiene actividades antiparasitarias(específicos) frente <i>Leishmania donovani</i> y <i>Plasmodium falciparum</i> / no tiene actividad antifúngica ni antibacteriana (Shi <i>et al.</i> , 2018, pp. 1563-1564).
<i>Pseudeurotium bakeri</i>	✓			Hongo resistente a suelos contaminados con biodiésel (se requiere de más estudios biotecnológicos)(Babu <i>et al.</i> , 2016). / <i>Pseudeurotium bakeri</i> compuestos antifúngicos los cuales exhiben valores de MIC (Concentración Inhibitoria Mínima) bastante bajos (requiere poca concentración del compuesto antifúngico para impedir su crecimiento) que inhibe el crecimiento de <i>Asteromyces cruciatus</i> (hongo potencialmente dañino para las algas pardas porque degrada el alginato) y <i>Lindra thalassiae</i> (hongo patógeno de plantas marinas y algas pardas que causa la enfermedad de las pasas). Se infiere pueden afectar a otros hongos patógenos, por lo que podrían desarrollarse como agentes de biocontrol (Heo <i>et al.</i> , 2019, pp. 14-17).
<i>Pseudogymnoascus destructans</i>		✓		Hongo que causa el síndrome de la nariz blanca en los murciélagos (Flieger <i>et al.</i> , 2016, pp. 2-5).
<i>Morchella arbutiphila</i>			✓	Registrado exclusivamente bajo <i>Arbutus andrachne</i> , en elevaciones que van entre 800-1400 m. Hongo Xerofilo (Loizides <i>et al.</i> , 2016, p. 39).
<i>Galactomyces pseudocandidus</i>	✓			Ingrediente de la industria cosmética donde se utiliza como agente hidratante. Ayuda a mejorar la barrera de hidratación de la piel, protegiéndola del estrés ambiental (N. G. <i>et al.</i> , 2020, p. 3824).

<i>Geotrichum silvicola</i>	✓			Puede mejorar el sabor de los alimentos y mejorar la frescura de los alimentos (Wang <i>et al.</i> , 2020, p. 5838).
<i>Lipomyces lipofer</i>	✓			El aceite microbiano SCO (Single Cell Oil) se considera como una materia prima prometedora para la producción sostenible de productos químicos y biocombustibles, debido a su composición de ácidos grasos similar a los aceites vegetales que son de uso común en la industria. <i>Lipomyces lipofer</i> es una levadura oleaginosa que puede acumular lípidos en hasta el 70% de su peso seco y utiliza una variedad de monosacáridos y disacáridos que se encuentran en la biomasa lignocelulósica como fuentes de carbono (Dai <i>et al.</i> , 2017, p. 6; Llamas <i>et al.</i> , 2020, p. 4).
<i>Clonostachys divergens</i>			✓	Especie presente en raíces de plántulas de durazno que presentan síntomas de enfermedad de replantación de durazno, está incluida dentro del 1% de hongos causantes de la enfermedad (Yang <i>et al.</i> , 2012, pp. 5-6).
<i>Clonostachys araneorum</i>			✓	Aislado del suelo en Portugal (Spatafora <i>et al.</i> , 2015, p. 6).
<i>Gliomastix polychroma</i>	✓			Productor de fármacos antimicrobianos naturales, podría ayudar a combatir las infecciones resistentes a múltiples fármacos y también proporcionar información de referencia para aplicaciones industriales. (Rao <i>et al.</i> , 2015) / Potencial agente de biocontrol en contra de <i>Villosiclava virens</i> (hongo patógeno que causa falsa oscurecimiento del arroz) (H.C. Yashavantha Rao <i>et al.</i> , 2015, pp. 177-179).
<i>Metapochonia bulbilosa</i>	✓			Patógeno de nemátodos y rotíferos (Gielen <i>et al.</i> , 2021, p. 4).
<i>Metapochonia suchlasporia</i>			✓	Aislado de suelos tropicales, subtropicales y también de zonas templadas (Esteves, Navarrete-maya y Manzanilla-lópez, 2017, p. 4).
<i>Metarhizium carneum</i>	✓			Hongo nematófago eficaz para la reducción de la densidad de población de <i>Globodera rostochiensis</i> (Nemátodo dorado de la papa) causante de graves daños a cultivos de papa

				( <i>Solanum tuberosum</i> ) causando pérdidas de rendimiento en cultivos superiores al 70% (López-Lima <i>et al.</i> , 2020, pp. 637-638).
<i>Paecilomyces hepiali</i>	✓			La diabetes mellitus tipo II afecta a muchas personas en China y el mundo, su complicación de nefritis (Afección por la que se inflama los tejidos del riñón) es la principal causa de muerte de los pacientes. <i>Paecilomyces hepiali</i> contenía varios componentes funcionales, especialmente polisacáridos, que posee buenas actividades farmacológicas. Polisacárido purificado de <i>P. Hepiali</i> poseía propiedades antidiabéticas y nefríticas (Hu <i>et al.</i> , 2020, pp. 3-7).
<i>Trichoderma breve</i>	✓			Agente de biocontrol/ uso de T.breve para el control de nemátodos <i>Meloidogyne enterolobii</i> (nematodo del nudo de la raíz del árbol earpod (Árbol de Guanacaste)) (Lira, 2018, p. 162).
<i>Trichoderma caerulescens</i>			✓	Forma pigmento azul en cultivos de CMD (Dextrosa de harina de maíz)(Jaklitsch, Stadler y Voglmayr, 2012, p. 928).
<i>Trichoderma ceramicum</i>	✓			Capaz de reducir notablemente el crecimiento micelial, esclerogénesis, así como la germinación micelial y carpogénica de los esclerocios / <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> es un patógeno del suelo capaz de atacar más de 400 cultivos y malezas en todo el mundo. (Ojaghian <i>et al.</i> , 2019, pp. 3-5).
<i>Trichoderma fomicicola</i>			✓	Moho oportunista (Bödeker <i>et al.</i> , 2016, p. 1971).
<i>Trichoderma hebeiense</i>	✓			Inhibe a <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (hongo fitopatógeno que causa un gran número de enfermedades en los cultivos). <i>Trichoderma hebeiense</i> tiene la capacidad de producir enzimas o metabolitos que inhiben el crecimiento del patógeno, su antagonismo no fue especialmente fuerte (Chen y Zhuang, 2017, pp. 4-5).
<i>Trichoderma paraviridescens</i>	✓			Produce diversas materias orgánicas, que tienen un alto potencial para mejorar la biodiversidad de hongos en Corea./ juega un papel como descomponedor en ecosistemas de agua dulce(hojarasca) (Goh <i>et al.</i> , 2018, p. 215).

<i>Trichoderma saturnisporopsis</i>			✓	Su origen es del Bosque nativo de Notophagus, Nueva Zelanda, se encuentra en raíces y ramas (Kredics, 2020, p. 69).
<i>Fusicolla ossicola</i>			✓	La especie se recolectó en huesos de animales silvestres de jabalí en Bélgica (Lechat y Rossmann, 2017, p. 227).
<i>Fusarium petersiae</i>			✓	Especie descubierta durante un proyecto de ciencia ciudadana en los Países Bajos (Crous <i>et al.</i> , 2017, p. 457).
<i>Fusarium aethiopicum</i>		✓		Cuatro cepas de <i>Fusarium aethiopicum</i> podrían inducir el tizón de la espiga del trigo (O'Donnell <i>et al.</i> , 2008, p. 1516).
<i>Ilyonectria leucospermi</i>		✓		Especie débilmente patógena en raíces de ginseng (Farh <i>et al.</i> , 2018, pp. 5-6).
<i>Ilyonectria lusitánica</i>		✓		Puede causar BFD (Black Food Disease) de la vid en todo el mundo (Farh <i>et al.</i> , 2018, p. 7).
<i>Ilyonectria protearum</i>		✓		Capaces de causar la pudrición negra de la planta de Proteaceae (Lombard, Bezuidenhout y Crous, 2013, p. 346).
<i>Dactylonectria anthuriicola</i>		✓		Causa pudrición negra de la raíz de aguacate. Patógenos son una amenaza para las nuevas plantaciones, ya que la enfermedad puede pasar desapercibida en árboles de vivero jóvenes, no se desarrollan hasta después de la plantación (Parkinson, Le y Dann, 2019, pp. 1873-1874).
<i>Dactylonectria ecuadoriensis</i>		✓		Especie patógena asociada con raíces enfermas de oliva (Bennett y Thines, 2019, p. 67).
<i>Dactylonectria estremocensis</i>		✓		Presente en complejo de <i>Dactylonectria</i> en especies de maleza asintomáticas que crecen en viveros de campo de propagación y viñedos (Gramaje <i>et al.</i> , 2020, pp. 2-3).
<i>Neonectria shemongjiana</i>			✓	Las especies de <i>Neonectria</i> son comunes en las regiones tropicales y templadas. Por lo general, se encuentran en la corteza de plantas leñosas recientemente muertas y, a veces, en material herbáceo en descomposición (Chaverri <i>et al.</i> , 2011, p. 11).
<i>Paracremonium inflatum</i>		✓		Especie asociada con infecciones humanas, especie aislada de una lesión granulomatosa en un sujeto humano en la India (Al-Bedak, 2019, pp. 220-221).

<i>Drechmeria zeospora</i>		✓		<i>Drechmeria</i> incluye varios hongos patógenos nematodos, no hay información sobre la especie <i>zeospora</i> (Spatafora <i>et al.</i> , 2015, p. 357).
<i>Ophiocordyceps macroacicularis</i>		✓		<i>Ophiocordyceps</i> es un género heterogéneo y rico en especies del orden Hypocreales, que incluye taxones patógenos de invertebrados. / <i>Ophiocordyceps macroacicularis</i> se registra por primera vez en Tailandia (Luangsa-ard <i>et al.</i> , 2018, p. 137).
<i>Paramyrothecium tellicola</i>			✓	Aislado del suelo, Turquía, Canakkale-Enzine (Lombard <i>et al.</i> , 2016, p. 52).
<i>Xepicula jollymannii</i>			✓	Aislado de la rama de Clerodendrom inerme en la India, en la hoja seca de <i>Nicotiana tabacum</i> en Malawi (Lombard <i>et al.</i> , 2016, p. 78).
<i>Pithoascus platysporus</i>			✓	Aislado de suelo agrícola (Sandoval-Denis <i>et al.</i> , 2016, p. 162).
<i>Plectosphaerella niemeijerarum</i>		✓		<i>Plectosphaerella spp.</i> reconocido como un nuevo grupo de patógenos transmitidos por el suelo de varios cultivos hortícolas en Italia (Raimondo y Carlucci, 2018, pp. 284-285).
<i>Coniochaeta africana</i>		✓		Aislada de madera necrótica de árboles frutales de hueso, forma lesiones significativas en brotes de durazno (Van Der Merwe, 2019, pp. 13-14).
<i>Coniochaeta baysunika</i>			✓	Hongo saprobio en tronco y ramas de <i>Rosa sp.</i> (Wanasinghe <i>et al.</i> , 2018, p. 219).
<i>Coniochaeta cipronana</i>	✓			Posee una importante actividad celulítica, es decir la capacidad de hidrolizar celulosa, que se transforma en glucosa, que por fermentación se convierte en combustible (etanol) o en productos químicos. (Bajpai, 2017, pp. 251-252).
<i>Coniochaeta canina</i>			✓	Los miembros del género <i>Coniochaeta</i> son habitantes comunes de ambientes secos, como suelos de valles secos o pastizales secos y pueden tolerar niveles bajos de humedad (Torres-Andrade, 2017, p. 54).
<i>Cladorrhinum foecundissimum</i>	✓			Potencial como agentes de control biológico contra importantes fitopatógenos fúngicos / Es un componente representativo del grupo ecofisiológico “hongos amoniacales”. La capacidad de estos hongos para utilizar

				aminoácidos como fuente de C podría ser indicativa de su posible papel en los procesos de amonificación a nivel de la rizosfera (Barrera <i>et al.</i> , 2019, pp. 2-4).
<i>Humicola fuscoatra</i>	✓			Se ha demostrado que produce los metabolitos antifúngicos monorden, monocilina IV, cerebrósidos, así como fuscocontrol A, 11-epiterpestacina y ácido -nitropropiónico (Wicklow <i>et al.</i> 1998). Por lo tanto, es una especie prometedora con un reservorio de metabolitos secundarios de importancia medicinal e industrial. Es una fuente de moléculas de plomo, antraquinona (usado para combatir psoriasis) y derivados de antranol (usado en dermatología para aliviar hiperplasia epidérmica- crecimiento anormal de células de la piel) (Hosseyini Moghaddam <i>et al.</i> , 2020, pp. 4-8).
<i>Humicola cuyabenoensis</i>			✓	Aislado de bosque lluvioso, Ecuador, provincia de Sucumbíos, reserva de producción faunística cuyabeno (Wang <i>et al.</i> , 2019, p. 16).
<i>Humicola nigrescens</i>	✓			<i>Humicola nigrescens</i> mejoró el valor nutricional del trigo y el gramo harina debido al aumento del contenido de fosfato inorgánico y proteínas solubles (Jain <i>et al.</i> , 2018, pp. 7-8).
<i>Botryotrichum spirotrichum</i>			✓	Especie asexual, no hay información específica sobre este hongo (Wang <i>et al.</i> , 2019, p. 150).
<i>Zopfiella marina</i>	✓			Agente antifúngico zofimarina en el caldo de cultivo de <i>Zopfiella marina</i> . La zofimarina es un derivado de la sordarina, y las sordarinas son una clase deseada de agentes antifúngicos porque inhiben selectivamente las proteínas fúngicas (Giddings y Newman, 2019, pp. 9-13).
<i>Neurospora tetraspora</i>			✓	Se encontró en el estiércol de la perdiz blanca, caballo, conejo y, vaca, además fue uno de los ascomicetes aislados más frecuentes de la madera podrida en los bosques de Albert Noroeste (Erazo Sandoval, Manzano Ocaña y Patiño Castillo, 2020, p. 320).
<i>Ramphialophora húmica</i>			✓	Aislado de una muestra de suelo recogida en Ronda (España)(Madrid <i>et al.</i> , 2010, p. 206).

<i>Myrmecridium phragmitis</i>		✓		Patógeno de Gramíneas, puede causar retroalimentación negativa con las especies de césped que crecen en el suelo (Emilia Hannula <i>et al.</i> , 2019, p. 9).
<i>Bartalinia robillardoides</i>	✓			De <i>B. robillardoides</i> se estudian tres compuestos, cloroazafilonas denominadas heliculina E, isocromofilona X e isocromofilona XI, que expresan actividad antimicrobiana contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus lentus</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> y <i>Septoriahit tritoriahit</i> , y también inhiben la PDE4 (Fosfodiesterasa 4) / Produce taxol, un medicamento contra el cáncer (Nguyen <i>et al.</i> , 2019, pp. 3-5).
<i>Pestalotiopsis arceuthobii</i>	✓			Se presentan comúnmente como endófitos en hojas, saprobios en hojas muertas o patógenos humanos y animales. Algunas especies de <i>Pestalotiopsis</i> pueden degradar plásticos. Los endófitos pestaloides producen compuestos químicos, que se utilizan en aplicaciones terapéuticas y agricultura (Senanayake, 2020, pp. 516-517).
<i>Hyalotiella spartii</i>			✓	Sustrato de <i>Hyalotiella spartii</i> <i>Spartium junceum</i> , Italia (Liu <i>et al.</i> , 2019, p. 11).
<i>Truncatella angustata</i>		✓		Causa mancha foliar en Rosa canina, cancro y muerte regresiva de ramitas en arándanos ( <i>Vaccinium spp.</i> ) y pudrición del fruto del olivo ( <i>Olea europaea</i> ) (Arzanlou, 2012). Causa la pudrición postcosecha en Manzanas “Topacio” en los Países Bajos(Wenneker, 2019, p. 40). Planta medicinal <i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> con abundantes saponinas mejora los niveles activos a medida que envejece. La diversidad de hongos en rizomas de <i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> se altera a medida que las plantas envejecen. <i>Truncatella angustata</i> encontrada solo en las plantas mas viejas con 8 años de edad (Liu, Greenslade y Yang, 2017, pp. 8-10).
<i>Morchella arbutiphila</i>	✓			La morcella, Morillas verdaderas ( <i>Morchella spp.</i> , <i>Filo Ascomycota</i> ) son populares en todo el

				mundo y recopilados por ambos entusiastas de los hongos y especialistas en alimentos debido a su sabor y rareza culinarios únicos (Du <i>et al.</i> , 2019, p. 857).
<i>Suillus brunnescens</i>	✓			Son ecológicamente importantes y son vitales socios subterráneos para muchas especies de <i>Pinaceae</i> (Zhang, 2018, p. 17).
<i>Rhizopogon graveolens</i>	✓			Hongo ectomicorrízico cruciales en el funcionamiento de la mayoría de los ecosistemas forestales. Una mayor comprensión de la simbiosis ECM (Ectomicorriza) ha dado lugar a numerosos avances en la protección del medio ambiente y la silvicultura (Rudawska <i>et al.</i> , 2018, p. 25).
<i>Filobasidium magnum</i>		✓		Está ampliamente extendido en el medio ambiente, se informa como colonizador de la cavidad nasal de pacientes pediátricos sufriendo de cáncer y como causa de vulvovaginitis, existen casos de infecciones hacia animales (Aboutalebian <i>et al.</i> , 2020, p. 570).
<i>Solicoccozyma terrea</i>	✓			Síntesis de ácido indol-3-acético (IAA), es la fitohormona más común que se presenta en plantas. Tiene gran importancia para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la mayoría a menudo en combinación con otras fitohormonas como citoquinina o giberelina (Yurkov, 2018, p. 370; Vitanović <i>et al.</i> , 2019, p. 390).
<i>Solicoccozyma terrícola</i>	✓			Síntesis de ácido indol-3-acético es la principal hormona vegetal presente en las plantas. Controla diversos procesos fisiológicos como la elongación y división celular, la diferenciación de tejidos y las respuestas a la luz y la gravedad (Yurkov, 2018, p. 376).
<i>Holtermanniella nyarrowii</i>			✓	Recogido originalmente de la Antártica (Wuczkowski <i>et al.</i> , 2011, p. 683).
<i>Saltozyma podzolica</i>		✓		Patógeno de plantas (Bell <i>et al.</i> , 2019, pp. 19-20). Se correlaciona positivamente con la presencia de aluminio (Erazo Sandoval, Manzano Ocaña y Patiño Castillo, 2020, p. 320).

<i>Apiotrichum dulcitum</i>	✓			Se puede emplear en la degradación del fenol (contaminantes introducidos en los ecosistemas, que representan un alto riesgo para estos y los organismos que habitan dichos ambientes incluido el hombre) a bajas temperaturas, en la desintoxicación de ambientes contaminados(Vadkertiová <i>et al.</i> , 2019, p. 620; Arastehfar <i>et al.</i> , 2021, p. 5).
<i>Apiotrichum lignícola</i>			✓	El género <i>Apiotrichum</i> es un componente común de bosques, pastizales, y suelos de pradera (Cavello <i>et al.</i> , 2019, p. 852).
<i>Apiotrichum wieringae</i>			✓	Puede asimilar ciertos componentes aromáticos como: orcinol, Phloroglucinol Gallate, 4-Hydroxyphenylacetate, L-Phenylalanine, puede asimilar también 4-Hydroxyproline (aminoácido no esencial constituyente de proteínas)(Middelhoven, 2004, p. 334; James <i>et al.</i> , 2016, p. 5050).
<i>Sakaguchia lamellibrachiae</i>			✓	Hongo aislado del agua en Tailandia (Nagahama <i>et al.</i> , 2001, p. 318; Libkind, Sampaio y Van Broock, 2010, p. 2254).
<i>Sakaguchia meli</i>			✓	Aislado en el agua de deshielo glacial, presente en poca cantidad por lo que se asume que este no es su hábitat original (Libkind, Sampaio y Van Broock, 2010, p. 2255).
<i>Mortierella amoeboidea</i>	✓			Aplicaciones biotecnológicas/ Aislados de este hongo presentaron actividad herbicida moderada (Gomes <i>et al.</i> , 2018, p. 1943).
<i>Mortierella calciphila</i>			✓	Aislado originalmente de Polonia (Li <i>et al.</i> , 2016, p. 46).
<i>Mortierella fimbricystis</i>			✓	Aislado de Patagonia Sur, Puerto Edwards cerca del Canal Beagle, Argentina (Ding <i>et al.</i> , 2016, p. 429).
<i>Mortierella gamsii</i>	✓			Se encontraron en raíces de <i>Fragaria vesca</i> que crecen en Essex en Reino Unido, promotor del crecimiento vegetal(Tiunov y Scheu, 2000, pp. 18-21; Yadav <i>et al.</i> , 2015a, p. 210).
<i>Mortierella globalpina</i>	✓			Este hongo mostró tener la capacidad de movilizar P en formas insolubles, como el Insoluble Tricalcium Phosphate (TCP) como

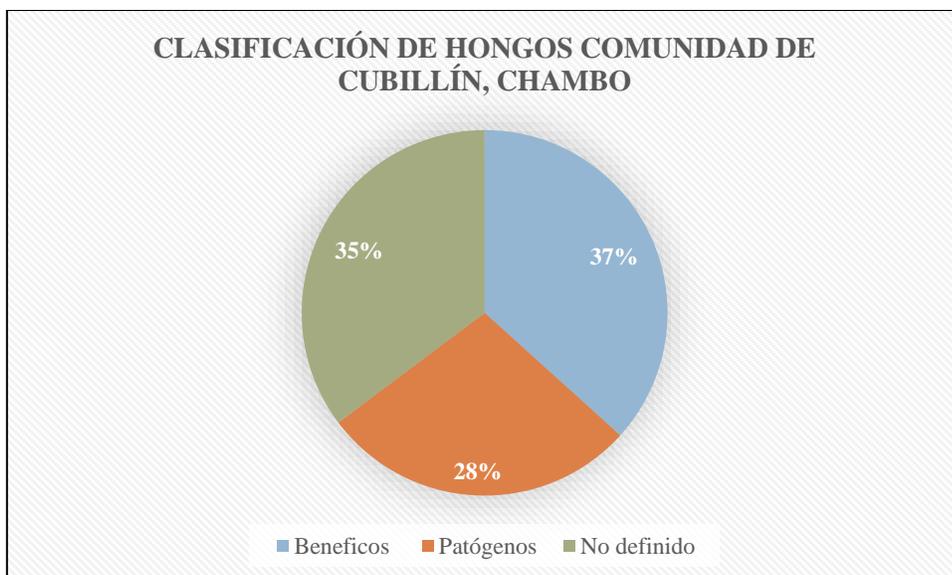
				única fuente de P(DiLegge, Manter y Vivanco, 2019, p. 5; Ozimek y Hanaka, 2021, p. 7).
<i>Mortierella globulifera</i>	✓			Pudo crecer en medios de agar que contenían aspirina y demostró ser un débil productor de ARA (Ácido Araquidónico), que se utiliza en medicina, farmacología, cosmética, industria alimentaria y agricultura.(Turner, 1956, p. 291; Grantina-Ievina <i>et al.</i> , 2014, pp. 17-18).
<i>Mortierella hortícola</i>	✓			Hongo encontrado en el suelo de pasto que muestra una fuerte actividad quitinolítica (permite degradar la estructura de la pared celular de hongos fitopatógenos y exoesqueletos de insectos considerados como plagas en la agricultura), lo que contribuye a la disminución de la aplicación de productos químicos (Vadivelan y Venkateswaran, 2014, p. 22).
<i>Mortierella humilis</i>	✓			Hongo con la capacidad de descomponer restos vegetales, estudio realizado sobre la degradación de la celulosa en la paja de centeno(Vadivelan y Venkateswaran, 2014, p. 33; Yadav <i>et al.</i> , 2015b, p. 215).
<i>Mortierella minutissima</i>	✓			Posee una elevada actividad amilolítica, además de su acción quitinolítica(Tiunov y Scheu, 2000, p. 22; Ozimek y Hanaka, 2021, p. 10).
<i>Mortierella rishikeshia</i>			✓	Tiende a ser abundante en la rizosfera y en el suelo a granel(Wagner <i>et al.</i> , 2013, pp. 79-80; Schlatter <i>et al.</i> , 2020, p. 5).
<i>Mortierella schmuckeri</i>			✓	Se encuentra en regiones de Madhya Pradesh y Uttar Pradesh, India (Wagner <i>et al.</i> , 2013, p. 83).
<i>Mortierella sclerotiella</i>			✓	Encntrado en Ucrania Cibodas, Indonesia (Udagawa y Cain, 1969, p. 1940).
<i>Mortierella zychnae</i>	✓			Podría ser un productor potencial de ácido araquidónico, hacen falta más estudios en diferentes condiciones de cultivo (Yadav <i>et al.</i> , 2015b, p. 216).
<i>Mucor laxorrhizus</i>			✓	Es un hongo saprobo de Mucorales. Este cultivo fue aislado de madera podrida de un arroyo en St Arnaud, Nueva Zelanda (Grey <i>et al.</i> , 2021, p. 3).
<i>Mucor moelleri</i>	✓			El triptofol, un análogo del indol-3-etanol, es producido por <i>Mucor moelleri</i> que actúa como una sustancia promotora del crecimiento y

			estimula el crecimiento rizomorfo de <i>Armillaria ostoyae</i> (Nguyen <i>et al.</i> , 2019, p. 466; Kedves <i>et al.</i> , 2021, p. 55).
<i>Mucor racemosus</i>	✓		Es posible emplearlo como biomarcador de riesgo cardiovascular, ciertos componentes del género <i>Mucor</i> que produce sustancias como el ácido gamma-linolénico, un ácido graso poliinsaturado con propiedades antiaterogénicas que previene la obstrucción de las arterias (ELTIEMPO, sin fecha)/ Se ha demostrado que este hongo puede degradar los HAP(Hidrocarburo Aromático Policíclico), pueden metabolizar entre 50% y 90% de pireno y benzopireno(Atagana, Ejechi y Ayilumo, 1999, pp. 405-406; Alves <i>et al.</i> , 2005, p. 499; Dell' Anno <i>et al.</i> , 2021, pp. 7-8).
<i>Umbelopsis angularis</i>		✓	El análisis de un fragmento de <i>Umbelopsis angularis</i> puede contener una secuencia RdRp (gen del organismo Dengue virus 1) (Kartali <i>et al.</i> , 2019).

**Realizado por:** Córdova, Lesly, 2021, (GIDAC).

### 3.1.1.1. Clasificación de hongos Comunidad de Cubillín, Chambo

Se identificó 139 hongos en las muestras de suelo, los cuales un 37% tenían características benéficas, un 28% presentaron un comportamiento patógeno y 35% no fue definido, con un alto potencial para ser investigado.



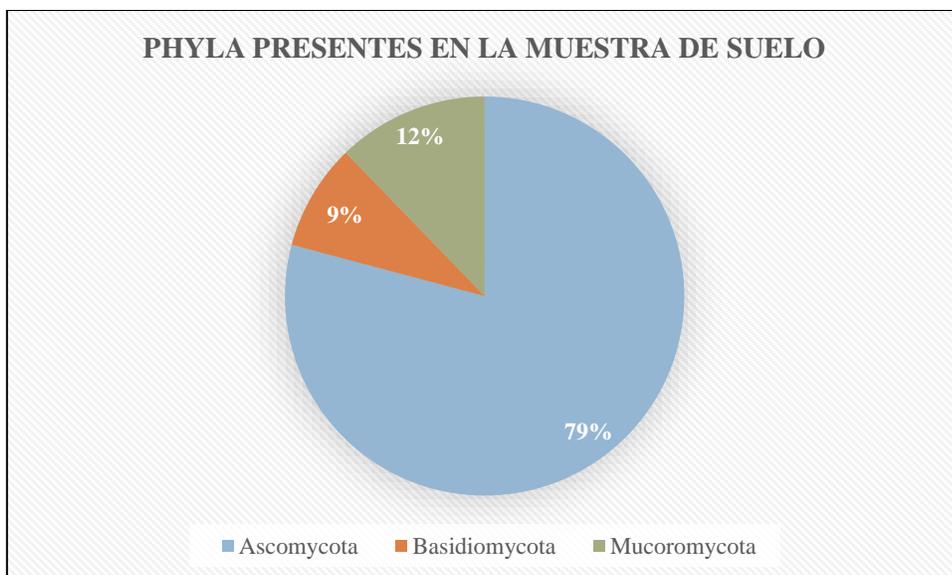
**Gráfico 3-3:** Clasificación de hongos Comunidad de Cubillín, Chambo

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

En la presente investigación se encontraron algunos géneros con funciones importantes en las diferentes comunidades de microorganismos sean estos comensales, simbióticos o patógenos. Por ejemplo: *Mortierella globalpina* puede transformar fósforo de una forma insoluble a una soluble que puede ser utilizada directamente por las plantas, desempeñando un papel importante en hábitats silvestres. *Cladosporium* es otro género frecuentemente aislado de suelo que está muy extendido en la naturaleza y se puede encontrar en la capa superficial del suelo; sin embargo, puede utilizar materia orgánica que se encuentra más profundamente. *Ilyonectria* es un género comúnmente asociado con enfermedades de las raíces de las plantas al infectar los tejidos vasculares de la raíz que restringen el movimiento de agua y nutrientes. Todos estos datos enfatizan la complejidad de la ecología del suelo y la necesidad de más investigación dirigida a comprender el papel clave de estos géneros en la rizosfera y las comunidades asociadas a las plantas

#### 3.1.1.2. Análisis metagenómico

A partir de los resultados del análisis metagenómico de las muestras de suelo se determinó que la comunidad fúngica más abundante es el phylum Ascomycota con el 79%, seguido por Mucoromycota con el 12% y finalmente el 9% correspondiente a Basidiomycota.

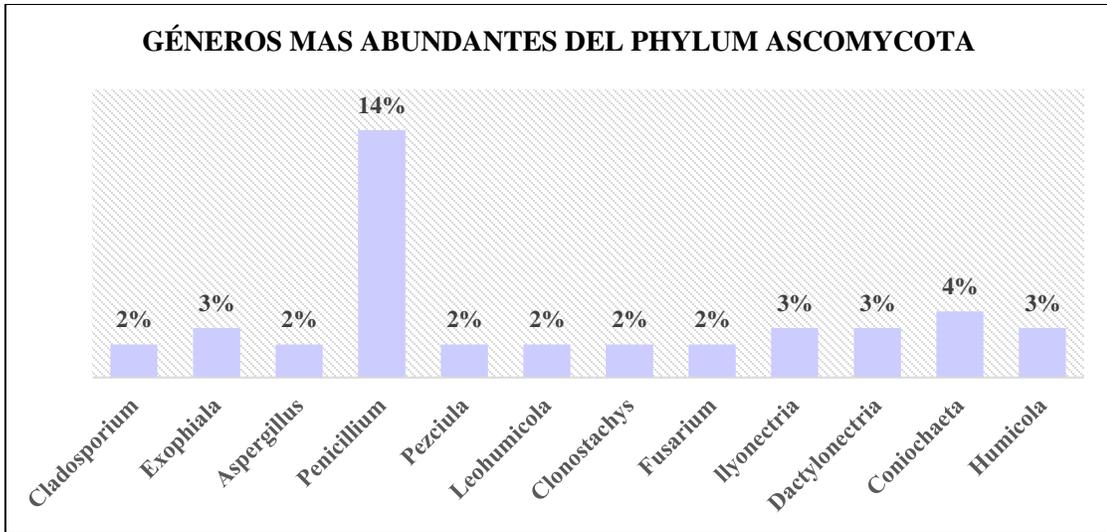


**Gráfico 4-3:** Phyla presentes en la muestra de suelo

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

El phylum Ascomycota está representada en la presente investigación con un total de 110 géneros cada uno con sus especies, siendo el más representativo el género *Penicillium* con 15 especies, *Penicillium* spp. son hongos comunes del suelo considerados como "organismos clave" involucrados en el ciclo del fósforo del suelo debido a su capacidad para solubilizar el fósforo inorgánico mediante la producción de ácidos orgánicos. Algunas cepas de *Penicillium* elite se utilizan como inoculantes biofertilizantes en la agricultura para mejorar la nutrición del P de los cultivos y aumentar el rendimiento, aunque con una eficacia variada.

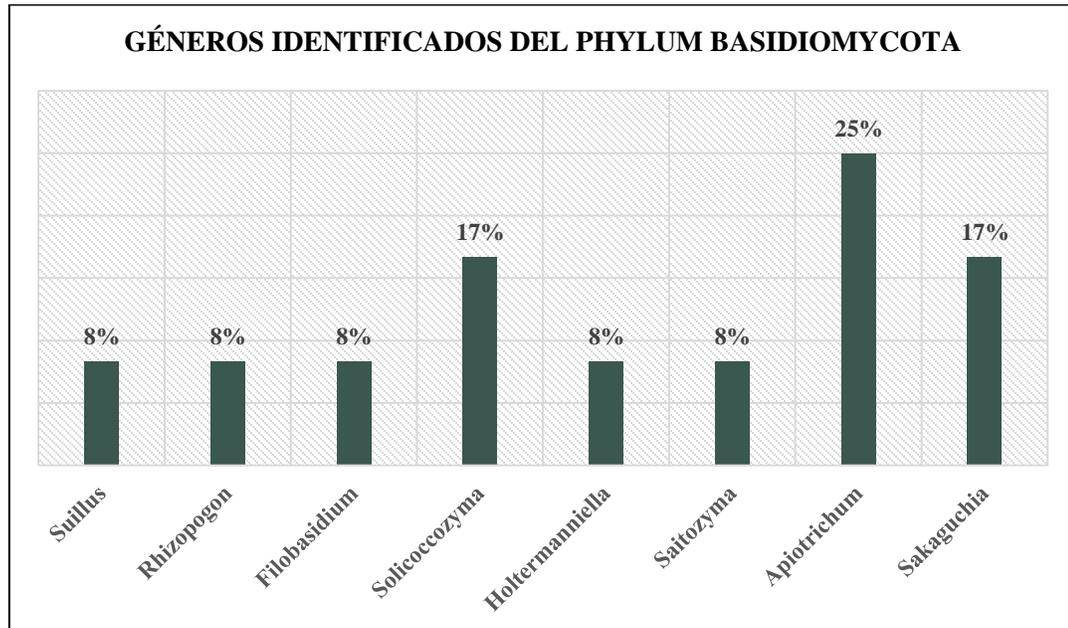
Una de las causas analizadas por Gastélum (2013, pp. 8–11), en donde el phylum Ascomycota es el más abundante en las muestras analizadas es que la familia Ericaceae, es porque forma en su mayoría micorriza ericoide, es decir asociaciones entre plantas breznales (altos niveles de carbono, nitrógeno, bajo pH) y hongos con habilidades saprobias capaces de asimilar las formas complejas del nitrógeno y fósforo. Estos hongos son pertenecientes al phylum Ascomycota. Otra de las posibles razones mencionada por Torres (2020, pp. 33–35), a lo cual Ascomycota se encuentra en mayor proporción es porque representa el phylum de hongos más grande, diverso y es particularmente importante a causa de que algunos de sus miembros producen enfermedades en especies de *Vaccinium*.



**Gráfico 5-3:** Géneros más abundantes del Phylum Ascomycota.

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

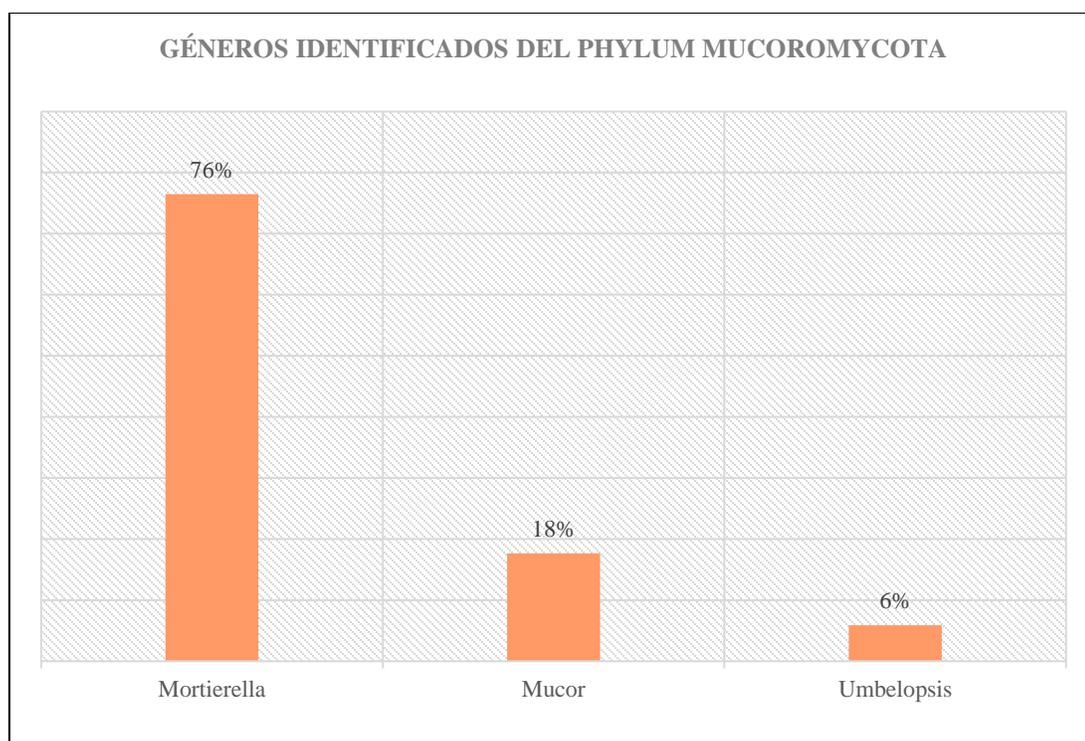
El phylum Basidiomycota se ve representada por 12 géneros y especies, siendo el más abundante es el género *Apiotrichum* con 3 especies, comprende organismos que descomponen residuos vegetales y hongos ectomicorrízicos. Estos hongos descomponen la materia orgánica leñosa dura para convertirla en dióxido de carbono, ácidos orgánicos y biomasa fúngica que podría ser utilizada por las plantas. Los hongos ectomicorrízicos colonizan las raíces de las plantas y las ayudan a obtener nutrientes del suelo, como el fósforo (P).



**Gráfico 6-3:** Géneros Identificados del Phylum Basidiomycota

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

De todas las especies fúngicas existentes solo el 5% ha sido registrado y descrito. Mortierelliales es uno de los órdenes más abundantes y diversos presentes en el suelo, se encuentran alrededor de 100 especies descritas en 13 géneros de la familia Mortierellaceae, dentro de estos está el género *Mortierella*. En el presente trabajo se encontraron para la familia Mucoromycota un total de 17 géneros con sus respectivas especies, siendo la más numerosa el género *Mortierella* con 13 especies las cuales en su mayoría producen ácidos poliinsaturados, debido a que toman el azúcar y otras fuentes de carbono y lo transforman en lípidos, bajo cualquier condición de fermentación (Yadav *et al.*, 2015b, p. 23). Estudios han demostrado que especies de *Mortierella* pueden acumular ciertos compuestos como ácido araquidónico gamma-linolénico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico en el micelio, sustancias que han demostrado que pueden mejorar la resistencia de plantas a ciertos fitopatógenos lo cual resulta de mucha importancia agrícola. El ácido araquidónico almacenado por estos microorganismos son empleados también como suplementos alimenticios, o fármacos que mejoran la respuesta inmunológica, es por ello que *Mortierella* es uno de los géneros con importancia tecnológica (Mares-Ponce de León *et al.*, 2017, p. 11).



**Gráfico 7-3:** Géneros identificados del Phylum Mucoromycota

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

### 3.1.1.3. Potenciales usos agrícolas, biotecnológicos y medicina

Los suelos de páramo son considerados bancos genéticos, porque guardan en su estructura una enorme cantidad de microorganismos, muchos de estos con características tanto patógenas como benéficas hacia el hombre y la naturaleza.

En este estudio los hongos que se enfocan y brindan beneficios al campo agrícola son los hongos micorrízicos ericoides ERMF por sus siglas en inglés Ericoid Mycorrhizal Fungi. El hongo *Leohumicola mínima* coloniza células rizodermales vitales en plántulas de *Vaccinium* spp ayudando a que esta obtenga humedad y nutrientes adicionales (Baba y Hirose, 2020, p. 9), esto es, relevante porque aportan a la absorción de fósforo, nutriente esencial para el normal funcionamiento de la planta. *Leohumicola verrucosa* es fundamental en el crecimiento de plantas ericáceas incluso en condiciones ambientales desfavorables (Fadaei *et al.*, 2021, p. 2). Estos hongos micorrízicos pueden contribuir a resistir infecciones causados por otros hongos además de bacterias, es decir que al estar la planta bien nutrida esta es más resistente y es más sana por lo que combate al invasor. Finalmente se tiene que además ayudan a la planta a resistir la infección por otros hongos e incluso bacterias; esto puede deberse a que la planta, al estar mejor nutrida, es más sana y tiene mejor resistencia al invasor.

Algunos organismos ayudan a mejorar el rendimiento de la planta o el ambiente en el que se hospedan como el hongo endófito *Penicillium swiecickii* aumenta la efectividad de la planta medicinal *Paris polyphylla* var. *Yamanen* (Liu, Greenslade y Yang, 2017, p. 8).; *Rhizopogon graveolens* hongo ectomicorrizo crucial en el funcionamiento de ecosistemas forestales (Rudawska *et al.*, 2018, p. 25).; *Solicoccozyma terrea* y *Solicoccozyma terrícola* sintetizan indol-3-acético sustancia importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Yurkov, 2018, p. 376), es el caso también de *Mucor moelleri* que produce triptofol compuesto análogo a indol-3-acético (Kedves *et al.*, 2021, p. 55).

Una gran parte producen metabolitos secundarios muy efectivos en contra de plagas como es el caso de *Trichoderma ceramicum* y *Trichoderma hebeiense* que producen enzimas que inhiben el crecimiento de *Sclerotinia Sclerotium* patógeno de suelo capaz de atacar más de 400 cultivos en todo el mundo (Ojaghian *et al.*, 2019, pp. 3-5). *Pseudeurotium bakeri* es un hongo que genera ciertos compuestos antifúngicos que impiden el crecimiento de *Asteromyces cruciatus* y *Lindra thalassiae* patógenos de algas pardas (Heo *et al.*, 2019, pp. 14-17). *Metarhizium carneum* efectivo nematófago eficaz en la reducción de *Globodera rostochiensis* nemátodo que causa graves daños a cultivos de papa registrándose pérdidas de rendimiento superiores al 70% (López-Lima *et al.*, 2020, pp. 637-638). *Trichoderma breve* es un agente de biocontrol de *Meloidogyne enterolobii* nemátodo que causa clorosis, atrofia de las plantas hospedantes (Lira, 2018, p. 162).

En la industria alimenticia muchos especialistas culinarios recopilan a *Morchella arbutiphila* por su sabor y rareza culinaria única (Du *et al.*, 2019, p. 857); *Geotrichum silvícola* mejora el sabor de los alimentos (Wang *et al.*, 2020, p. 5838); finalmente *Humicola nigrescens* mejora el valor nutricional del trigo y la harina de grano por el aumento de fósforo inorgánico y proteínas solubles (Jain *et al.*, 2018, pp. 7-8).

Otra de las aplicaciones de estos hongos va dirigida a la industria biotecnológica ya que favorecen a la disminución de la contaminación ambiental como *Apiotrichium dulcitum* que puede ayudar a la degradación del fenol, un contaminante presente en los ecosistemas (Arastehfar *et al.*, 2021, p. 5)., *Pestalotiopsis arceuthobii* pueden degradar plásticos para producir compuestos químicos que se puedan emplear en la agricultura o con finalidades terapéuticas (Senanayake, 2020, pp. 516-517); *Mucor racemosus* puede degradar Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y a su vez metabolizar entre el 50% - 90% de pireno y benzopireno (Dell' Anno *et al.*, 2021, pp. 7-8)., contribuyen a mejorar los parámetros de producción para ser más eficientes todos sus procesos, *Penicillium godlewskii* puede producir produce proteasas alcalinas para la fabricación de detergente industrial (Sharma *et al.*, 2017, pp. 6-7). *Galactomyces pseudocandidus* se usa como ingrediente de la industria cosmética (N. G. *et al.*, 2020, p. 3824).

También se pueden emplear en la producción de biocombustibles como alternativa al uso de combustibles fósiles *Lipomyces lipofer* es una levadura que puede acumular lípidos hasta 70% de su peso representa su uso potencial como materia prima en la producción de químicos y biocombustibles (Dai *et al.*, 2017, p. 4); *Coniochaeta cipronana* posee capacidad de transformar glucosa, mediante fermentación convirtiéndose en etanol (Bajpai, 2017, pp. 251-252). Entre otras áreas *Humicola fuscoatra* produce metabolitos antifúngicos, fuente de moléculas de plomo, antraquinona y derivados de antranol usados en tratamientos dérmicos (Hosseyini Moghaddam *et al.*, 2020, pp. 4-8).

Los hongos son benéficos para la aplicación médica porque todos o en su mayoría producen metabolitos secundarios con propiedades antibióticas, nefríticas, antioxidantes, inhibidoras de enzimas, etc., para mejorar la calidad de vida de las personas o ayudar ciertas condiciones médicas importantes, como es el caso de *Paraphaespophacteria neglecta*, hongo endófito que produce macrólidos (antibióticos), xantenos empleados como fungicidas (Li *et al.*, 2017, pp. 1-3); *Apergillius striatus*, produce asperthecin (pigmento biológico), astellolide (presenta actividad antimicrobiana, antiinflamatoria y antitumoral), asteltoxin (actividades antivirales), austinol (meroterpenoide que poseen propiedades antimicrobianas, citotóxicas, antioxidantes, antiinflamatorias, antivirales, inhibidoras de enzimas e inmunosupresoras), etc., (A. J. Chen *et al.*, 2016, p. 43).

*Penicillium brevicompactum* genera metabolitos fenólicos con actividades de eliminación de radicales libres y anti-proliferativas de células cancerígenas (El-Hawary *et al.*, 2018, p. 11); *Penicillium*

*copticola*, produce el compuesto sporogen que exhibe actividad antimalárica significativa contra *Plasmodium falsiparum* (Daengrot *et al.*, 2015, pp. 615-616), al igual que *Geomyces auratus* que tienen actividad frente a *Leishmania donovani* (afecta a células del bazo, hígado y médula ósea) y *Plasmodium falsiparum* (Shi *et al.*, 2018, pp. 1563-1564); *Penicillium crustosum*, posee una potente actividad antibacteriana y antituberculosis (Yu *et al.*, 2019, p. 3); *Penicillium spathulatum* produce asperfenamato que posee actividad antitumoral y antimicrobiana (Frisvad *et al.*, 2013, p. 83). *Penicillium colei* produce citreoviridina una micotoxina con actividad farmacológica contra tumores pulmonares (Peterson, Jurjević y Frisvad, 2015, p. 7); *Gliomastix polychroma* productor de fármacos antimicrobianos puede ayudar a combatir infecciones resistentes a múltiples fármacos (Mechanisms, 2016, pp. 177-179); *Paecilomyces hepiali* produce polisacáridos que posee propiedades antidiabéticas y nefríticas que ayudan en el tratamiento para la diabetes mellitus II disminuyendo complicaciones como la nefritis (Hu *et al.*, 2020, pp. 3-7); *Bartalinia robillardoides* posee compuestos que expresan actividades antimicrobianas además de taxol medicamento usado en el tratamiento del cáncer (quimioterapia) (Nguyen *et al.*, 2019, pp. 3-5).

**Tabla 3-3:** Potenciales usos agrícolas biotecnológicos y medicina

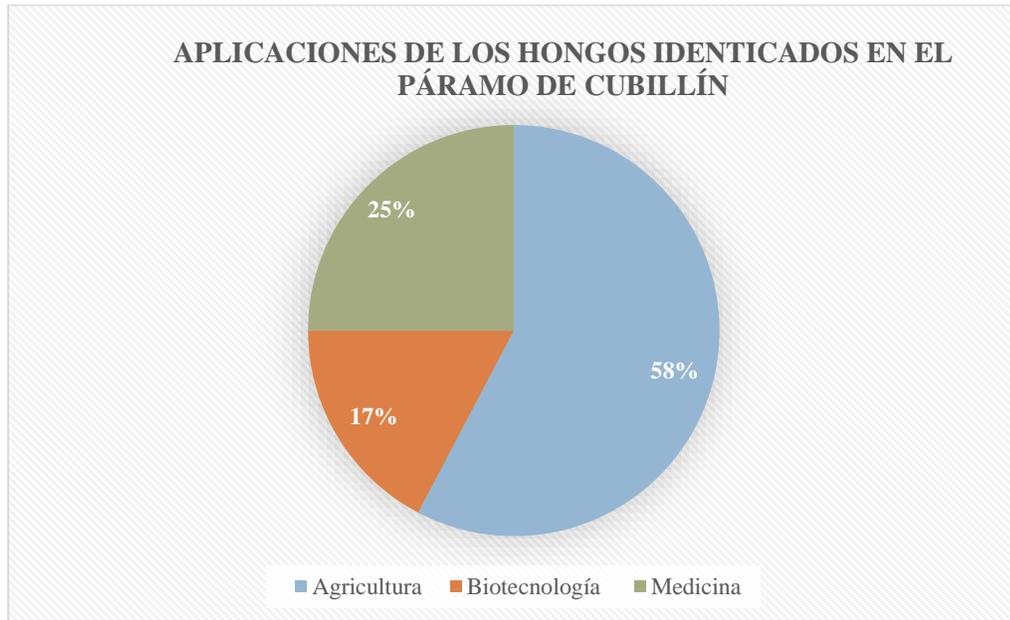
Nº	Especie	Agricultura	Biotecnología	Medicina
1	<i>Antennariella placitae</i>	x		
2	<i>Paracamarosporium hawaiiense</i>	x		
3	<i>Paraphaespohaeria neglecta</i>			x
4	<i>Aspergillus striatus</i>			x
5	<i>Penicillium godlewskii</i>		x	
6	<i>Penicillium swiecickii</i>	x		
7	<i>Penicillium brevicompactum</i>			x
8	<i>Penicillium copticola</i>			x
9	<i>Penicillium crustosum</i>			x
10	<i>Penicillium spathulatum</i>			x
11	<i>Penicillium colei</i>			x
12	<i>Pezicula ericae</i>	x		
13	<i>Glarea lozovenis</i>	x		
14	<i>Leohumicola minima</i>	x		
15	<i>Leohumicola verrucosa</i>	x		
16	<i>Geomyces auratus</i>			x
17	<i>Pseudeurotium bakeri</i>	x		

18	<i>Galactomyces pseudocandidus</i>		x	
19	<i>Geotrichum silvicola</i>	x		
20	<i>Lipomyces lipofer</i>		x	
21	<i>Gliomastix polychroma</i>			x
22	<i>Metapochonia bulbillosa</i>	x		
23	<i>Metarhizium carneum</i>	x		
24	<i>Paecilomyces hepiali</i>			x
25	<i>Trichoderma breve</i>	x		
26	<i>Trichoderma ceramicum</i>	x		
27	<i>Trichoderma hebeiense</i>	x		
28	<i>Trichoderma paraviridescens</i>	x		
29	<i>Coniochaeta cipronana</i>		x	
30	<i>Cladorrhinum foecundissimum</i>	x		
31	<i>Humicola fuscoatra</i>			x
32	<i>Humicola nigrescens</i>	x		
33	<i>Zopfiella marina</i>		x	
34	<i>Bartalinia robillardoides</i>			x
35	<i>Pestalotiopsis arceuthobii</i>		x	
36	<i>Truncatella angustata</i>	x		
37	<i>Morchella arbutiphila</i>	x		
38	<i>Suillus brunnescens</i>	x		
39	<i>Rhizopogon graveolens</i>	x		
40	<i>Solicoccozyma terrea</i>	x		
41	<i>Solicoccozyma terricola</i>	x		
42	<i>Apiotrichum dulciturum</i>		x	
43	<i>Mortierella amoeboides</i>		x	
44	<i>Mortierella gamsii</i>	x		
45	<i>Mortierella globalpina</i>	x		
46	<i>Mortierella globulifera</i>	x		
47	<i>Mortierella hortícola</i>	x		
48	<i>Mortierella humilis</i>	x		
49	<i>Mortierella minutissima</i>	x		
50	<i>Mortierella zychae</i>			x
51	<i>Mucor moelleri</i>	x		

52	<i>Mucor racemosus</i>		x	
----	------------------------	--	---	--

Realizado por: Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

Las especies de hongos encontrados tuvieron una distribución de 58% enfocado a la agricultura, 17% para uso biotecnológico, y 25% para el campo de la medicina.



**Gráfico 8-3.** Aplicaciones de los hongos identificados en el páramo de Cubillín

Realizado por: Córdova, Lesly, 2021, (GIDAC).

Del phylum Mucoromycota el género *Mortierella* posee una considerable cantidad de especies que son benéficas para la agricultura, algunos ejemplos de ellos son: *Mortierella amoeboides* presenta actividad herbicida moderada; *Mortierella gamsii* promotor del crecimiento vegetal. Además, este género está estrechamente relacionado con el aumento de la eficiencia de absorción de nutrientes, efecto positivo en la protección de cultivos frente a condiciones adversas y reducción de fertilizantes químicos y pesticidas aplicados, como es el caso de *Mortierella hortícola* que presenta una actividad quitinolítica que ayuda con el control de fitopatógenos y plagas en la agricultura.

Las actividades de las especies de *Mortierella* seleccionadas de las plantas silvestres o cultivadas influyen en el microbiota del suelo y respaldan el rendimiento de los microorganismos beneficiosos, lo que mejora significativamente el rendimiento de los cultivos. La rizosfera o endófitos de varias especies de plantas demostraron que, la presencia de *Mortierella* proporciona una mayor resistencia a los patógenos transmitidos por el suelo y/o mejora el crecimiento de las plantas.

En beneficio a la medicina farmacología, cosmética, industria y agricultura los hongos filamentosos, *Mortierella*, se consideran una fuente predominante para la preparación de ARA (ácido araquidónico)

a escala industrial; *Mortierella globulifera* y *Mortierella zychnae* son productores débiles de ácido araquidónico, ácido graso poliinsaturado fundamentalmente esencial para el desarrollo y óptimo rendimiento del sistema nervioso, especialmente el cerebro y las funciones cognitivas, el músculo esquelético y el sistema inmunológico.

### 3.1.2. *Análisis físico-químicos de las muestras de suelo*

**Tabla 4-2:** Análisis físico-químicas de las muestras de suelo, páramo Cubillín

Parámetro	Color	Textura	Estructura	pH	Conductividad	Humedad	Densidad	% Carbono	
Unidad					uS/cm		(g/cm <sup>3</sup> )	MO	CO=MO/1,724
<b>CUB 01</b>	Gris muy oscuro	Franco-arcillo-limoso	Bloqueiforme	5,78	22,97	49,63%	1,27	22,78%	13,21%
<b>CUB 02</b>	Gris muy oscuro	Arcillo-limoso	Granular	5,57	38,30	47,11%	1,26	15,69%	9,10%
<b>CUB 03</b>	Gris oscuro	Franco-arcillo-limoso	Granular	6,36	76,80	51,07%	1,29	14,88%	8,63%
<b>CUB 04</b>	Gris oscuro	Franco-arcillo-limoso	Granular	5,62	58,90	50,38%	1,32	21,12%	12,25%
<b>CUB 05</b>	Gris muy oscuro	Franco-arcillo-arenoso	Bloqueiforme	6,33	60,80	50,24%	1,28	24,83%	14,40%
<b>CUB 06</b>	Gris muy oscuro	Franco-arcilloso	Granular	5,2	118,50	40,70%	1,16	18,28%	10,60%
<b>CUB 07</b>	Gris muy oscuro	Franco-arcilloso	Granular	5,72	38,70	56,22%	1,52	16,89%	9,80%
<b>CUB 08</b>	Gris muy oscuro	Franco-arcilloso	Granular	5,48	33,10	46,93%	1,15	16,85%	9,77%
<b>CUB 09</b>	Negro	Franco-limo-arcilloso	Bloqueiforme	6,35	74,30	52,26%	1,43	21,76%	12,62%
<b>CUB 10</b>	Negro	Franco-limo-arcilloso	Bloqueiforme	5,48	50,10	51,80%	1,17	18,84%	10,93%
<b>CUB 11</b>	Gris muy oscuro	Franco-limo-arcilloso	Bloqueiforme	6,11	45,00	46,76%	1,42	19,49%	11,30%
<b>CUB 12</b>	Café muy oscuro	Franco-arcillo-arenoso	Bloqueiforme	5,9	80,60	49,72%	1,08	22,27%	12,92%
<b>CUB 13</b>	Gris oscuro	Franco-arcillo-arenoso	Bloqueiforme	5,44	21,74	42,15%	1,51	16,29%	9,45%
<b>CUB 14</b>	Gris muy oscuro	Franco-limo-arcilloso	Bloqueiforme	6,06	3,80	25,77%	1,00	26,23%	15,22%
<b>CUB 15</b>	Gris muy oscuro	Franco-limo-arcilloso	Bloqueiforme	6,13	71,10	38,93%	1,44	20,87%	12,11%

Realizado por: Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

### 3.1.2.1. Promedio de los análisis físicos-químicas de las muestras de suelo

**Tabla 5-2:** Promedio de los análisis físicos químicos de las muestras de suelo, páramo de Cubillín.

Parámetro	pH	Conductividad	Densidad	Humedad	Materia Orgánica	Carbono Orgánico
Unidad		uS/cm	(g/cm <sup>3</sup> )	%	%	%
<b>Promedio</b>	5,84	63,7	1,9	46,64%	19,80%	11,49%

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

Según Llambí et al. (2012)., los suelos de páramo de manera general son considerados ácidos con pH comprendidos entre 5 y 7 esto debido principalmente al contenido de H y Al, por lo cual con relación con los análisis de las muestras de suelo donde se obtuvo un pH promedio de 5,84 como se detalla en la (Tabla 5-2).

Los valores de pH afectan directamente sobre el aprovechamiento de minerales por parte de las plantas, lo que se considera un pH óptimo para la absorción de esos minerales es de 6.5 a 7 para la mayoría de los elementos como N, P, K, S, Ca y Mg, existen otros minerales que requieren de valores un poco ácidos como el Fe, Mg, B, Cu y Zn, y el único elemento que requiere de valores básicos para su máximo aprovechamiento es el Mo.

**Tabla 6-2.** Salinidad de los suelos según su CE

CE (μS/cm)	Condición de Salinidad	Efecto sobre las plantas
<750	Libres de sales	No hay restricciones para ningún cultivo
750-1150	Muy bajos en sales	No hay restricciones para ningún cultivo
1100 - 2000	Muy ligeramente salino	Afecta rendimiento de cultivos muy sensibles
2010 – 4000	Ligeramente salino	Afecta rendimiento de cultivos sensibles
4010 – 8000	Medianamente salino	Afecta rendimiento de casi todos los cultivos
8010 – 12000	Fuertemente salino	Pueden crecer cultivos tolerantes a la salinidad
12010 – 16000	Muy fuertemente salino	Pueden crecer cultivos muy tolerantes a la salinidad
>16000	Extremadamente salino	Ningún cultivo agrícola crece rentablemente

**Fuente:** (FAO, 2012)

**Realizado por:** Córdova Llerena, Lesly, 2021, (GIDAC).

Rosero (2019, p. 31), menciona que el suelo de páramo lleva una ligera tendencia en la CE comprendida entre los 23,5 y 111,7 μS/cm, comparado con los resultados que se detalla en la (Tabla 5-2) estos fueron de 63,7 μS/cm, lo cual sugiere que son valores que están dentro del rango propuesto por el autor, además de acuerdo con la clasificación de la salinidad de los suelos según su CE detallado

en la (Tabla 6-2) se trata de un suelo libre de sales, sin ninguna restricción para los cultivos (DAG, 2017, párr. 4).

Los valores de densidad concernientes a los páramos son bajos con rangos característicos entre 0.4 y  $0.8 \text{ g/cm}^3$ , sin embargo, se han reportado que suelos cuya textura es fina su densidad varía entre 1 y  $1.2 \text{ g/cm}^3$ , y los suelos arenosos tienen una variación de 1.2 a  $1.6 \text{ g/cm}^3$  (김기용, Moon Seyeon y Seung-IL Na, 2009, p. 392)., el resultado de la investigación dio un valor de  $1.9 \text{ g/cm}^3$  para la densidad aparente una densidad un poco elevada, sugiriendo que es un suelo compactado, esto debido a la actividad ganadera que se da en esta zona

El páramo al ser una formación herbácea recibe grandes precipitaciones (lluvia y/o neblina) por que posee una alta humedad relativa (30% al 60%) esto concuerda con el valor de 46,64%, valor obtenido resultado de la presente investigación, por otro lado, vale destacar que estos valores hacen referencia a que son suelos que tienen poca intervención (EOS, 2020, p. 16).

En la mayoría de los suelos comunes el 50% de todo su volumen está constituido por minerales y materia orgánica (MO), el resto está representado por el espacio poroso (25%) de los cuales aproximadamente la mitad está ocupada por agua. En consecuencia, el suelo de páramo generalmente de color oscuro lo cual sugiere una gran presencia de materia orgánica (responsable de la alta capacidad que poseen los páramos para retener agua), puede tener hasta el 90% del volumen como espacio poroso, (Llambí *et al.*, 2012, p. 11)., indica que un suelo normal contiene del 1 al 5% de MO, mientras que los suelos de páramo pueden tener de 3 al 44% de MO lo que contrastado con los resultados obtenidos de 19,80% para MO, detallados en la (Tabla 5-2) se comprueba todo lo dicho anteriormente, cabe acotar que esta acumulación de materia orgánica se ve favorecida además por el clima frío y húmedo y la baja presión ayuda a que la parte mineral y orgánica formen complejos muy fuertes.

Los análisis de CO de la presente investigación indican un promedio de 11.49% especificados en la (Tabla 5-2) que por otro lado Castañeda-Martín y Montes-Pulido (2017, p. 211), dicen que en el suelo de páramo al ser lugares húmedos con gran contenido de materia orgánica es muy frecuente que el contenido de carbono orgánico supere el 40%, pero al ser un lugar con depósitos de ceniza y un suelo joven sin mucha actividad agrícola el contenido de carbono puede variar de 4-11%.

### 3.1.3. *Propiedades organolépticas*

Los suelos de Cubillín presentaron colores que van desde los tonos café, negro y gris muy oscuro siendo este último el más predominante como se detalla en la (Tabla 4-2), estas tonalidades son indicativas de la presencia de materia orgánica en el sustrato que en promedio para Cubillín es del

20%, un nivel alto y deseable para cultivar, esto se explica por la presencia de hojarasca, materia en descomposición y alta humedad de la zona 46% y por supuesto la actividad de los saprofitos.

En el suelo de paramo se pueden localizar una amplia variedad de texturas, por lo que la textura del suelo al tacto de estas muestras en particular se percibió suaves, considerablemente resistentes a dejarse romper y se pudo formar cintas flexibles de hasta 5 cm determinando de esta manera que se trata de un suelo franco arcilloso limoso. La relación de arena, limo y arcilla fue de 10, 35, 55 respectivamente. Se empleo el método del tacto debido a que según Llambí *et al.* (2012, p. 28), son suelos que han recibido material volcánico por lo que es más recomendable este tipo de metodología. Aunque se esperarí que los análisis apuntaran hacia una estructura de tipo granular ya que lo más común en los horizontes superficiales es que tengan esta organización, los análisis de la investigación reportaron una mayor proporción de estructura bloqueiforme esto a causa de que tal vez el contenido de arcilla era mayor o por la actividad que se realiza en el mismo.

### 3.1.4. *Interacción de hongos micorrízicos asociados a V. floribundum con el suelo de páramo.*

La mayoría de hongos de interés agrícola hallados en la rizosfera del mortiño en Cubillín son especies cosmopolitas, tolerantes a valores ácidos de pH e incluso hay especies termófilas, pero según las investigaciones estas especies modifican el pH del sustrato en el que se encuentran, a través de la síntesis de metabolitos para lograr condiciones de pH óptimas ( alrededor de 5 a 6.5) para el mejor desarrollo de biomasa y de sus estructuras; como es el caso del género *Suillus* y *Rhizopogon* (Vásquez, 2017, p. 18), conocidas ectomicorrizas de especies forestales; la especie *Cladorrhinum foecundissimum* (Gasoni y De Gurfinkel, 1997, p. 868) y *Metarhizium carneum* (Lemus *et al.*, 2008, p. 34; Márquez-Gutiérrez, Gato-Cárdenas y Lequerque, 2017, pp. 9-11), también han reportado la producción de metabolitos para modificar el pH de la rizosfera, en el caso de *C. foecundissimum* lo hace para aumentar la cantidad de iones fosfato en el suelo, facilitando así la absorción de este elemento a las plantas, y en el caso de *M. carneum* que es patógeno de nematodos en pruebas de campo demostró más virulencia contra *Globodera rostochiensis* en cultivos de papa en suelo de pH 5.2 a 7.

Según (Ferrari, Zhang y van Dorst, 2011, p. 217), la especie *Pseudeurotium bakeri* es una especie capaz de sobrevivir en suelos ya sean altos en MO o bajos en ella, cuando se hallan en condiciones de alta disponibilidad de materia orgánica tienen actividad saprobica de hojarasca en descomposición, lo llamativo es que esta especie ha sido encontrada en suelos de características extremas, ya sea en el permafrost antártico o en suelo altamente contaminados de diésel SAB en donde la MO disponible es escasa y el ambiente inhóspito, esta especie hace crecer su población hasta 100 veces más en comparación con suelos ideales. *Metapochonia bulbilosa* (Kepler *et al.*, 2014, p. 815), también es una

especie que al hallarse en suelo es un microorganismo descomponedor de materia, hasta que encuentra insectos hospedadores específicos para parasitar y en donde desarrolla sus actividades entomopatógenas.

## CONCLUSIONES

- Se caracterizaron los hongos presentes en las muestras de suelo recolectadas de la zona Cubillín cantón Chambo mediante análisis metagenómicos realizados en un laboratorio externo el cual proporciono en el Perfil taxonómico total de las muestras analizadas, con un total de 139 hongos de los cuales se clasificaron en benéficos, patógenos y en aquellos que la información era escasa para poder clasificarlos esto en un porcentaje de 37%, 24%, 37% respectivamente.
- Se determinaron las propiedades fisicoquímicas del suelo en el ecosistema de páramo Cubillín, en los cuales se obtuvo valores promedios de pH de 5.8 moderadamente ácido que concuerda con los valores que posee normalmente un suelo de páramo, una conductividad de 63.7, densidad aparente 1.9 g/cm<sup>3</sup>, el contenido de humedad es de 46,64% debido a la elevada cantidad de precipitación que reciben estos ecosistemas, cantidad de materia orgánica de 19,80, y finalmente la cantidad de carbono orgánico fue de 11,49%.
- La diversidad de hongos caracterizados y asociados a la rizosfera de *Vaccinium floribundum* definen las propiedades de los suelos debido a las interacciones planta- microorganismo.

## **RECOMENDACIONES**

- Continuar con la caracterización edafoclimática de la zona de páramo en el tiempo.
- Investigar la interacción entre plantas-microorganismos.
- Estudiar el microbioma del suelo de páramo en los diferentes periodos climáticos locales.
- Estudiar los ciclos biogeoquímicos del ecosistema de páramo empleando herramientas moleculares.
- Realizar un catálogo virtual sobre los beneficios de los hongos micorrízicos y sus aplicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABDEL-AZEEM, A.M.**, *Recent Developments on Genus Chaetomium* [en línea]. Cham: Springer International Publishing. 2020. [Consulta: 12 mayo 2021]. Fungal Biology. ISBN 978-3-030-31611-2. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-31612-9>.

**ABDEL-SATER, M.A. et al.**, Mycobiota associated with some Red Sea fish, shellfish and their environment at Hurghada, Egypt. *Journal of Basic and Applied Mycology*, 2017, vol. 8, no. October, pp. 9-23. ISSN 2090-7583.

**ABDEL-WAHAB, M.A. et al.**, Marine fungi of Saudi Arabia. *Botanica Marina*, 2014, vol. 57, no. 4, pp. 323-335. ISSN 14374323. DOI 10.1515/bot-2014-0010.

**ABDEL-WAHAB, M.A. y JONES, E.B.G.**, Three new marine ascomycetes from driftwood in Australian sand dunes. *Mycoscience*, 2000, vol. 41, no. 4, pp. 379-388. ISSN 13403540. DOI 10.1007/BF02463951.

**ABDOLLAHZADEH, J. et al.**, A phylogenetic study of Dothiorella and Spencermartinsia species associated with woody plants in Iran, New Zealand, Portugal and Spain. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2014, vol. 32, pp. 1-12. ISSN 00315850. DOI 10.3767/003158514X678606.

**ABE, A. et al.**, A molecular phylogeny-based taxonomy of the genus Rhizopus. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 2010, vol. 74, no. 7, pp. 1325-1331. ISSN 09168451. DOI 10.1271/bbb.90718.

**ABE, A. et al.**, Rhizopus delemar is the proper name for Rhizopus oryzae fumaric-malic acid producers. *Mycologia*, 2007, vol. 99, no. 5, pp. 714-722. ISSN 00275514. DOI 10.3852/mycologia.99.5.714.

**ABOUTALEBIAN, S. et al.**, Otomycosis Due to the Rare Fungi Talaromyces purpurogenus, Naganishia albida and Filobasidium magnum. *Mycopathologia*, 2020, vol. 185, no. 3, pp. 569-575. ISSN 15730832. DOI 10.1007/s11046-020-00439-8.

**ABRAHAM, W.R. et al.**, *Brevundimonas halotolerans* sp. nov., *Brevundimonas poindexteræ* sp. nov. and *Brevundimonas staleyi* sp. nov., prosthecate bacteria from aquatic habitats. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2010, vol. 60, no. 8, pp. 1837-1843. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijs.0.016832-0.

**ACCUMET**, Manual de instrucciones Medidores de sobremesa accumet ® Basic (AB) de Fisher Scientific AB150 • AB200 • AB250., 2012,

**ACERO, F.J. et al.**, Molecular Phylogenetic Studies on the Diatrypaceae Based on rDNA-ITS Sequences. *Mycologia*, 2004, vol. 96, no. 2, pp. 249. ISSN 00275514. DOI 10.2307/3762061.

**ADAMČÍK, S. et al.**, Fungal biodiversity profiles 1-10. *Cryptogamie, Mycologie*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 121-166. DOI 10.7872/CRYM/V36.ISS2.2015.121.

**ADAMS, G.C. et al.**, *Cytospora* species (Ascomycota, Diaporthales, Valsaceae): Introduced and native pathogens of trees in South Africa. *Australasian Plant Pathology*, 2006, vol. 35, no. 5, pp. 521-548. ISSN 08153191. DOI 10.1071/AP06058.

**ADAMS, G.C. et al.**, Ribosomal DNA Sequence Divergence and Group I Introns within the *Leucostoma* Species *L. cinctum*, *L. personii*, and *L. parapersoonii* sp. nov., Ascomycetes That Cause *Cytospora* Canker of Fruit Trees. *Mycologia*, 2002, vol. 94, no. 6, pp. 947. ISSN 00275514. DOI 10.2307/3761863.

**ADL, S.M. et al.**, The revised classification of eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 2012, vol. 59, no. 5, pp. 429-514. ISSN 15507408. DOI 10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x.

**AHMED, S.A. et al.**, Revision of agents of black-grain eumycetoma in the order Pleosporales. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2014, vol. 33, pp. 141-154. ISSN 18789080. DOI 10.3767/003158514X684744.

**AKULOV, O.Y. y HAYOVA, V.P.**, *Immotthia atrograna* (Dacampiaceae, Ascomycota), a new for Ukraine fungicolous fungus from the Carpathians. *Ukrainian Botanical Journal*, 2016, vol. 73, no. 1, pp. 84-89. DOI 10.15407/UKRBOTJ73.01.084.

**ALASTRUEY-IZQUIERDO, A. et al.**, Species recognition and clinical relevance of the zygomycetous genus *Lichtheimia* (syn. *Absidia* pro parte, *Mycocladius*). *Journal of Clinical Microbiology*, 2010, vol. 48, no. 6, pp. 2154-2170. ISSN 00951137. DOI 10.1128/JCM.01744-09.

**AL-BEDAK, O.**, *Paracremonium moubasheri*, a new species from an alkaline sediment of Lake Hamra in Wadi-El-Natron, Egypt with a key to the accepted species. *Studies in Fungi*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 216-222. ISSN 2465-4973. DOI 10.5943/sif/4/1/23.

**AL-BEDAK, O.A. et al.**, *Ramophialophora chlamydospora*, a new species from an alkaline lake of Wadi-El-Natron, Egypt. [en línea], [sin fecha], [Consulta: 17 mayo 2021]. DOI 10.5943/ajom/2/1/5. Disponible en: <http://purl.org/phylo/treebase/phyloids/study/TB2:S23783>.

**ALTSCHUL, S.F. et al.**, Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 1990, vol. 215, no. 3, pp. 403-410. ISSN 00222836. DOI 10.1016/S0022-2836(05)80360-2.

**ALVES, M.H. et al.**, 2005. Detection of extracellular protease in *Mucor* species. . S.l.:  
**AMALFI, M. et al.**, *Fomitiporia baccharidis* comb. nov., a little known species from high elevation Andean forests and its affinities within the neotropical *Fomitiporia* lineages. *Mycological Progress*, 2014, vol. 13, no. 4, pp. 1075-1087. ISSN 18618952. DOI 10.1007/s11557-014-0995-x.

**AMALFI, M. et al.**, *Fomitiporia cupressicola* sp. Nov., a parasite on *Cupressus arizonica*, and additional unnamed clades in the southern USA and northern Mexico, determined by multilocus phylogenetic analyses. *Mycologia*, 2012, vol. 104, no. 4, pp. 880-893. ISSN 00275514. DOI 10.3852/11-196.

**AMELIA, C.**, *Czapek* growing fairly rapidly , attaining ° C , raised , 17 ' " d ) , bearing occasionally few , white , Gray , Bister , Drab , . , 1973, pp. 333-337.

**ANDARGIE, M. et al.**, Identification and evaluation of potential bio-control fungal endophytes against *Ustilagonoidea vires* on rice plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2017, vol. 33, no. 6, pp. 0. ISSN 15730972. DOI 10.1007/s11274-017-2273-y.

**ANDRADE, A.**, Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. *Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*, 2010, vol. 61, no. 4, pp. 84-90. ISSN 1405-6550.

**ARASTEHFAR, A. et al.,** *Multidrug-resistant Trichosporon species: underestimated fungal pathogens posing imminent threats in clinical settings* [en línea]. 2021. S.l.: Taylor & Francis. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1040841X.2021.1921695>.

**ARIYAWANSA, H.A. et al.,** A molecular phylogenetic reappraisal of the Didymosphaeriaceae (= Montagnulaceae). *Fungal Diversity*, 2014, vol. 68, no. 1, pp. 69-104. ISSN 18789129. DOI 10.1007/s13225-014-0305-6.

**ARIYAWANSA, H.A. et al.,** Fungal diversity notes 111–252—taxonomic and phylogenetic contributions to fungal taxa. *Fungal Diversity*, 2015, vol. 75, no. 1, pp. 27-274. ISSN 18789129. DOI 10.1007/s13225-015-0346-5.

**ARZANLOU, M.,** Fruit rot of olive (*Olea europaea*) caused by *Truncatella angustata*. *Plant Pathology & Quarantine*, 2012, vol. 2, no. 2, pp. 117-123. DOI 10.5943/ppq/2/2/4.

**ATAGANA, H.I. et al.,** Fungi associated with degradation of wastes from rubber processing industry. *Environmental Monitoring and Assessment*, 1999, vol. 55, no. 3, pp. 401-408. ISSN 01676369. DOI 10.1023/A:1005935032014.

**BABA, T. y HIROSE, D.,** <14 I□ □ □□ □□□□□ □□□□□.Pdf>. 2020. S.l.: s.n.

**BABU, A.G. et al.,** A new record of *Volutella ciliata* isolated from crop field soil in Korea. *Mycobiology*, 2016, vol. 43, no. 1, pp. 71-74. ISSN 20929323. DOI 10.5941/MYCO.2015.43.1.71.

**BAJPAI, P.,** *Bioconversion of Lignocellulosic Residues into Single-Cell Protein*. S.l.: s.n. 2017. ISBN 9783030316112.

**BALCI, Y. et al.,** Phytophthora spp. associated with forest soils in eastern and north-central U.S. oak ecosystems. *Plant Disease*, 2007, vol. 91, no. 6, pp. 705-710. ISSN 01912917. DOI 10.1094/PDIS-91-6-0705.

**BARBER, P.A. et al.,** Reassessing *Vermisporium* (Amphisphaeriaceae), a genus of foliar pathogens of eucalypts. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2011, vol. 27, pp. 90-118. ISSN 00315850. DOI 10.3767/003158511X617381.

**BARR, D.J.S. et al.**, Morphology and development of rumen fungi: *Neocallimastix* sp., *Piromyces communis*, and *Orpinomyces bovis* gen.nov., sp.nov. . *Canadian Journal of Botany*, 1989, vol. 67, no. 9, pp. 2815-2824. ISSN 0008-4026. DOI 10.1139/b89-361.

**BARR, M.E.**, A Classification of Loculoascomycetes. *Mycologia*, 1979, vol. 71, no. 5, pp. 935. ISSN 00275514. DOI 10.2307/3759283.

**BARRENA PARA MUESTREO DE SUELO MODELO LS 6519.** [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: <https://proain.com/products/barrena-para-muestreo-de-suelo-modelo-ls-6519>.

**BARRER, S.E.**, El Uso De Hongos Micorrizicos Arbusculares Como Una Alternativa Para La Agricultura. *Facultad de ciencias Agropecuarias*, 2009, vol. 7, no. 1, pp. 124-132.

**BARRERA, V.A. et al.**, Carbon-substrate utilization profiles by *Cladorrhinum* (Ascomycota). *Revista Argentina de Microbiología* [en línea], 2019, vol. 51, no. 4, pp. 302-306. ISSN 03257541. DOI 10.1016/j.ram.2018.09.005. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.09.005>.

**BARRIOS, M. y SANDOVAL, M.**, Caracterización de hongos presentes en suelos con usos contrastantes. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*. [en línea], 2018, vol. 5, no. 1, pp. 3-9. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/14/Pacheco-Juan.pdf>.

**BECKING, J.H.**, The Genus *Beijerinckia*. En: M. DWORKIN et al. (eds.), *The Prokaryotes: Volume 5: Proteobacteria: Alpha and Beta Subclasses*. New York, NY: Springer New York, pp. 151-162. ISBN 978-0-387-30745-9.

**BELL, T.H. et al.**, *Manipulating wild and tamed phytobiomes: Challenges and opportunities*. 2019. S.l.: s.n.

**BELOVA, S.E. et al.**, Hydrolytic capabilities as a key to environmental success: Chitinolytic and cellulolytic acidobacteria from acidic sub-arctic soils and boreal peatlands. *Frontiers in Microbiology*, 2018, vol. 9, no. NOV, pp. 1-14. ISSN 1664302X. DOI 10.3389/fmicb.2018.02775.

**BENNETT, R.M. y THINES, M.**, Fungal Systematics and Evolution. , 2019, vol. 3, no. June, pp. 171-184. DOI [doi.org/10.3114/fuse.2020.05.13](https://doi.org/10.3114/fuse.2020.05.13) Japanese.

**BENNETT, R.M. y THINES, M.**, Fungal Systematics and Evolution. , 2019, vol. 3, no. June, pp. 171-184. DOI [doi.org/10.3114/fuse.2020.05.13](https://doi.org/10.3114/fuse.2020.05.13) Japanese.

**BENNY, G.**, Methods Used by Dr. R. K. Benjamin, and Other Mycologists, to Isolate Zygomycetes. *Aliso*, 2008, vol. 26, no. 1, pp. 37-61. ISSN 0065-6275. DOI [10.5642/aliso.20082601.08](https://doi.org/10.5642/aliso.20082601.08).

**BENSCH, K. et al.**, Cladosporium species in indoor environments. *Studies in Mycology* [en línea], 2018, vol. 89, pp. 177-301. ISSN 01660616. DOI [10.1016/j.simyco.2018.03.002](https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.03.002). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.03.002>.

**BERNARDI, A.O. et al.**, Antifungal activity of commercial sanitizers against strains of *Penicillium roqueforti*, *Penicillium paneum*, *Hyphopichia burtonii*, and *Aspergillus pseudoglaucus*: Bakery spoilage fungi. *Food Microbiology* [en línea], 2019, vol. 83, no. October 2018, pp. 59-63. ISSN 10959998. DOI [10.1016/j.fm.2019.04.005](https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.04.005). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.04.005>.

**BINDER, M. et al.**, Amylocorticiales ord. nov. and Jaapiales ord. nov.: Early diverging clades of Agaricomycetidae dominated by corticioid forms. *Mycologia*, 2010, vol. 102, no. 4, pp. 865-880. ISSN 00275514. DOI [10.3852/09-288](https://doi.org/10.3852/09-288).

**BINDER, M. et al.**, Evolutionary relationships of *Mycaureola dilseae* (Agaricales), a basidiomycete pathogen of a subtidal rhodophyte. *American Journal of Botany*, 2006, vol. 93, no. 4, pp. 547-556. ISSN 00029122. DOI [10.3732/ajb.93.4.547](https://doi.org/10.3732/ajb.93.4.547).

**BINDER, M. et al.**, Phylogenetic and phylogenomic overview of the Polyporales. *Mycologia*, 2013, vol. 105, no. 6, pp. 1350-1373. ISSN 00275514. DOI [10.3852/13-003](https://doi.org/10.3852/13-003).

**BLAIR, J.E. et al.**, A multi-locus phylogeny for *Phytophthora* utilizing markers derived from complete genome sequences. *Fungal Genetics and Biology*, 2008, vol. 45, no. 3, pp. 266-277. ISSN 10871845. DOI [10.1016/j.fgb.2007.10.010](https://doi.org/10.1016/j.fgb.2007.10.010).

**BLANCA, D.R.A. y RODRIGUEZ, R.**, Selección e identificación de especies de hongos ectomicorrizógenos del estado de Hidalgo más competentes en medio de cultivo sólido., 2006,

**BÖDEKER, I.T.M. et al.**, Mycorrhizal and saprotrophic fungal guilds compete for the same organic substrates but affect decomposition differently. *Functional Ecology*, 2016, vol. 30, no. 12, pp. 1967-1978. ISSN 13652435. DOI 10.1111/1365-2435.12677.

**BOEHM, E.W.A. et al.**, A molecular phylogenetic reappraisal of the Hysteriaceae, Mytiliniaceae and Gloniaceae (Pleosporomycetidae, Dothideomycetes) with keys to world species. *Studies in Mycology*, 2009, vol. 64, pp. 49-83. ISSN 01660616. DOI 10.3114/sim.2009.64.03.

**BOEHM, E.W.A. et al.**, On the evolution of the Hysteriaceae and Mytiliniaceae (Pleosporomycetidae, Dothideomycetes, Ascomycota) using four nuclear genes. *Mycological Research*, 2009, vol. 113, no. 4, pp. 461-479. ISSN 09537562. DOI 10.1016/j.mycres.2008.12.001.

**BOGOTÁ DC, LAS ERICÁCEAS CON FRUTOS COMESTIBLES DEL ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE** DIANA LORENA ABRIL RAMÍREZ TRABAJO DE GRADO Presentado como requisito parcial Para optar al título de Bióloga PONTIFICIA UNIVERISIDAD JAVERIANA FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA DE BIOLOGIA. , 2010,

**BOJANTCHEV, D. y DAVIS, R.M.**, *Cortinarius xanthodryophilus* sp. nov. - A common Phlegmacium under oaks in California. *Mycotaxon*, 2011, vol. 116, pp. 317-328. ISSN 00934666. DOI 10.5248/116.317.

**BOJANTCHEV, D.**, *Cortinarius* of California: Eight new species in subg. *Telamonia*. *Mycotaxon*, 2013, vol. 123, pp. 375-402. ISSN 00934666. DOI 10.5248/123.375.

**BONFANTE, P. y VENICE, F.**, Mucoromycota: going to the roots of plant-interacting fungi. *Fungal Biology Reviews* [en línea], 2020, vol. 34, no. 2, pp. 100-113. ISSN 17494613. DOI 10.1016/j.fbr.2019.12.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2019.12.003>.

**BOONMEE, S. et al.**, Dictyosporiaceae fam. nov. *Fungal Diversity*, 2016, vol. 80, no. 1, pp. 457-482. DOI 10.1007/S13225-016-0363-Z.

**BOONMEE, S. et al.**, Two new Kirschsteiniothelia species with Dendryphiopsis anamorphs cluster in Kirschsteiniotheliaceae fam. nov. *Mycologia*, 2012, vol. 104, no. 3, pp. 698-714. ISSN 00275514. DOI 10.3852/11-089.

**BOSE, S.K.**, Studies on Massarina Sacc. and Related Genera. *Journal of Phytopathology*, 1961, vol. 41, no. 2, pp. 151-213. ISSN 14390434. DOI 10.1111/j.1439-0434.1961.tb04048.x.

**BOTELLA, L. et al.**, Fungi associated with the decline of Pinus halepensis in Spain. *Fungal Diversity*, 2010, vol. 40, pp. 1-11. ISSN 15602745. DOI 10.1007/s13225-010-0025-5.

**BOTELLA, L. y JAVIER DIEZ, J.**, Phylogenic diversity of fungal endophytes in Spanish stands of Pinus halepensis. *Fungal Diversity*, 2011, vol. 47, pp. 9-18. ISSN 15602745. DOI 10.1007/s13225-010-0061-1.

**BRASIER, C.M. et al.**, Phytophthora kernoviae sp. nov., an invasive pathogen causing bleeding stem lesions on forest trees and foliar necrosis of ornamentals in the UK. *Mycological Research*, 2005, vol. 109, no. 8, pp. 853-859. ISSN 09537562. DOI 10.1017/S0953756205003357.

**BRENNER, D.J. et al.**, Proposal of Afipia gen. nov., with Afipia felis sp. nov. (Formerly the cat scratch disease bacillus), Afipia clevelandensis sp. nov. (Formerly the Cleveland Clinic Foundation Strain), Afipia broomeae sp. nov., and three unnamed genospecies. *Journal of Clinical Microbiology*, 1991, vol. 29, no. 11, pp. 2450-2460. ISSN 00951137. DOI 10.1128/jcm.29.11.2450-2460.1991.

**BRETON, A. et al.**, Piromyces rhizinflata nov. sp., a strictly anaerobic fungus from faeces of the Saharian ass: a morphological, metabolic and ultrastructural study. *FEMS Microbiology Letters*, 1991, vol. 82, no. 1, pp. 1-8. ISSN 15746968. DOI 10.1111/j.1574-6968.1991.tb04830.x.

**BROOKMAN, J.L. et al.**, Identification and characterization of anaerobic gut fungi using molecular methodologies based on ribosomal ITS1 and 18S rRNA. *Microbiology*, 2000, vol. 146, no. 2, pp. 393-403. ISSN 13500872. DOI 10.1099/00221287-146-2-393.

**BSCI, 2017.** Vaccinium floribundum description. [en línea]. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.nybg.org/bsci/res/lut2/vaccinium\\_floribundum.html](https://www.nybg.org/bsci/res/lut2/vaccinium_floribundum.html).

**BUDZISZEWSKA, J. et al.**, Taxonomie position of *Mucor hiemalis* f. *Iuteus*. *Mycotaxon*, 2010, vol. 111, pp. 75-85. ISSN 00934666. DOI 10.5248/111.75.

**BUTIN, H. et al.**, The complete life cycle of *Petrakia echinata*. *Mycological Progress*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 427-435. ISSN 1617416X. DOI 10.1007/s11557-012-0850-x.

**BUYCK, B. y HORAK, E.**, New taxa of pleurotoid Russulaceae. *Mycologia*, 1999, vol. 91, no. 3, pp. 532-537. ISSN 00275514. DOI 10.2307/3761355.

**CÁCERES, L.F.**, Determinación de pH en suelos. *Centro de Investigaciones Agronómicas* [en línea], 2013, pp. 1. [Consulta: 8 septiembre 2021]. Disponible en: [http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/LSF/20130520/Info pH.pdf](http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/LSF/20130520/Info%20pH.pdf).

**CÁCERES, M.E.S. et al.**, Remarkable diversity of the lichen family Graphidaceae in the Amazon rain forest of Rondônia, Brazil. *Phytotaxa*, 2014, vol. 189, no. 1, pp. 87-136. ISSN 11793163. DOI 10.11646/phytotaxa.189.1.8.

**CAI, Q. et al.**, Multi-locus phylogeny of lethal amanitas: Implications for species diversity and historical biogeography. *BMC Evolutionary Biology*, 2014, vol. 14, no. 1, pp. 1-16. ISSN 14712148. DOI 10.1186/1471-2148-14-143.

**CAMARENA-GUTIERREZ, G.**, Interacción planta-hongos micorrízicos arbusculares. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* [en línea], 2012, vol. 18, no. 3, pp. 409-421. [Consulta: 24 mayo 2022]. ISSN 2007-4018. DOI 10.5154/R.RCHSCFA.2011.11.093. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182012000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182012000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

**CANNON, P.F. et al.**, Colletotrichum - current status and future directions. *Studies in Mycology*, 2012, vol. 73, pp. 181-213. ISSN 01660616. DOI 10.3114/sim0014.

**CANO SÁNCHEZ, J.**, ¿QUÉ ES Y PARA QUÉ SIRVE LA FENOLOGÍA? [en línea]. S.l.: s.n. 2001. [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/que-es-y-para-que-sirve-la-conductividad-electrica>.

**CAO, Y. et al.**, Species clarification of the prize medicinal Ganoderma mushroom Lingzhi. *Fungal Diversity*, 2012, vol. 56, no. 1, pp. 49-62. ISSN 15602745. DOI 10.1007/s13225-012-0178-5.

**CAO, Y. y YUAN, H.S.**, Ganoderma mutabile sp. nov. from southwestern China based on morphological and molecular data. *Mycological Progress*, 2013, vol. 12, no. 1, pp. 121-126. ISSN 1617416X. DOI 10.1007/s11557-012-0819-9.

**CASTAÑEDA-MARTÍN, A.E. y MONTES-PULIDO, C.R.**, Carbono almacenado en páramo andino. *ENTRAMADO* [en línea], 2017, vol. 13, no. 1, pp. 210-221. [Consulta: 12 septiembre 2021]. ISSN 19003803. DOI 10.18041/entramado.2017v13n1.25112. Disponible en: <http://orcid.org/0000-0003-1560-3464carmen.montes@unad.edu.co><http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25112> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA.

**CASTELLANO, J. y CASAMICHANA, D.**, Sport with global positioning devices (GPS): Applications and limitations. *Revista de Psicología del Deporte* [en línea], 2014, vol. 23, no. 2. [Consulta: 5 septiembre 2021]. ISSN 1132239X. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/revpsidep/revpsidep\\_a2014v23n2/revpsidep\\_a2014v23n2p355.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/revpsidep/revpsidep_a2014v23n2/revpsidep_a2014v23n2p355.pdf).

**CASTLEBURY, L.A. et al.**, A Preliminary Overview of the Diaporthales Based on Large Subunit Nuclear Ribosomal DNA Sequences. *Mycologia*, 2002, vol. 94, no. 6, pp. 1017. ISSN 00275514. DOI 10.2307/3761867.

**CAVELLO, I.A. et al.**, Yeasts from Tierra Del Fuego Province (Argentina): Biodiversity, Characterization and Bioprospection of Hydrolytic Enzymes. *Geomicrobiology Journal*, 2019, vol. 36, no. 9, pp. 847-857. ISSN 15210529. DOI 10.1080/01490451.2019.1641769.

**CHAMILOS, G.**, *crossm.*, 2020, vol. 33, no. 1, pp. 1-75.

**CHAN, E.C.L. y BACIU, G.**, Introduction of Global Positioning System. *Introduction to Wireless Localization*, 2012, pp. 121-136. DOI 10.1002/9781118298534.ch7.

**CHAVERRI, P. et al.**, A monograph of the entomopathogenic genera *Hypocrella*, *Moelleriella*, and *Samuelsia* gen. nov. (Ascomycota, Hypocreales, Clavicipitaceae), and their aschersonia-like

anamorphs in the Neotropics. *Studies in Mycology*, 2008, vol. 60, pp. 1-66. ISSN 01660616. DOI 10.3114/sim.2008.60.01.

**CHAVERRI, P. et al.**, Delimitation of *Neonectria* and *Cylindrocarpon* (Nectriaceae, Hypocreales, Ascomycota) and related genera with *Cylindrocarpon*-like anamorphs. *Studies in Mycology* [en línea], 2011, vol. 68, pp. 57-78. [Consulta: 12 mayo 2021]. ISSN 01660616. DOI 10.3114/sim.2011.68.03. Disponible en: /pmc/articles/PMC3065985/.

**CHEN, A.J. et al.**, *Aspergillus* section *Nidulantes* (formerly *Emericella*): Polyphasic taxonomy, chemistry and biology. *Studies in Mycology* [en línea], 2016, vol. 84, pp. 1-118. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2016.10.001. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2016.10.001>.

**CHEN, J. et al.**, *Agaricus megalosporus*: A new species in section *Minores*. *Cryptogamie, Mycologie*, 2012, vol. 33, no. 2, pp. 145-155. ISSN 01811584. DOI 10.7872/crym.v33.iss2.2012.145.

**CHEN, J. et al.**, *Agaricus* section *Brunneopicti*: A phylogenetic reconstruction with descriptions of four new taxa. *Phytotaxa*, 2015, vol. 192, no. 3, pp. 145-168. ISSN 11793163. DOI 10.11646/phytotaxa.192.3.2.

**CHEN, K. y ZHUANG, W.Y.**, Three New Soil-inhabiting Species of *Trichoderma* in the Stromaticum Clade with Test of Their Antagonism to Pathogens. *Current Microbiology*, 2017, vol. 74, no. 9, pp. 1049-1060. ISSN 14320991. DOI 10.1007/s00284-017-1282-2.

**CHEN, L. et al.**, Engineering of New Pneumocandin Side-Chain Analogues from *Glarea lozoyensis* by Mutasyntesis and Evaluation of Their Antifungal Activity. *ACS Chemical Biology*, 2016, vol. 11, no. 10, pp. 2724-2733. ISSN 15548937. DOI 10.1021/acscchembio.6b00604.

**CHEN, Q. et al.**, Resolving the *Phoma* enigma. *Studies in Mycology* [en línea], 2015, vol. 82, no. 1975, pp. 137-217. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2015.10.003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2015.10.003>.

**CHEN, Y.C. et al.**, *Piromyces polycephalus* (Neocallimastigaceae), a new rumen fungus. *Nova Hedwigia*, 2002, vol. 75, no. 3-4, pp. 409-414. ISSN 00295035. DOI 10.1127/0029-5035/2002/0075-0409.

**CHEN, Z.H. et al.**, Systematic analyses of *Ophiocordyceps lanpingensis* sp. nov., a new species of *Ophiocordyceps* in China. *Microbiological Research*, 2013, vol. 168, no. 8, pp. 525-532. ISSN 09445013. DOI 10.1016/j.micres.2013.02.010.

**CIANCAGLINI, N.**, R-001-Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. [en línea], 2017, pp. 10. [Consulta: 11 septiembre 2021]. Disponible en: [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO\\_R001\\_Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO_R001_Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.pdf).

**CLAUDIO, R. et al.**, Evaluación de la actividad antioxidante de *vaccinium floribundum* sometido a tratamiento térmico. *Vitae* [en línea], 2012, vol. 19, no. 1, pp. S352-S354. [Consulta: 23 mayo 2022]. ISSN 0121-4004. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914110.pdf>.

**COMEAU, A.M. et al.**, Microbiome Helper: a Custom and Streamlined Workflow for Microbiome Research. *mSystems*, 2017, vol. 2, no. 1, pp. 1-11. ISSN 2379-5077. DOI 10.1128/msystems.00127-16.

**COOKE, D.E.L. et al.**, A molecular phylogeny of phytophthora and related oomycetes. *Fungal Genetics and Biology*, 2000, vol. 30, no. 1, pp. 17-32. ISSN 10871845. DOI 10.1006/fgbi.2000.1202.

**CROMBIE, A. y MURRELL, J.C.**, Chapter eight - Development of a System for Genetic Manipulation of the Facultative Methanotroph *Methylocella silvestris* BL2. En: A.C. ROSENZWEIG y S.W.B.T.-M. in E. RAGSDALE (eds.), *Methods in Methane Metabolism, Part B: Methanotrophy*. S.l.: Academic Press, 2011, pp. 119-133. ISBN 0076-6879.

**CROUS, P.W. et al.**, Fungal Planet description sheets: 214-280. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2014, vol. 32, pp. 184-306. ISSN 00315850. DOI 10.3767/003158514X682395.

**CROUS, P.W. et al.**, Identifying and Naming Plant-Pathogenic Fungi: Past, Present, and Future. *Annual Review of Phytopathology*, 2015, vol. 53, pp. 247-267. ISSN 00664286. DOI 10.1146/annurev-phyto-080614-120245.

**CROUS, P.W. et al.**, Opportunistic, human-pathogenic species in the Herpotrichiellaceae are phenotypically similar to saprobic or phytopathogenic species in the Venturiaceae. *Studies in Mycology* [en línea], 2007, vol. 58, no. 2005, pp. 185-217. ISSN 01660616. DOI 10.3114/sim.2007.58.07. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3114/sim.2007.58.07>.

**CROUS, P.W. et al.**, Resolving Tiarosporella spp. allied to botryosphaeriaceae and phacidiaceae. *Phytotaxa*, 2015, vol. 202, no. 2, pp. 73-93. ISSN 11793163. DOI 10.11646/phytotaxa.202.2.1.

**CROUS, P.W. et al.**, The genera of fungi-fixing the application of the type species of generic names-G 2: Allantophomopsis, Latorua, Macrodiplodiopsis, Macrohilum, Milospium, Protostegia, Pyricularia, Robillarda, Rotula, Septoriella, Torula, and Wojnowicia. *IMA Fungus*, 2015, vol. 6, no. 1, pp. 163-198. ISSN 22106359. DOI 10.5598/imafungus.2015.06.01.11.

**CUI, B.K. et al.**, A novel phellinidium sp. causes laminated root rot on Qilian juniper (*Sabina przewalskii*) in northwest china. *Plant Disease*, 2014, vol. 99, no. 1, pp. 39-43. ISSN 19437692. DOI 10.1094/pdis-03-14-0335-re.

**DA SILVA, R.R. et al.**, Biochemical Properties and Catalytic Specificity of a Novel Neutral Serine Peptidase Secreted by Fungus *Pyrenochaetopsis* sp. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 2019, vol. 187, no. 4, pp. 1158-1172. ISSN 15590291. DOI 10.1007/s12010-018-2875-3.

**DA SILVA, S.S. y GUSMÃO, L.F.P.**, New records of rare dematiaceous conidial fungi on *Araucaria angustifolia* from Brazil. *Nova Hedwigia*, 2017, vol. 104, no. 4, pp. 529-538. ISSN 00295035. DOI 10.1127/nova\_hedwigia/2016/0390.

**DAENGROT, C. et al.**, Eremophilane sesquiterpenes and diphenyl thioethers from the soil fungus *Penicillium copticola* PSU-RSPG138. *Journal of Natural Products*, 2015, vol. 78, no. 4, pp. 615-622. ISSN 15206025. DOI 10.1021/np5005328.

**DAG**, Salinidad DAG\_Doc3 Salinidad., 2017,

**DAI, Y.C. et al.**, *Species diversity and utilization of medicinal mushrooms and fungi in China (review)*. 2009. S.l.: s.n.

**DAI, Y.C. et al.**, A new species of Fomitiporia (Hymenochaetaceae, Basidiomycota) from China based on morphological and molecular characters. *Mycological Research*, 2008, vol. 112, no. 3, pp. 375-380. ISSN 09537562. DOI 10.1016/j.mycres.2007.11.020.

**DAI, Y.C. et al.**, Bondarzewia podocarpi, a new and remarkable polypore from tropical China. *Mycologia*, 2010, vol. 102, no. 4, pp. 881-886. ISSN 00275514. DOI 10.3852/09-050.

**DAI, Y.C. et al.**, Pathogenic wood-decaying fungi in China. *Forest Pathology*, 2007, vol. 37, no. 2, pp. 105-120. ISSN 14374781. DOI 10.1111/j.1439-0329.2007.00485. x.

**DAI, Y.C.**, Hymenochaetaceae (Basidiomycota) in China. *Fungal Diversity*, 2010, vol. 45, pp. 131-343. ISSN 15602745. DOI 10.1007/s13225-010-0066-9.

**DAI, Z. et al.**, Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation of oleaginous yeast Lipomyces species. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2017, vol. 101, no. 15, pp. 6099-6110. ISSN 14320614. DOI 10.1007/s00253-017-8357-7.

**DAS, K. et al.**, Three new species of Russula (Russulales) from Sikkim (India). *Mycosphere*, 2013, vol. 4, no. 4, pp. 722-732. ISSN 20777019. DOI 10.5943/mycosphere/4/4/9.

**DAVOLOS, D. et al.**, Penicillium simile sp. nov. revealed by morphological and phylogenetic analysis. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2012, vol. 62, no. 2, pp. 451-458. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijms.0.031682-0.

**DE ALMEIDA, D.A.C. et al.**, A new genus and three new species of hysteriaceous ascomycetes from the semiarid region of Brazil. *Phytotaxa*, 2014, vol. 176, no. 1, pp. 298-308. ISSN 11793163. DOI 10.11646/phytotaxa.176.1.28.

**DE CROP, E. et al.**, Lactifluus piperatus (Russulales, Basidiomycota) and allied species in Western Europe and a preliminary overview of the group worldwide. *Mycological Progress*, 2014, vol. 13, no. 3, pp. 493-511. ISSN 18618952. DOI 10.1007/s11557-013-0931-5.

**DE GRUYTER, H. et al.**, Redisposition of phoma-like anamorphs in pleosporales. *Studies in Mycology*, 2013, vol. 75, pp. 1-36. ISSN 01660616. DOI 10.3114/sim0004.

**DE, C. y GENÓMICA, B.,** INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL., [sin fecha],

**DECOCK, C. et al.,** Fomitiporia punctata (Basidiomycota, Hymenochaetales) and its presumed taxonomic synonyms in America: Taxonomy and phylogeny of some species from tropical/subtropical areas. *Mycologia*, 2007, vol. 99, no. 5, pp. 733-752. ISSN 00275514. DOI 10.3852/mycologia.99.5.733.

**DEDYSH, S.N. et al.,** Draft genome sequence of Methyloferula stellata AR4, an obligate methanotroph possessing only a soluble methane monooxygenase. *Genome Announcements*, 2016, vol. 3, no. 2, pp. 4-6. ISSN 21698287. DOI 10.1128/genomeA.01555-14.

**DEDYSH, S.N. et al.,** Methylocapsa palsarum sp. nov., a methanotroph isolated from a subarctic discontinuous permafrost ecosystem. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2015, vol. 65, no. 10, pp. 3618-3624. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijsem.0.000465.

**DEDYSH, S.N. et al.,** Methylocella palustris gen. nov., sp. nov., a new methane-oxidizing acidophilic bacterium from peat bogs, representing a novel subtype of serine- pathway methanotrophs. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2000, vol. 50, no. 3, pp. 955-969. ISSN 14665026. DOI 10.1099/00207713-50-3-955.

**DELL' ANNO, F. et al.,** Bacteria, fungi and microalgae for the bioremediation of marine sediments contaminated by petroleum hydrocarbons in the omics era. *Microorganisms*, 2021, vol. 9, no. 8. ISSN 20762607. DOI 10.3390/microorganisms9081695.

**DEXTER, Y. y COOKE, R.C.,** Fatty acids, sterols and carotenoids of the psychrophile *Mucor strictus* and some mesophilic *Mucor* species. *Transactions of the British Mycological Society*, 1984, vol. 83, no. 3, pp. 455-461. ISSN 00071536. DOI 10.1016/s0007-1536(84)80041-8.

**DILEGGE, M.J. et al.,** A novel approach to determine generalist nematophagous microbes reveals *Mortierella globalpina* as a new biocontrol agent against *Meloidogyne* spp. nematodes. *Scientific Reports*, 2019, vol. 9, no. 1, pp. 1-9. ISSN 20452322. DOI 10.1038/s41598-019-44010-y.

**DING, Z. et al.**, Richness and bioactivity of culturable soil fungi from the Fildes Peninsula, Antarctica. *Extremophiles*, 2016, vol. 20, no. 4, pp. 425-435. ISSN 14334909. DOI 10.1007/s00792-016-0833-y.

**DU, X.H. et al.**, Six new species and two new records of *Morchella* in China using phylogenetic and morphological analyses. *Mycologia* [en línea], 2019, vol. 111, no. 5, pp. 857-870. ISSN 15572536. DOI 10.1080/00275514.2019.1640012. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1640012>.

**DU, Y. et al.**, Characterization of three novel thermophilic xylanases from *Humicola insolens* Y1 with application potentials in the brewing industry. *Bioresource Technology*, 2013, vol. 130, pp. 161-167. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2012.12.067.

**DUQUE, D.S.**, Creating a high andean montane forest habitat corridor within a paramo mosaic in northern Ecuador. *Ecología Aplicada*, 2008, vol. 7, no. 1. ISSN 1726-2216.

**EBERHARDT, U.**, Molecular kinship analyses of the agaricoid Russulaceae: Correspondence with mycorrhizal anatomy and sporocarp features in the genus *Russula*. *Mycological Progress*, 2002, vol. 1, no. 2, pp. 201-223. ISSN 1617-416X. DOI 10.1007/s11557-006-0019-6.

**EBERSPÄCHER, J. y LINGENS, F.**, The Genus *Phenylobacterium*. En: M. DWORKIN et al. (eds.), *The Prokaryotes: Volume 5: Proteobacteria: Alpha and Beta Subclasses*. New York, NY: Springer New York, 2005, pp. 250-256. ISBN 978-0-387-30745-9.

**EL-HAWARY, S.S. et al.**, Epigenetic modifiers induce bioactive phenolic metabolites in the marine-derived fungus *penicillium brevicompactum*. *Marine Drugs*, 2018, vol. 16, no. 8. ISSN 16603397. DOI 10.3390/md16080253.

**ELLIS, J.B. y EVERHART, B.M.**, New Alabama Fungi. *The Journal of Mycology*, 1902, vol. 8, no. 2, pp. 62. ISSN 10520368. DOI 10.2307/3752297.

**ELTIEMPO**, Hongo intestinal «*Mucor racemosus*» sería un biomarcador de riesgo cardiovascular - Ciencia - Vida - ELTIEMPO.COM. [en línea]. (sin fecha), [Consulta: 12 octubre 2021]. Disponible

en: <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/hongo-intestinal-mucor-racemosus-seria-un-biomarcador-de-riesgo-cardiovascular-160742>.

**EMILIA HANNULA, S. et al.**, Time after time: Temporal variation in the effects of grass and forb species on soil bacterial and fungal communities. *mBio*, 2019, vol. 10, no. 6, pp. 1-16. ISSN 21507511. DOI 10.1128/mBio.02635-19.

**EOS**, Controlar La Humedad Del Suelo Es Clave Para Tener Éxito. [en línea]. 2020, [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/humedad-del-suelo/>.

**ERAZO SANDOVAL, N.S. et al.**, Caracterización Molecular de la Diversidad Fúngica de los Bosques Llucud y Palictahua: Potencialidades en Control Biológico/Molecular Characterization of Diversity Fungic of the Llucud and Palictahua Forests: Potential in Biological Control. *KnE Engineering*, 2020, vol. 2020, pp. 313-328. DOI 10.18502/keg.v5i2.6249.

**ERTZ, D. et al.**, Phylogenetic insights resolve Dacampiaceae (Pleosporales) as polyphyletic: Didymocyrtis (Pleosporales, Phaeosphaeriaceae) with Phoma-like anamorphs resurrected and segregated from Polycoccum (Trypetheliales, Polycoccaceae fam. nov.). *Fungal Diversity*, 2015, vol. 74, no. 1, pp. 53-89. ISSN 18789129. DOI 10.1007/s13225-015-0345-6.

**ESCO**, Esco | Hornos de Laboratorio de Convección Forzada. [en línea]. 2019, [Consulta: 10 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.escoglobal.es/product/hornos-de-laboratorio/hornos-de-laboratorio-de-conveccion-forzada/ofa/>.

**ESTEVEES, I. et al.**, *Perspectives in Sustainable Nematode Management Through Pochonia chlamydosporia Applications for Root and Rhizosphere Health*. S.l.: s.n. 2017. ISBN 9783319592244.

**FADAEI, S. et al.**, Impact of soil stockpiling on ericoid mycorrhizal colonization and growth of velvetleaf blueberry (*Vaccinium myrtilloides*) and Labrador tea (*Ledum groenlandicum*). *Restoration Ecology*, 2021, vol. 29, no. 1. ISSN 1526100X. DOI 10.1111/rec.13276.

**FAN, X.L. et al.**, Cytospora from Salix in Northern China. *Mycotaxon*, 2014, vol. 129, no. 2, pp. 303-315. ISSN 00934666. DOI 10.5248/129.303.

**FAN, X.L. et al.**, Cytospora species associated with canker disease of three anti-desertification plants in northwestern China. *Phytotaxa*, 2015, vol. 197, no. 4, pp. 227-244. ISSN 11793163. DOI 10.11646/phytotaxa.197.4.1.

**FAN, X.-L. et al.**, Morphological and phylogenetic studies of Cytospora (Valsaceae, Diaporthales) isolates from Chinese scholar tree, with description of a new species. *Mycoscience*, 2014, vol. 55, no. 4, pp. 252-259. ISSN 13403540. DOI 10.1016/j.myc.2013.10.001.

**FAO, R 017-** Medida De La Salinidad De Un Suelo., 2012, pp. 5-7.

**FARH, M.E. et al.**, Cross Interaction Between Ilyonectria mors-panacis Isolates Infecting Korean Ginseng and Ginseng Saponins in Correlation with Their Pathogenicity Cross Interaction Between Ilyonectria mors-panacis Isolates Infecting Korean Ginseng and Ginseng Saponins in. , 2018, no. January. DOI 10.1094/PHYTO-05-16-0210-R.

**FELL, J.W. y MASTER, I.M.**, Phycomycetes ( Phytophthora spp. nov. and Pythium sp. nov.) associated with degrading mangrove ( Rhizophora mangle ) leaves . *Canadian Journal of Botany*, 1975, vol. 53, no. 24, pp. 2908-2922. ISSN 0008-4026. DOI 10.1139/b75-320.

**FERNÁNDEZ, F.A. et al.**, Systematics of the genus Chaetosphaeria and its allied genera: Morphological and phylogenetic diversity in north temperate and neotropical taxa. *Mycologia*, 2006, vol. 98, no. 1, pp. 121-130. ISSN 00275514. DOI 10.3852/mycologia.98.1.121.

**FERRARI, B.C. et al.**, Recovering greater fungal diversity from pristine and diesel fuel contaminated sub-antarctic soil through cultivation using both a high and a low nutrient media approach. *Frontiers in Microbiology*, 2011, vol. 2, no. NOV, pp. 217. ISSN 1664302X. DOI 10.3389/fmicb.2011.00217.

**FLIEGER, M. et al.**, Vitamin B2 as a virulence factor in Pseudogymnoascus destructans skin infection. *Scientific Reports*, 2016, vol. 6, pp. 1-12. ISSN 20452322. DOI 10.1038/srep33200.

**FLIEGEROVÁ, K. et al.**, Classical and molecular approaches as a powerful tool for the characterization of rumen polycentric fungi. *Folia Microbiologica*. S.l.: Czech Academy of Sciences, 2004, pp. 157-164. DOI 10.1007/BF02931392.

**FLIEGEROVÁ, K. et al.**, Diversity of anaerobic fungi within cow manure determined by ITS1 analysis. *Folia Microbiologica*, 2010, vol. 55, no. 4, pp. 319-325. ISSN 00155632. DOI 10.1007/s12223-010-0049-y.

**FOTOUHIFAR, K.B. et al.**, ITS rDNA phylogeny of Iranian strains of *Cytospora* and associated teleomorphs. *Mycologia*, 2010, vol. 102, no. 6, pp. 1369-1382. ISSN 00275514. DOI 10.3852/10-034.

**FREIRE, D. et al.**, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo., 2015,

**FRISVAD, J.C. et al.**, Two new *Penicillium* species *Penicillium buchwaldii* and *Penicillium spathulatum*, producing the anticancer compound asperphenamate. *FEMS Microbiology Letters*, 2013, vol. 339, no. 2, pp. 77-92. ISSN 03781097. DOI 10.1111/1574-6968.12054.

**FRYE, C.B. y REINHARDT, D.J.**, Characterization of groups of the zygomycete genus *Rhizopus*. *Mycopathologia*, 1993, vol. 124, no. 3, pp. 139-147. ISSN 0301486X. DOI 10.1007/BF01103730.

**FUENTES AGUILAR, L.**, Interpretación y análisis de suelos. *Investigaciones Geográficas*, 1971, vol. 1, no. 4. ISSN 0188-4611. DOI 10.14350/riig.58865.

**FUJIMURA, R. et al.**, Draft genome sequence of the betaproteobacterial endosymbiont associated with the fungus *Mortierella elongata* FMR23-6. *Genome Announcements*, 2014, vol. 2, no. 6, pp. e01272--14. ISSN 21698287. DOI 10.1128/genomeA.01272-14.

**GAILLARD-MARTINIE, B. et al.**, *Piromyces citronii* sp. nov., a strictly anaerobic fungus from the equine caecum: a morphological, metabolic, and ultrastructural study. *FEMS Microbiology Letters*, 1995, vol. 130, no. 2-3, pp. 321-326. ISSN 03781097. DOI 10.1111/j.1574-6968.1995.tb07738.x.

**GARNICA, S. et al.**, Reconstructing the evolution of agarics from nuclear gene sequences and basidiospore ultrastructure. *Mycological Research*, 2007, vol. 111, no. 9, pp. 1019-1029. ISSN 09537562. DOI 10.1016/j.mycres.2007.03.019.

**GARNICA, S. et al.**, Tracking the evolutionary history of *Cortinarius* species in section *Calochroi*, with transoceanic disjunct distributions. *BMC Evolutionary Biology*, 2011, vol. 11, no. 1, pp. 213-231. ISSN 14712148. DOI 10.1186/1471-2148-11-213.

**GASONI, L. y DE GURFINKEL, B.S.**, The endophyte *Cladorrhinum foecundissimum* in cotton roots: Phosphorus uptake and host growth. *Mycological Research*, 1997, vol. 101, no. 7, pp. 867-870. ISSN 09537562. DOI 10.1017/S0953756296003462.

**GASTÉLUM, L.B.V.**, Análisis metagenómico de la diversidad fúngica de un ecosistema semi-árido de Baja California., 2013,

**GAVANDE, A.**, Apunte de edafología. *Suelos* [en línea], 2014, vol. 1, no. 1, pp. 1. Disponible en: [http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/33036/mod\\_resource/content/1/TEMA\\_5\\_POROSIDAD\\_Y\\_AIREACION.pdf](http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/33036/mod_resource/content/1/TEMA_5_POROSIDAD_Y_AIREACION.pdf).

**GIDDINGS, L. y NEWMAN, D.J.**, *Fungi in Extreme Environments: Ecological Role and Biotechnological Significance*. S.l.: s.n. 2019. ISBN 9783030190309.

**GIDE, A.**, Informe de Resultados. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1967, pp. 5-24.

**GIELEN, R. et al.**, Fungi Recorded on Folivorous Lepidoptera: High Diversity Despite Moderate Prevalence. *Journal of Fungi*, 2021, vol. 7, no. 1, pp. 25. ISSN 2309608X. DOI 10.3390/jof7010025.

**GOH, J. et al.**, First report of six trichoderma species isolated from freshwater environment in Korea. *Korean Journal of Mycology*, 2018, vol. 46, no. 3, pp. 213-225. ISSN 23835249. DOI 10.4489/KJM.20180027.

**GOLD, J.J. et al.**, Ultrastructural description of a new chytrid genus of caecum anaerobe, *Caecomycetes equi* gen. nov., sp. nov., assigned to the Neocallimasticaceae. *BioSystems*, 1988, vol. 21, no. 3-4, pp. 403-415. ISSN 03032647. DOI 10.1016/0303-2647(88)90039-1.

**GOMES, E.C.Q. et al.**, Cultivable fungi present in Antarctic soils: taxonomy, phylogeny, diversity, and bioprospecting of antiparasitic and herbicidal metabolites. *Extremophiles*, 2018, vol. 22, no. 3, pp. 381-393. ISSN 14334909. DOI 10.1007/s00792-018-1003-1.

**GORJÓN, S.P. y DE JESUS, M.A.**, *Rectipilus stromatoides* sp. nov. (Agaricales, Basidiomycota), a new cyphelloid fungus from the Brazilian Amazon. *Mycosphere*, 2014, vol. 5, no. 2, pp. 393-396. ISSN 20777019. DOI 10.5943/mycosphere/5/2/12.

**GPS.** [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.gps.gov/spanish.php>.

**GRAMAJE, D. et al.**, Comparative genomic analysis of *dactylonectria torresensis* strains from grapevine, soil and weed highlights potential mechanisms in pathogenicity and endophytic lifestyle. *Journal of Fungi*, 2020, vol. 6, no. 4, pp. 1-23. ISSN 2309608X. DOI 10.3390/jof6040255.

**GRANTINA-IEVINA, L. et al.**, Production of fatty acids by species isolated from temperate climate soils. *Environmental and Experimental Biology* [en línea], 2014, vol. 12, no. April, pp. 15-27. Disponible en: [http://eeb.lu.lv/EEB/201403/EEB%7B%5C%25%7D7B%7B%5C%25%7D5C%7B%5C\\_%7D%7B%5C%25%7D7D12%7B%5C%25%7D7B%7B%5C%25%7D5C%7B%5C\\_%7D%7B%5C%25%7D7DGrantina-Ievina.pdf](http://eeb.lu.lv/EEB/201403/EEB%7B%5C%25%7D7B%7B%5C%25%7D5C%7B%5C_%7D%7B%5C%25%7D7D12%7B%5C%25%7D7B%7B%5C%25%7D5C%7B%5C_%7D%7B%5C%25%7D7DGrantina-Ievina.pdf).

**GREY, A.B.J. et al.**, Screening of Fungi for Antimycobacterial Activity Using a Medium-Throughput Bioluminescence-Based Assay. *Frontiers in Microbiology*, 2021, vol. 12, no. September, pp. 1-15. ISSN 1664302X. DOI 10.3389/fmicb.2021.739995.

**GREY, A.B.J. et al.**, Screening of Fungi for Antimycobacterial Activity Using a Medium-Throughput Bioluminescence-Based Assay. *Frontiers in Microbiology* [en línea], 2021, vol. 12. [Consulta: 2 noviembre 2021]. ISSN 1664302X. DOI 10.3389/fmicb.2021.739995. Disponible en: </pmc/articles/PMC8450596/>.

**GRUNINGER, R.J. et al.**, Anaerobic fungi (phylum Neocallimastigomycota): Advances in understanding their taxonomy, life cycle, ecology, role and biotechnological potential. *FEMS*

*Microbiology Ecology*, 2014, vol. 90, no. 1, pp. 1-17. ISSN 15746941. DOI 10.1111/1574-6941.12383.

**GUIJARRO-FUERTE**S, M. et al., Andean blueberry (*Vaccinium floribundum*) bread: Physicochemical properties and bioaccessibility of antioxidants. *Food Science and Technology*, 2019, vol. 39, no. July, pp. 56-62. ISSN 1678457X. DOI 10.1590/fst.30317.

**GUINDON, S. y GASCUEL, O.**, A Simple, Fast, and Accurate Algorithm to Estimate Large Phylogenies by Maximum Likelihood. *Systematic Biology*, 2003, vol. 52, no. 5, pp. 696-704. ISSN 10635157. DOI 10.1080/10635150390235520.

**HACH**, Manual. [en línea]. 2010, [Consulta: 10 septiembre 2021]. Disponible en: [https://support.hach.com/ci/okcsFattach/get/1003352\\_4](https://support.hach.com/ci/okcsFattach/get/1003352_4).

**HAYES, M.A.**, The Geomyces Fungi: Ecology and Distribution. *BioScience*, 2012, vol. 62, no. 9. DOI 10.1525/bio.2012.62.9.7.

**HEO, Y.M. et al.**, Fungal diversity in intertidal mudflats and abandoned solar salterns as a source for biological resources. *Marine Drugs*, 2019, vol. 17, no. 11. ISSN 16603397. DOI 10.3390/md17110601.

**HERNÁNDEZ-RESTREPO, M. et al.**, Phylogeny of saprobic microfungi from Southern Europe. *Studies in Mycology*, 2017, vol. 86, pp. 53-97. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2017.05.002.

**HIGGINS, D. et al.**, Etiology of halo blight in Michigan hopyards. *Plant Disease*, 2020, pp. 1-62. ISSN 0191-2917. DOI 10.1094/pdis-05-20-0924-re.

**HOANG, V.A. et al.**, *Chryseobacterium yeoncheonense* sp. nov., with ginsenoside converting activity isolated from soil of a ginseng field. *Archives of Microbiology*, 2013, vol. 195, no. 7, pp. 463-471. ISSN 03028933. DOI 10.1007/s00203-013-0898-2.

**HOFSTEDE, R. et al.**, Los Páramos del Mundo. [en línea], 2003, [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec).

**HONGSANAN, S. et al.**, Refined families of dothideomycetes: Dothideomycetidae and pleosporomycetidae. *Mycosphere*, 2020, vol. 11, no. 1, pp. 1553-2107. DOI 10.5943/MYCOSPHERE/11/1/13.

**HOOG, G.S. et al.**, Waterborne Exophiala species causing disease in cold-blooded animals. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2011, vol. 27, pp. 46-72. ISSN 00315850. DOI 10.3767/003158511X614258.

**HOSSEYNI MOGHADDAM, M.S. et al.**, Endophytic association of bioactive and halotolerant *Humicola fuscoatra* with halophytic plants, and its capability of producing anthraquinone and anthranol derivatives. *Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology* [en línea], 2020, vol. 113, no. 2, pp. 279-291. ISSN 15729699. DOI 10.1007/s10482-019-01336-x. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10482-019-01336-x>.

**HOSSEYNI MOGHADDAM, M.S. et al.**, Endophytic association of bioactive and halotolerant *Humicola fuscoatra* with halophytic plants, and its capability of producing anthraquinone and anthranol derivatives. *Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology*, 2020, vol. 113, no. 2, pp. 279-291. ISSN 15729699. DOI 10.1007/s10482-019-01336-x.

**HOUBRAKEN, J. et al.**, A taxonomic and phylogenetic revision of *Penicillium* section *Aspergilloides*. *Studies in Mycology* [en línea], 2014, vol. 78, no. 1, pp. 373-451. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2014.09.002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.002>.

**HU, W. et al.**, Studies on characteristics and anti-diabetic and -nephritic effects of polysaccharides isolated from *Paecilomyces hepiali* fermentation mycelium in db/db mice. *Carbohydrate Polymers* [en línea], 2020, vol. 232, no. August 2019, pp. 115766. ISSN 01448617. DOI 10.1016/j.carbpol.2019.115766. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115766>.

**HUSTAD, V.P. y MILLER, A.N.**, Studies in the genus *Glutinoglossum*. *Mycologia*, 2015, vol. 107, no. 3, pp. 647-657. ISSN 15572536. DOI 10.3852/14-328.

**HYDE, K.D. et al.**, Fungal diversity notes 1151–1276: taxonomic and phylogenetic contributions on genera and species of fungal taxa. *Fungal Diversity*, 2020, vol. 100, no. 1, pp. 5-277. DOI 10.1007/S13225-020-00439-5.

**INDUNIL CHINTHANI, S. et al.**, Morphological approaches in studying fungi: collection, examination, isolation, sporulation and preservation. *Mycosphere*, 2020, vol. 11, no. 1, pp. 2678-2754. DOI 10.5943/MYCOSPHERE/11/1/20.

**INGOLD, C.T.** file:///C:/Users/HP/Desktop/TESIS/bensch2018. pd. et al., *Volucrispora graminea* sp.nov. *Transactions of the British Mycological Society*, 1968, vol. 51, no. 2, pp. 325-328. ISSN 00071536. DOI 10.1016/s0007-1536(68)80068-3.

**ISOLA, D. et al.**, Extremotolerant rock inhabiting black fungi from Italian monumental sites. *Fungal Diversity*, 2016, vol. 76, no. 1, pp. 75-96. ISSN 18789129. DOI 10.1007/s13225-015-0342-9.

**JAIN, J. et al.**, Purification and kinetics of a protease-resistant, neutral, and thermostable phytase from *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* JJBS250 ameliorating food nutrition. *Preparative Biochemistry and Biotechnology* [en línea], 2018, vol. 48, no. 8, pp. 718-724. ISSN 15322297. DOI 10.1080/10826068.2018.1487848. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10826068.2018.1487848>.

**JAKLITSCH, W.M. et al.**, Blue pigment in *Hypocrea caerulescens* sp. Nov. And two additional new species in sect. *Trichoderma*. *Mycologia*, 2012, vol. 104, no. 4, pp. 925-941. ISSN 00275514. DOI 10.3852/11-327.

**JAMES, S.A. et al.**, *Apiotrichum terrigenum* sp. Nov., a soil-associated yeast found in both the UK and mainland Europe. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2016, vol. 66, no. 12, pp. 5046-5050. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijsem.0.001467.

**JANETH, A. y LEÓN, P.**, UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ Colegio de Posgrados Exploring the microbiome composition of the rhizosphere associated with the wild Andean blueberry (*Vaccinium floribundum*, Kunth) in the highlands of Ecuador., [sin fecha],

**JEEWON, R. y HYDE, K.D.**, Establishing species boundaries and new taxa among fungi: Recommendations to resolve taxonomic ambiguities. *Mycosphere*, 2016, vol. 7, no. 11, pp. 1669-1677. DOI 10.5943/MYCOSPHERE/7/11/4.

**JIANG, H.-B. et al.**, Reappraisal of *Immotthia* in Dictyosporiaceae, Pleosporales: Introducing *Immotthia bambusae* sp. nov. and *Pseudocyclothyriella clematidis* comb. et gen. nov. Based on Morphology and Phylogeny. *Frontiers in Microbiology* [en línea], 2021, vol. 12. [Consulta: 13 octubre 2021]. DOI 10.3389/FMICB.2021.656235. Disponible en: /pmc/articles/PMC8137994/.

**JIANG, H.B. et al.**, Reappraisal of *Immotthia* in Dictyosporiaceae, Pleosporales: Introducing *Immotthia bambusae* sp. nov. and *Pseudocyclothyriella clematidis* comb. et gen. nov. Based on Morphology and Phylogeny. *Frontiers in Microbiology*, 2021, vol. 12. DOI 10.3389/FMICB.2021.656235/FULL.

**JIANG, H.B. et al.**, Taxonomic and phylogenetic characterizations reveal three new species of *Mendogia* (Myriangiaceae, Myriangiales). *Mycological Progress*, 2020, vol. 19, no. 1, pp. 41-51. DOI 10.1007/S11557-019-01540-Z.

**JIANG, H.B. et al.**, *Vamsapriya yunnana*, a new species of *Vamsapriya* (Xylariaceae, Xylariales) associated with bamboo from Yunnan, China. *Phytotaxa*, 2018, vol. 356, no. 1, pp. 61-70. DOI 10.11646/PHYTOTAXA.356.1.5.

**KARIMZADEH, S. y FOTOUHIFAR, K.B.**, Report on some fungi associated with leaf spot symptoms of self-growing plants in Chaharmahal and Bakhtiari province (Iran) T. *Rostaniha*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 121-140. ISSN 24236608. DOI 10.22092/BOTANY.2020.342799.1199.

**KARTALI, T. et al.**, Detection and molecular characterization of novel dsrna viruses related to the totiviridae family in *Umbelopsis ramanniana*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2019, vol. 9, no. JUL, pp. 249. ISSN 22352988. DOI 10.3389/fcimb.2019.00249.

**KARYANTO, A. et al.**, Collembola, Acari e outros grupos da mesofauna do solo – O método de Berlese. *Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade.*, 2010, no. October 2020, pp. 367.

**KATOH, K. et al.**, MAFFT online service: Multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics*, 2018, vol. 20, no. 4, pp. 1160-1166. DOI 10.1093/BIB/BBX108.

**KEDVES, O. et al.**, *Epidemiology, biotic interactions and biological control of armillarioids in the northern Hemisphere* [en línea]. 1 enero 2021. S.l.: Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). [Consulta: 13 octubre 2021]. Disponible en: /pmc/articles/PMC7830283/.

**KEPLER, R.M. et al.**, Clarification of generic and species boundaries for *Metarhizium* and related fungi through multigene phylogenetics. *Mycologia*, 2014, vol. 106, no. 4, pp. 811-829. ISSN 15572536. DOI 10.3852/13-319.

**KREDICS, L.**, Investigation of biologically active peptaibol compounds produced by members of the filamentous fungal genus *Trichoderma* Supervisors : Doctoral School of Biology. , 2020,

**KUMAR, R. et al.**, Genome assembly of *Chryseobacterium polytrichastri* ERMR1:04, a psychrotolerant bacterium with cold active proteases, isolated from east rathong glacier in India. *Genome Announcements*, 2015, vol. 3, no. 6, pp. 2014-2015. ISSN 21698287. DOI 10.1128/genomeA.01305-15.

**LA SCOLA, B. et al.**, *Bosea eneeae* sp. nov., *Bosea massiliensis* sp. nov. and *Bosea vestrisii* sp. nov., isolated from hospital water supplies, and emendation of the genus *Bosea* (Das et al. 1996). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2003, vol. 53, no. 1, pp. 15-20. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijms.0.02127-0.

**LA SCOLA, B. et al.**, Description of *Afipia birgiae* sp. nov. and *Afipia massiliensis* sp. nov. and recognition of *Afipia felis* genospecies A. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2002, vol. 52, no. 5, pp. 1773-1782. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijms.0.02149-0.

**LANCHEROS, H.**, Caracterización de las micorrizas nativas en agraz *Vaccinium meridionale* Swartz y evaluación de su efecto sobre el crecimiento plantular. *Universidad Nacional de Colombia*, 2012, pp. 141.

**LECHAT, C. y ROSSMAN, A.,** A new species of Fusicolla (Hypocreales), *F. ossicola*, from Belgium. *Ascomycete.org*, 2017, vol. 9, no. 6, pp. 225-228.

**LEMUS, Y.A. et al.,** Determinación de la factibilidad del hongo *Metarhizium anisopliae* para ser usado como control biológico de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*). *Rev. Cien. Guill. Ockham*. [en línea], 2008, vol. 6(1), no. 1, pp. 31-40. ISSN 2256-3202. DOI 10.21500/22563202.517. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1053/105312257007.pdf> or <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105312257007>.

**Leningrad, U.S.S.R.** 716. , 1972, vol. 21, pp. 1971.

**LI, C.S. et al.,** NF- $\kappa$ B inhibitors, unique  $\gamma$ -pyranol- $\gamma$ -lactams with sulfide and sulfoxide moieties from Hawaiian plant *Lycopodiella cernua* derived fungus *Paraphaeosphaeria neglecta* FT462. *Scientific Reports*, 2017, vol. 7, no. 1, pp. 1-10. ISSN 20452322. DOI 10.1038/s41598-017-10537-1.

**LI, G.J. et al.,** Fungal diversity notes 253–366: taxonomic and phylogenetic contributions to fungal taxa. *Fungal Diversity*, 2016, vol. 78, no. 1, pp. 1-237. ISSN 18789129. DOI 10.1007/s13225-016-0366-9.

**LIBKIND, D. et al.,** Cystobasidiomycetes yeasts from Patagonia (Argentina): Description of *Rhodotorula meli* sp. nov. from glacial meltwater. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2010, vol. 60, no. 9, pp. 2251-2256. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijs.0.018499-0.

**LIM, Y.W. et al.,** Assessment of soil fungal communities using pyrosequencing. *Journal of Microbiology*, 2010, vol. 48, no. 3, pp. 284-289. ISSN 12258873. DOI 10.1007/s12275-010-9369-5.

**LIN, L.C. et al.,** Characteristics of root-cultivable endophytic fungi from *Rhododendron ovatum* Planch. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2019, vol. 50, no. 1, pp. 185-193. ISSN 16784405. DOI 10.1007/s42770-018-0011-8.

**LIRA, V.L.,** P á g i n a | 159 Artigos Biocontrole de espécies de Trichoderma... , 2018, pp. 159-166.

**LIU, F. et al.**, Sporocadaceae, a family of coelomycetous fungi with appendage-bearing conidia. *Studies in Mycology* [en línea], 2019, vol. 92, pp. 287-415. [Consulta: 14 mayo 2021]. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2018.11.001. Disponible en: /pmc/articles/PMC6298422/.

**LIU, J.K. et al.**, *Astrosphaeriella* is polyphyletic, with species in *Fissuroma* gen. nov., and *Neoastrosphaeriella* gen. nov. *Fungal Diversity*, 2011, vol. 51, pp. 135-154. DOI 10.1007/S13225-011-0142-9.

**LIU, J.K. et al.**, Roussoellaceae, a new pleosporalean family to accommodate the genera *Neorousoella* gen. nov., *Rousoella* and *Rousoellopsis*. *Phytotaxa*, 2014, vol. 181, no. 1, pp. 1-33. DOI 10.11646/PHYTOTAXA.181.1.1.

**LIU, T. et al.**, Levels of rhizome endophytic fungi fluctuate in *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* as plants age. *Plant Diversity* [en línea], 2017, vol. 39, no. 1, pp. 60-64. ISSN 24682659. DOI 10.1016/j.pld.2016.11.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pld.2016.11.006>.

**LIU, X.Y. et al.**, Backbone tree for Chaetothyriales with four new species of *Minimelanolocus* from aquatic habitats. *Fungal Biology* [en línea], 2015, vol. 119, no. 11, pp. 1046-1062. ISSN 18786146. DOI 10.1016/j.funbio.2015.08.005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.funbio.2015.08.005>.

**LLAMAS, M. et al.**, Screening of oleaginous yeasts for lipid production using volatile fatty acids as substrate. *Biomass and Bioenergy*, 2020, vol. 138, no. November 2019, pp. 1-10. ISSN 18732909. DOI 10.1016/j.biombioe.2020.105553.

**LLAMBÍ, L. et al.**, *Páramos Andinos: Ecología, hidrología y suelos de páramos* [en línea]. S.l.: s.n. 2012. ISBN 9789942115492. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56477.pdf>.

**LLAMBÍ, L.D. et al.**, *Páramos Andinos Ecología, hidrología y suelos de páramos PROYECTO PÁRAMO ANDINO* Agosto 2012. [en línea], [sin fecha], [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec).

**LLIVISACA, S. et al.**, Chemical, antimicrobial, and molecular characterization of mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) fruits and leaves. *Food Science and Nutrition*, 2018, vol. 6, no. 4, pp. 934-942. ISSN 20487177. DOI 10.1002/FSN3.638.

**LOIZIDES, M. et al.**, Combined phylogenetic and morphological studies of true morels (Pezizales, Ascomycota) in Cyprus reveal significant diversity, including *Morchella arbutiphila* and *M. disparilis* spp. nov. *Mycological Progress*, 2016, vol. 15, no. 4. ISSN 18618952. DOI 10.1007/s11557-016-1180-1.

**LOMBARD, L. et al.**, Generic hyper-diversity in Stachybotriaceae. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* [en línea], 2016, vol. 36, no. JUNE, pp. 156-246. [Consulta: 12 mayo 2021]. ISSN 18789080. DOI 10.3767/003158516X691582. Disponible en: [/pmc/articles/PMC4988370/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34988370/).

**LOMBARD, L. et al.**, Ilyonectria black foot rot associated with Proteaceae. *Australasian Plant Pathology*, 2013, vol. 42, no. 3, pp. 337-349. ISSN 08153191. DOI 10.1007/s13313-012-0188-5.

**LÓPEZ-LIMA, D. et al.**, Integrated management of *Globodera rostochiensis*: a novel biocontrol agent, crop rotation and fallow. *Journal of Plant Diseases and Protection* [en línea], 2020, vol. 127, no. 5, pp. 633-640. ISSN 18613837. DOI 10.1007/s41348-020-00325-x. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00325-x>.

**LU, X.H. et al.**, Taxonomy of fungal complex causing red-skin root of *Panax ginseng* in China. *Journal of Ginseng Research* [en línea], 2020, vol. 44, no. 3, pp. 506-518. ISSN 12268453. DOI 10.1016/j.jgr.2019.01.006. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jgr.2019.01.006>.

**LUANGSA-ARD, J. et al.**, Novel and interesting *Ophiocordyceps* spp. (Ophiocordycipitaceae, Hypocreales) with superficial perithecia from Thailand. *Studies in Mycology* [en línea], 2018, vol. 89, pp. 125-142. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2018.02.001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.02.001>.

**LUTEYN, J.L. et al.**, for neotropical blueberries ( Ericaceae : Vaccinieae ). , 1999, vol. 51, no. 3, pp. 280-302.

**LVAREZ, E. et al.**, Two new species of *Mucor* from clinical samples. *Medical Mycology*, 2010, vol. 49, no. 1, pp. 62-72. ISSN 13693786. DOI 10.3109/13693786.2010.499521.

**MADHAIYAN, M. et al.**, *Mucilaginibacter gossypii* sp. nov. and *Mucilaginibacter gossypiiicola* sp. nov., plant-growth-promoting bacteria isolated from cotton rhizosphere soils. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2010, vol. 60, no. 10, pp. 2451-2457. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijs.0.018713-0.

**MADRID, H. et al.**, *Ramophialophora humicola* and *Fibulochlamys chilensis*, two new microfungi from soil. *Mycologia*, 2010, vol. 102, no. 3, pp. 605-612. ISSN 00275514. DOI 10.3852/09-128.

**MÄNNISTÖ, M.K. et al.**, *Granulicella arctica* sp. nov., *granulicella mallensis* sp. nov., *granulicella tundricola* sp. nov. and *granulicella sapmiensis* sp. nov., novel acidobacteria from tundra soil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2012, vol. 62, no. 9, pp. 2097-2106. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijs.0.031864-0.

**MARES-PONCE DE LEÓN, Y. et al.**, Identificación morfológica y molecular de especies de *Mortierella* asociados a rizosfera de manzanos con síntomas de enfermedades radiculares. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 2017, vol. 36, no. 1, pp. 184-195. ISSN 0185-3309. DOI 10.18781/r.mex.fit.1710-2.

**MARIN-FELIX, Y. et al.**, Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 3. *Studies in Mycology*, 2019, vol. 94, no. June, pp. 1-124. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2019.05.001.

**MÁRQUEZ-GUTIÉRREZ, E.M. et al.**, El género *Metarhizium* Sorokin y su aplicación en el control de insectos plagas. *Revista Cubana De Ciencias Biológicas*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 1-13. ISSN 2307695X.

**MARTÍNEZ H, E. et al.**, Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal* [en línea], 2008, vol. 8, no. 1, pp. 68-96. [Consulta: 10 septiembre 2021]. ISSN 0718-2791. DOI 10.4067/S0718-27912008000100006. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27912008000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

**MECHANISMS, T.**, 稻曲病菌菌核降解微生物的筛选与作用机制分析., 2016, vol. 32, no. 2, pp. 258-264. DOI 10.16409/j.cnki.2095-039x.2016.02.018.

**MENA, P. et al.**, [sin fecha]. Páramo. [en línea]. [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56325.pdf>.

**MENA, P. et al.**, Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. *EcoCiencia, Editorial Universitaria ABYA-YALA* [en línea]. 2011, [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56325.pdf>.

**MIDDELHOVEN, W.J.**, *Trichosporon wieringae* sp.nov., an anamorphic basidiomycetous yeast from soil, and assimilation of some phenolic compounds, polysaccharides and other non-conventional carbon sources by saprophytic *Trichosporon* species. *Antonie van Leeuwenhoek*, 2004, vol. 86, no. 4, pp. 329-337. ISSN 0003-6072. DOI 10.1007/s10482-004-0226-6.

**MÓNICA, M.R. et al.**, Botánica económica de los andes centrales editado por., 2006,

**MONKAI, J. et al.**, *Distoseptispora hydei* sp. nov. (Distoseptisporaceae), a novel lignicolous fungus on decaying bamboo in Thailand. *Phytotaxa*, 2020, vol. 459, no. 2, pp. 93-107. DOI 10.11646/PHYTOTAXA.459.2.1.

**MONTERO-CALASANZ, M. del C. et al.**, *Chryseobacterium oleae* sp. nov., an efficient plant growth promoting bacterium in the rooting induction of olive tree (*Olea europaea* L.) cuttings and emended descriptions of the genus *Chryseobacterium*, *C. daecheongense*, *C. gambrini*, *C. gleum*, *C. joostei*, . *Systematic and Applied Microbiology*, 2014, vol. 37, no. 5, pp. 342-350. ISSN 16180984. DOI 10.1016/j.syapm.2014.04.004.

**MORENO RESÉNDEZ, A. et al.**, Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2018, vol. 20, no. 1, pp. 68-83. ISSN 0123-3475. DOI 10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707.

**MORPHOLA**, Equipos de muestreo de cilindros de suelo. - morphola. [en línea]. 2009, [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: <https://morphola.com/equipos-de-muestreo-de-cilindros-de-suelo/>.

**MOSQUERA, A.J. et al.**, Actividad Antioxidante del Fruto Liofilizado de Palma Naidi View project Determinación del efecto alergénico in vitro e in vivo de una nueva fórmula infantil para lactantes a base de leche entera de vaca diluida y fortificada con micronutrientes View proj. [en línea], 2015, pp. 1-21. [Consulta: 29 mayo 2022]. DOI 10.13140/RG.2.1.3509.8084. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/282247658>.

**N. G., I. et al.**, Molecular Characterization of Fungi Associated with Cowdung-impacted Soil. *Nigerian Journal of Pure and Applied Sciences*, 2020, vol. 33, no. 2, pp. 3819-3827. ISSN 2756-3928. DOI 10.48198/njpas/20. b10.

**NAGAHAMA, T. et al.**, *Rhodotorula lamellibrachii* sp. nov., a new yeast species from a tubeworm collected at the deep-sea floor in Sagami Bay and its phylogenetic analysis. *Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology*, 2001, vol. 80, no. 3-4, pp. 317-323. ISSN 00036072. DOI 10.1023/A:1013043301388.

**NAZARENO, C. et al.**, Micorrizas arbusculares Biología y aplicaciones en el sector agro-forestal. *Libros de Cátedra*, 2011, pp. 52-63.

**NGUYEN, T.T.T. et al.**, First Records of Rare Ascomycete Fungi, *Acrostalagmus luteoalbus*, *Bartalinia robillardoides*, and *Collariella carteri* from Freshwater Samples in Korea. *Mycobiology* [en línea], 2019, vol. 47, no. 1, pp. 1-11. ISSN 20929323. DOI 10.1080/12298093.2018.1550894. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/12298093.2018.1550894>.

**NGUYEN, T. et al.**, Isolation and Characterization of Four Unrecorded *Mucor* Species in Korea. *Mycobiology*, 2020, vol. 48, no. 1, pp. 29-36. ISSN 1229-8093. DOI 10.1080/12298093.2019.1703373.

**A.M. ABDEL-AZEEM (ed.)**, *Fungal Diversity* [en línea], 2020, vol. 3, no. 1, pp. 1-12. [Consulta: 10 enero 2021]. ISSN 00275514. DOI [doi.org/10.3114/fuse.2020.05.13](https://doi.org/10.3114/fuse.2020.05.13) Japanese. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/14/Pacheco-Juan.pdf>.

**O'DONNELL, K. et al.**, Multilocus genotyping and molecular phylogenetics resolve a novel head blight pathogen within the *Fusarium graminearum* species complex from Ethiopia. *Fungal Genetics*

*and Biology* [en línea], 2008, vol. 45, no. 11, pp. 1514-1522. ISSN 10871845. DOI 10.1016/j.fgb.2008.09.002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fgb.2008.09.002>.

**OHAUS**, OHAUS | Balanzas Analíticas. [en línea]. 2009, [Consulta: 3 septiembre 2021]. Disponible en: <https://mx.ohaus.com/es-MX/Products/Balances-Scales/Analytical-Balances>.

**OJAGHIAN, S. et al.**, Effect of volatiles produced by *Trichoderma* spp. on expression of glutathione transferase genes in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Biological Control* [en línea], 2019, vol. 136, no. May, pp. 103999. ISSN 10499644. DOI 10.1016/j.biocontrol.2019.103999. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.103999>.

**OZIMEK, E. y HANAKA, A.**, *Mortierella* species as the plant growth-promoting fungi present in the agricultural soils. 2021. S.l.: s.n.

**PACASA-QUISBERT, F. et al.**, Comunidad de hongos filamentosos en suelos del Agroecosistema de Kiphak'iphani, Comunidad Choquenaira-Viacha. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2017, vol. 8, no. 1.

**PAGNIER, I. et al.**, Genome sequence of *Afipia birgiae*, a rare bacterium associated with amoebae. *Journal of Bacteriology*, 2012, vol. 194, no. 24, pp. 7018. ISSN 00219193. DOI 10.1128/JB.01918-12.

**PARK, H. y EOM, A.H.**, Three Unreported Endophytic Fungi Isolated from Conifer Leaves of *Pinus densiflora* in Korea. *Korean Journal of Mycology*, 2019, vol. 47, no. 1, pp. 35-42. ISSN 23835249. DOI 10.4489/KJM.20190005.

**PARK, M.S. et al.**, *Chryseobacterium soldanellicola* sp. nov. and *Chryseobacterium taeanense* sp. nov., isolated from roots of sand-dune plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2006, vol. 56, no. 2, pp. 433-438. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijs.0.63825-0.

**PARK, S.E. et al.**, *Emticicia sediminis* sp. Nov. isolated from sediment of a shallow stream. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2015, vol. 65, no. 8, pp. 2496-2499. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijs.0.000292.

**PARKINSON, L.E. et al.**, Development of Three Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) Assays for the Rapid Detection of *Calonectria ilicicola*, *Dactylonectria macrodidyma*, and the *Dactylonectria* Genus in Avocado Roots. [en línea], 2019, [Consulta: 11 mayo 2021]. DOI 10.1094/PDIS-11-18-2005-RE. Disponible en: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-2005-RE>.

**PARR, A.J. y BOLWELL, G.P.**, Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2000, vol. 80, no. 7, pp. 985-1012. ISSN 00225142. DOI 10.1002/(sici)1097-0010(20000515)80:7<985: aid-jsfa572>3.3.co;2-z.

**PÉREZ, M.R. et al.**, Tesis defendida por Lluvia Beatriz Vargas Gastélum y aprobada por el siguiente Comité., 2013, pp. 11-12.

**PETERSON, S.W. et al.**, Expanding the species and chemical diversity of penicillium section cinnamopurpurea. *PLoS ONE*, 2015, vol. 10, no. 4. ISSN 19326203. DOI 10.1371/journal.pone.0121987.

**PETERSON, S.W. y SIGLER, L.**, Four new *Penicillium* species having *Thysanophora*-like melanized conidiophores. *Mycological Research*, 2002, vol. 106, no. 9, pp. 1109-1118. ISSN 09537562. DOI 10.1017/S0953756202006433.

**PHOOKAMSAK, R. et al.**, Epitypification of two bambusicolous fungi from Thailand. *Cryptogamie, Mycologie*, 2014, vol. 35, no. 3, pp. 239-256. DOI 10.7872/CRYM.V35.ISS3.2014.239.

**PHOOKAMSAK, R. et al.**, Phylogenetic characterization of two novel *Kamalomycetes* species in Tubeufiaceae (Tubeufiales). *Mycological Progress*, 2018, vol. 17, no. 5, pp. 647-660. DOI 10.1007/S11557-017-1365-2.

**PHOOKAMSAK, R. et al.**, Towards a natural classification of *Astrosphaeriella*-like species; introducing *Astrosphaeriellaceae* and *Pseudoastrosphaeriellaceae* fam. nov. and *Astrosphaeriellopsis*, gen. nov. *Fungal Diversity*, 2015, vol. 74, no. 1, pp. 143-197. DOI 10.1007/S13225-015-0352-7.

**PHUKHAMSAKDA, C. et al.**, Microfungi associated with Clematis (Ranunculaceae) with an integrated approach to delimiting species boundaries. *Fungal Diversity*, 2020, vol. 102, no. 1. DOI 10.1007/S13225-020-00448-4.

**PIMENTA, R.S. et al.**, Geotrichum silvicola sp. nov., a novel asexual arthroconidial yeast species related to the genus Galactomyces. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2005, vol. 55, no. 1, pp. 497-501. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijms.0.63187-0.

**PIROZYNSKI, K.A.**, Three Hyperparasites of Ascomycetes. *Mycologia*, 1973, vol. 65, no. 4, pp. 761. DOI 10.2307/3758515.

**PÖGGELER, S. y WÖSTEMEYER, J.**, *Evolution of Fungi and Fungal-Like Organisms* [en línea]. S.l.: s.n. 2011. [Consulta: 31 octubre 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=jK8Wz3PSVVoC&printsec=frontcover&dq=The+Mycota:+Evolution+of+Fungi+and+Fungal-Like+Organisms&hl=es&sa=X&ei=SQM6Ure7H-GyyAGinICgCw#v=onepage&q=The+Mycota%3A+Evolution+of+Fungi+and+Fungal-Like+Organisms&f=false>.

**RADISEK, S. et al.**, Occurrence of Cercospora cantuariensis on hop in Austria and Slovenia. *Plant Pathology*, 2009, vol. 58, no. 2, pp. 400. ISSN 00320862. DOI 10.1111/j.1365-3059.2008.01962.x.

**RAGHUKUMAR, S.**, Fungi: Characteristics and Classification. *Fungi in Coastal and Oceanic Marine Ecosystems*. S.l.: s.n., 2017, pp. 1-15.

**RAIMONDO, M.L. y CARLUCCI, A.**, Characterization and pathogenicity of Plectosphaerella spp. collected from basil and parsley in Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 2018, vol. 57, no. 2, pp. 284-295. ISSN 15932095. DOI 10.14601/Phytopathol\_Mediterr-23206.

**RAMAN, T. y MUTHUKATHAN, G.**, Field suppression of Fusarium wilt disease in banana by the combined application of native endophytic and rhizospheric bacterial isolates possessing multiple functions. *Phytopathologia Mediterranea*, 2015, vol. 54, no. 2, pp. 241-252. DOI 10.14601/Phytopathol.

**RANNALA, B. y YANG, Z.**, Probability distribution of molecular evolutionary trees: A new method of phylogenetic inference. *Journal of Molecular Evolution*, 1996, vol. 43, no. 3, pp. 304-311. DOI 10.1007/BF02338839.

**RAO, H.C.Y. et al.**, Molecular profiling and antimicrobial potential of endophytic Gliomastix polychroma CLB32 inhabiting Combretum latifolium Blume. *Mycology*, 2015, vol. 6, no. 3-4, pp. 176-181. ISSN 21501211. DOI 10.1080/21501203.2015.1113207.

**REZNICEK, O. et al.**, Draft genome sequence of Phenylobacterium immobile strain E (DSM 1986), isolated from uncontaminated soil in Ecuador. *Genome Announcements*, 2015, vol. 3, no. 3, pp. 10-11. ISSN 21698287. DOI 10.1128/genomeA.00420-15.

**RHIZOBIUM, G.E.**, Complete Genome Sequence of the Sesbania Symbiont and Rice. *Nucleic acids research*, 2013, vol. 1, no. 1256879, pp. 13-14. ISSN 1362-4962; 0305-1048. DOI 10.1093/nar.

**ROJANO, B. et al.**, Determinación de la actividad antioxidante en un modelo de peroxidación lipídica de mantequilla inhibida por el isoespintanol. *Vitae, Revista De La Facultad De Química Farmacéutica* [en línea], 2008, vol. 15, no. 2, pp. 212-218. ISSN 0121-4004, 2145-2660. Disponible en: [http:](http://)

**RONQUIST, F. y HUELSENBECK, J.P.**, MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 2003, vol. 19, no. 12, pp. 1572-1574. DOI 10.1093/BIOINFORMATICS/BTG180.

**ROSERO, G.**, Escuela superior politécnica de chimborazo "evaluación de carbono orgánico del suelo en el Previo a la obtención del título de., 2019.

**RUBIO, A.M., 2010.** *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornoques*. S.l.: s.n.

**RUDAWSKA, M. et al.**, Shifts in taxonomical and functional structure of ectomycorrhizal fungal community of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) underpinned by partner tree ageing. *Pedobiologia*, 2018, vol. 71, pp. 20-30. ISSN 00314056. DOI 10.1016/j.pedobi.2018.08.003.

**SAMERPITAK, K. et al.**, Three New Species of the Genus *Ochroconis*. *Mycopathologia*, 2015, vol. 180, no. 1-2, pp. 7-17. ISSN 15730832. DOI 10.1007/s11046-015-9910-5.

**SANDOVAL-DENIS, M. et al.**, Redefining *Microascus*, *Scopulariopsis* and allied genera. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2016, vol. 36, no. JUNE, pp. 1-36. ISSN 18789080. DOI 10.3767/003158516X688027.

**SANTAMARÍA, P. et al.**, Estudio etnobotánico del mortiño (*vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja*, 2012, vol. 16, no. 2, pp. 5. ISSN 1390-3799. DOI 10.17163/lgr.n16.2012.01.

**SCHLATTER, D.C. et al.**, Core rhizosphere microbiomes of dryland wheat are influenced by location and land use history. *Applied and Environmental Microbiology* [en línea], 2020, vol. 86, no. 5. [Consulta: 13 octubre 2021]. ISSN 10985336. DOI 10.1128/AEM.02135-19. Disponible en: </pmc/articles/PMC7028972/>.

**SENANAYAKE, I.**, New geographical records of *Neopestalotiopsis* and *Pestalotiopsis* species in Guangdong Province, China. *Asian Journal of Mycology*, 2020, vol. 3, no. 1, pp. 512-533. DOI 10.5943/ajom/3/1/19.

**SENANAYAKE, I.C. et al.**, Bambusicolous *Arthrimum* Species in Guangdong Province, China. *Frontiers in Microbiology*, 2020, vol. 11. DOI 10.3389/FMICB.2020.602773.

**SENANAYAKE, I.C. et al.**, Towards unraveling relationships in Xylariomycetidae (Sordariomycetes). *Fungal Diversity*, 2015, vol. 73, no. 1, pp. 73-144. DOI 10.1007/S13225-015-0340-Y.

**SERRANO, M.J.S. et al.**, *Botanica Complutensis*, 2001, pp. 1999-2000.

**SETARO, S. et al.**, Sebacinales form ectendomycorrhizas with *Cavendishia nobilis*, a member of the Andean clade of Ericaceae, in the mountain rain forest of southern Ecuador. *New Phytologist* [en línea], 2006, vol. 169, no. 2, pp. 355-365. [Consulta: 24 mayo 2022]. ISSN 1469-8137. DOI 10.1111/J.1469-8137.2005.01583.X. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1469-8137.2005.01583.x>.

**SHARMA, K.M. et al.**, Microbial alkaline proteases: Optimization of production parameters and their properties. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* [en línea], 2017, vol. 15, no. 1, pp. 115-126. ISSN 20905920. DOI 10.1016/j.jgeb.2017.02.001. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jgeb.2017.02.001>.

**SHEN, M. et al.**, *Venturia* species form sooty mold-like colonies on leaves of *Salix*: Introducing *Venturia fuliginosa* sp. nov. *Mycosphere*, 2016, vol. 7, no. 9, pp. 1292-1300. ISSN 20777019. DOI 10.5943/mycosphere/7/9/4.

**SHI, Y.M. et al.**, Georatusin, a Specific Antiparasitic Polyketide-Peptide Hybrid from the Fungus *Geomyces auratus*. *Organic Letters*, 2018, vol. 20, no. 6, pp. 1563-1567. ISSN 15237052. DOI 10.1021/acs.orglett.8b00293.

**SHUEY, M.M. et al.**, Highly Sensitive Quantitative PCR for the Detection and Differentiation of *Pseudogymnoascus destructans* and Other *Pseudogymnoascus* Species. *Applied and environmental microbiology*, 2014, vol. 80, no. 5, pp. 1726-1731. DOI 10.1128/AEM.02897-13.

**SIDDIQI, M.Z. et al.**, *Panacibacter ginsenosidivorans* gen. nov., with ginsenoside converting activity isolated from soil of a ginseng field. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2016, vol. 66, no. 2016, pp. 4039-4045. DOI 10.1099/ijsem.0.001307.

**SILVA, M. et al.**, Exploring fungal mega-diversity: *Pseudocercospora* from Brazil. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2016, vol. 37, no. DECEMBER, pp. 142-172. ISSN 18789080. DOI 10.3767/003158516X691078.

**SMITH, S. y READ, D.**, *Mycorrhizal Symbiosis*. S.l.: s.n. 2008. ISBN 9780123705266.

**SOMMAI, S. et al.**, *Tamhinispora saraburiensis* sp. nov. (tubeufiaceae, dothideomycetes) on bamboo in Thailand based on morphology & phylogenetic analysis. *Phytotaxa*, 2019, vol. 402, no. 1, pp. 1-12. DOI 10.11646/PHYTOTAXA.402.1.1.

**SPATAFORA, J.W. et al.**, New 1F1N species combinations in Ophiocordycipitaceae (Hypocreales). *IMA Fungus*, 2015, vol. 6, no. 2, pp. 357-362. ISSN 22106359. DOI 10.5598/imafungus.2015.06.02.07.

**SUN, Y. et al.**, *Distoseptispora bambusae* sp. nov. (Distoseptisporaceae) on bamboo from China and Thailand. *Biodiversity Data Journal*, 2018, vol. 8. DOI 10.3897/BDJ.8.E53678.

**TANAKA, K. et al.**, Molecular taxonomy of bambusicolous fungi: Tetraplophaeriaceae, a new pleosporalean family with Tetraploa-like anamorphs. *Studies in Mycology*, 2009, vol. 64, pp. 175-209. DOI 10.3114/SIM.2009.64.10.

**TANAKA, K. et al.**, Revision of the Massarineae (Pleosporales, Dothideomycetes). *Studies in Mycology*, 2015, vol. 82, pp. 75-136. DOI 10.1016/J.SIMYCO.2015.10.002.

**TANG, X. et al.**, *Arthrinium bambusicola* (Fungi, Sordariomycetes), a new species from *Schizostachyum brachycladum* in northern Thailand. *Biodiversity Data Journal*, 2020, vol. 23, pp. 1-22. DOI 10.3897/BDJ.8.E58755.

**TAZIK, Z. et al.**, *Ochroconis ferulica* sp. Nov. (venturiales), a fungal endophyte from *ferula ovina*. *Nova Hedwigia*, 2020, vol. 110, no. 3-4, pp. 369-381. ISSN 23637188. DOI 10.1127/nova\_hedwigia/2020/0576.

**TENNAKOON, D.S. et al.**, Leaf litter saprobic Dictyosporiaceae (Pleosporales, Dothideomycetes): *Pseudocoleophoma zingiberacearum* sp. nov. from *Hedychium coronarium*. *Kavaka*, 2019, vol. 53, pp. 1. DOI 10.36460/KAVAKA/53/2019/1-7.

**THERMO SCIENTIFIC**, Thermo Scientific™ Hornos de mufla de mesa de 1100 °C Thermolyne™, 0.04 pies cúbicos, 240 V 50/60 Hz, 4.4 A, 1060 W: Inicio | Fisher Scientific. [en línea].2019, [Consulta: 10 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.fishersci.es/shop/products/thermolyne-benchtop-1100-c-muffle-furnaces/p-4529138>.

**THIYAGARAJA, V.**, Addition to Melanommataceae: a new record of *Alpinaria rhododendri* from Shangri La, China. *Asian Journal of Mycology*, 2020, vol. 3, no. 1, pp. 335-344. DOI 10.5943/ajom/3/1/8.

**TIUNOV, A. V. y SCHEU, S.**, Microfungal communities in soil, litter and casts of *Lumbricus terrestris* L. (Lumbricidae): A laboratory experiment. *Applied Soil Ecology*, 2000, vol. 14, no. 1, pp. 17-26. ISSN 09291393. DOI 10.1016/S0929-1393(99)00050-5.

**TORRES, M.D.L.**, Exploring the microbiome composition of the rhizosphere associated with the wild Andean blueberry (*Vaccinium floribundum*, Kunth) in the highlands of Ecuador. Andrea., 2020,

**TORRES-ANDRADE, P.A.**, Title: Characterization of Fungal Communities in Selected Wood Species by Field Exposure Tests. [en línea]. 2017, S.l.: [Consulta: 14 mayo 2021]. Disponible en: [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate\\_thesis\\_or\\_dissertations/pz50h2004?locale=en](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/pz50h2004?locale=en).

**TURNER, M.**, *Mortierella globulifera* Rostrup. *Transactions of the British Mycological Society*, 1956, vol. 39, no. 3, pp. 291-IN2. ISSN 00071536. DOI 10.1016/s0007-1536(56)80013-2.

**UAEH, 2015.** Selección e identificación de Hongos ectomicorrizas del estado de Hidalgo más competente en medio de cultivo sólido. [en línea]. [Consulta: 24 septiembre 2021]. Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/nuestro\\_alumnado/icap/licenciatura/documentos/Seleccion e identificación de especies.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icap/licenciatura/documentos/Seleccion_e_identificacion_de_especies.pdf).

**UAL**, Micorrizas. [en línea]. 2016, [Consulta: 24 mayo 2022]. Disponible en: <https://w3.ual.es/GruposInv/myco-ual/micorr.htm>.

**UDAGAWA, S. y CAIN, R.F.**, Some new or noteworthy species of the genus *Chaetomium*. *Canadian Journal of Botany*, 1969, vol. 47, no. 12, pp. 1939-1951. ISSN 0008-4026. DOI 10.1139/b69-285.

**ULLCA, J.**, La Granja. Revista de Ciencias de la Vida - Lod rellenos sanitarios. [en línea], 2006, vol. 11, no. 1, pp. 3-14. [Consulta: 9 septiembre 2021]. ISSN 1390-3799. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047400002>.

**VADIVELAN, G. y VENKATESWARAN, G.**, Production and enhancement of Omega-3 fatty acid from *mortierella alpina* CFR-GV15: Its food and therapeutic application. *BioMed Research International*, 2014, vol. 2014. ISSN 23146141. DOI 10.1155/2014/657414.

**VADKERTIOVÁ, R. et al.**, Diversity of yeasts in the soil adjacent to fruit trees of the Rosaceae family. *Yeast*, 2019, vol. 36, no. 10, pp. 617-631. ISSN 10970061. DOI 10.1002/yea.3430.

**VAN DER MERWE, R.**, Occurrence of Canker and Wood Rot Pathogens on Stone Fruit Propagation Material and Young Stone Fruit Trees. [en línea], 2019, no. April. Disponible en: <https://scholar.sun.ac.za>.

**VASCO, C. et al.**, Chemical composition and phenolic compound profile of mortiño (*Vaccinium floribundum* kunth). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009, vol. 57, no. 18, pp. 8274-8281. ISSN 00218561. DOI 10.1021/jf9013586.

**VÁSQUEZ, W.**, Caracterización morfológica de microorganismo, físico-química del suelo y arvenses presentes en el hábitat de crecimiento del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) en el páramo del Volcán Rumiñahui, Pichincha. *Journal of Chemical Information and Modeling* [en línea], 2017, vol. 53, no. 9, pp. 21-25. ISSN 1098-6596. Disponible en: <http://www.elsevier.com/locate/scp>.

**VÁZQUEZ-GARCÍA, A. et al.**, Influencia del pH en el crecimiento de quince cepas de hongos ectomicorizógenos. , 2002, no. 1, pp. 1-15.

**VERKLEY, G.J.M. et al.**, Phylogeny and taxonomy of root-inhabiting *Cryptosporiopsis* species, and *C. rhizophila* sp. nov., a fungus inhabiting roots of several Ericaceae. *Mycological Research*, 2003, vol. 107, no. 6, pp. 689-698. ISSN 09537562. DOI 10.1017/S0953756203007883.

**VIANI, F.A.O.**, El Color del Suelo: definiciones e interpretación. *CENIAP HOY no. 3, seezuela*. [en línea], 2003, vol. 3, no. Septiembre-diciembre. [Consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm).

**VICENTE, C.S.L. et al.**, Insights into the role of fungi in pine wilt disease. *Journal of Fungi*, 2021, vol. 7, no. 9, pp. 1-16. ISSN 2309608X. DOI 10.3390/jof7090780.

**VILGALYS, R. y HESTER, M.**, Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology*, 1990, vol. 172, no. 8, pp. 4238-4246. DOI 10.1128/JB.172.8.4238-4246.1990.

**VISAGIE, C.M. et al.**, A taxonomic review of *Penicillium* species producing conidiophores with solitary phialides, classified in section *Torulomyces*. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2016, vol. 36, no. JUNE, pp. 134-155. ISSN 18789080. DOI 10.3767/003158516X690952.

**VISAGIE, C.M. et al.**, Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in Mycology* [en línea], 2014, vol. 78, no. 1, pp. 343-371. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2014.09.001. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>.

**VITANOVIĆ, E. et al.**, Attraction of the Green Lacewing *Chrysoperla comanche* (Neuroptera: Chrysopidae) to Yeast. *Journal of Chemical Ecology*, 2019, vol. 45, no. 4, pp. 388-391. ISSN 15731561. DOI 10.1007/s10886-019-01060-w.

**WAGNER, L. et al.**, A comprehensive molecular phylogeny of the Mortierellales (Mortierellomycotina) based on nuclear ribosomal DNA. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 2013, vol. 30, pp. 77-93. ISSN 00315850. DOI 10.3767/003158513X666268.

**WANASINGHE, D.N. et al.**, *Fungal diversity notes 709–839: taxonomic and phylogenetic contributions to fungal taxa with an emphasis on fungi on Rosaceae* [en línea]. S.l.: Springer Netherlands. 2018. ISBN 0123456789. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0395-7>.

**WANG, X.W. et al.**, Redefining *Humicola* sensu stricto and related genera in the Chaetomiaceae. *Studies in Mycology*, 2019, vol. 93, no. August 2018, pp. 65-153. ISSN 01660616. DOI 10.1016/j.simyco.2018.07.001.

**WANG, Y. et al.**, Determination of fungal diversity of acidic gruel by using culture-dependent and independent methods. *Food Science and Nutrition*, 2020, vol. 8, no. 11, pp. 5832-5840. ISSN 20487177. DOI 10.1002/fsn3.1844.

**WENNEKER, M.**, Fungal pathogens in pome fruit orchards and causal agents of postharvest decay Marcel Wenneker. , 2019, no. January.

**WFO**, WFO Monographs Details - The William & Lynda Steere Herbarium: *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude. *NYBG Press* [en línea]. 2021, [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/world-flora/monographs-details/?irn=56625>.

**WUCZKOWSKI, M. et al.**, Description of *Holtermanniella* gen. nov., including *Holtermanniella takashimae* sp. nov. and four new combinations, and proposal of the order Holtermanniales to accommodate tremellomycetous yeasts of the *Holtermannia* clade. *International Journal of*

*Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2011, vol. 61, no. 3, pp. 680-689. ISSN 14665026. DOI 10.1099/ijs.0.019737-0.

**XIE, X. et al.**, Contributions to species of Xylariales in China-3. *Collodiscula tubulosa* (Xylariaceae). *Phytotaxa*, 2020, vol. 428, no. 2, pp. 122-130. DOI 10.11646/PHYTOTAXA.428.2.6.

**YADAV, D.R. et al.**, Three new records of *Mortierella* species isolated from crop field soil in Korea. *Mycobiology*, 2015, vol. 43, no. 3, pp. 203-209. ISSN 20929323. DOI 10.5941/MYCO.2015.43.3.203.

**YADAV, D.R. et al.**, Three new records of *Mortierella* species isolated from crop field soil in Korea. *Mycobiology*, 2015, vol. 43, no. 3, pp. 203-209. ISSN 20929323. DOI 10.5941/MYCO.2015.43.3.203.

**YANG, C. et al.**, *Parakarstenia phyllostachydis*, a new genus and species of non-lichenized Odontotremataceae (Ostropales, Ascomycota). *Mycological Progress*, 2019, vol. 18, no. 6, pp. 833-845. DOI 10.1007/S11557-019-01492-4.

**YANG, C.L. et al.**, *Neostagonosporella sichuanensis* gen. Et sp. Nov. (Phaeosphaeriaceae, Pleosporales) on *Phyllostachys heteroclada* (Poaceae) from Sichuan Province, China. *MycKeys*, 2019, vol. 46, pp. 119-150. DOI 10.3897/MYCOKEYS.46.32458.

**YANG, H. et al.**, The genus *Leptoxyphium* (Capnodiaceae) from China. *Phytotaxa*, 2014, vol. 176, no. 1, pp. 174-183. ISSN 11793163. DOI 10.11646/phytotaxa.176.1.17.

**YANG, J. et al.**, New species in dictyosporium, new combinations in dictyocheirospora and an updated backbone tree for dictyosporiaceae. *MycKeys*, 2018, vol. 36, pp. 83-105. DOI 10.3897/MYCOKEYS.36.27051.

**YANG, J. in et al.**, Correlations between Root-Associated Microorganisms and Peach Replant Disease Symptoms in a California Soil. *PLoS ONE*, 2012, vol. 7, no. 10. ISSN 19326203. DOI 10.1371/journal.pone.0046420.

**YOKOYAMA, Y. et al.**, Phytotoxic compounds isolated from a sea snail derived fungus, *Penicillium vancouverense* YY-1. *Phytochemistry Letters* [en línea], 2020, vol. 39, no. March, pp. 57-63. ISSN 18767486. DOI 10.1016/j.phytol.2020.07.008. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2020.07.008>.

**YU, G. et al.**, Secondary Metabolites Produced by Combined Culture of *Penicillium crustosum* and a *Xylaria* sp. *Journal of Natural Products*, 2019, vol. 82, no. 7, pp. 2013-2017. ISSN 15206025. DOI 10.1021/acs.jnatprod.9b00345.

**YURKOV, A.M.**, Yeasts of the soil - obscure but precious. *Yeast*, 2018, vol. 35, no. 5, pp. 369-378. ISSN 0749503X. DOI 10.1002/yea.3310.

**ZENG, X.Y. et al.**, Simplified and efficient DNA extraction protocol for Meliolaceae specimens. *Mycological Progress*, 2018, vol. 17, no. 3, pp. 403-415. DOI 10.1007/S11557-017-1361-6.

**ZHANG, J.Y. et al.**, *Rousoella guttulata* (Rousoellaceae, Pleosporales), a novel bambusicolous ascomycete from Thailand. *Phytotaxa*, 2020, vol. 471, no. 3, pp. 221-233. DOI 10.11646/PHYTOTAXA.471.3.4.

**ZHANG, R. et al.**, *Dissoconium proteae* newly recorded from China. *Mycotaxon*, 2012, vol. 120, no. September 2016, pp. 119-125. ISSN 00934666. DOI 10.5248/120.119.

**ZHANG, R.**, *Molecular Systematics, Evolutionary Ecology and Biogeography of Ectomycorrhizal Genus Suillus*. 2018, Evanston, Illinois: Northwestern University.

**ZHAO, G. et al.**, Helicosporous hyphomycetes from China. *Fungal Diversity*, 2007, vol. 26 II, no. July, pp. 313-524. ISSN 15602745.

**ZHAXYBAYEVA, O. y GOGARTEN, J.P.**, Bootstrap, Bayesian probability and maximum likelihood mapping: Exploring new tools for comparative genome analyses. *BMC Genomics*, 2002, vol. 3. DOI 10.1186/1471-2164-3-4.

**김기용 et al.**, Use of Instructional Designs, Teaching Methods and Strategies by Professors in College of Agriculture and Life Sciences. *Journal of Agricultural Education and Human Resource*

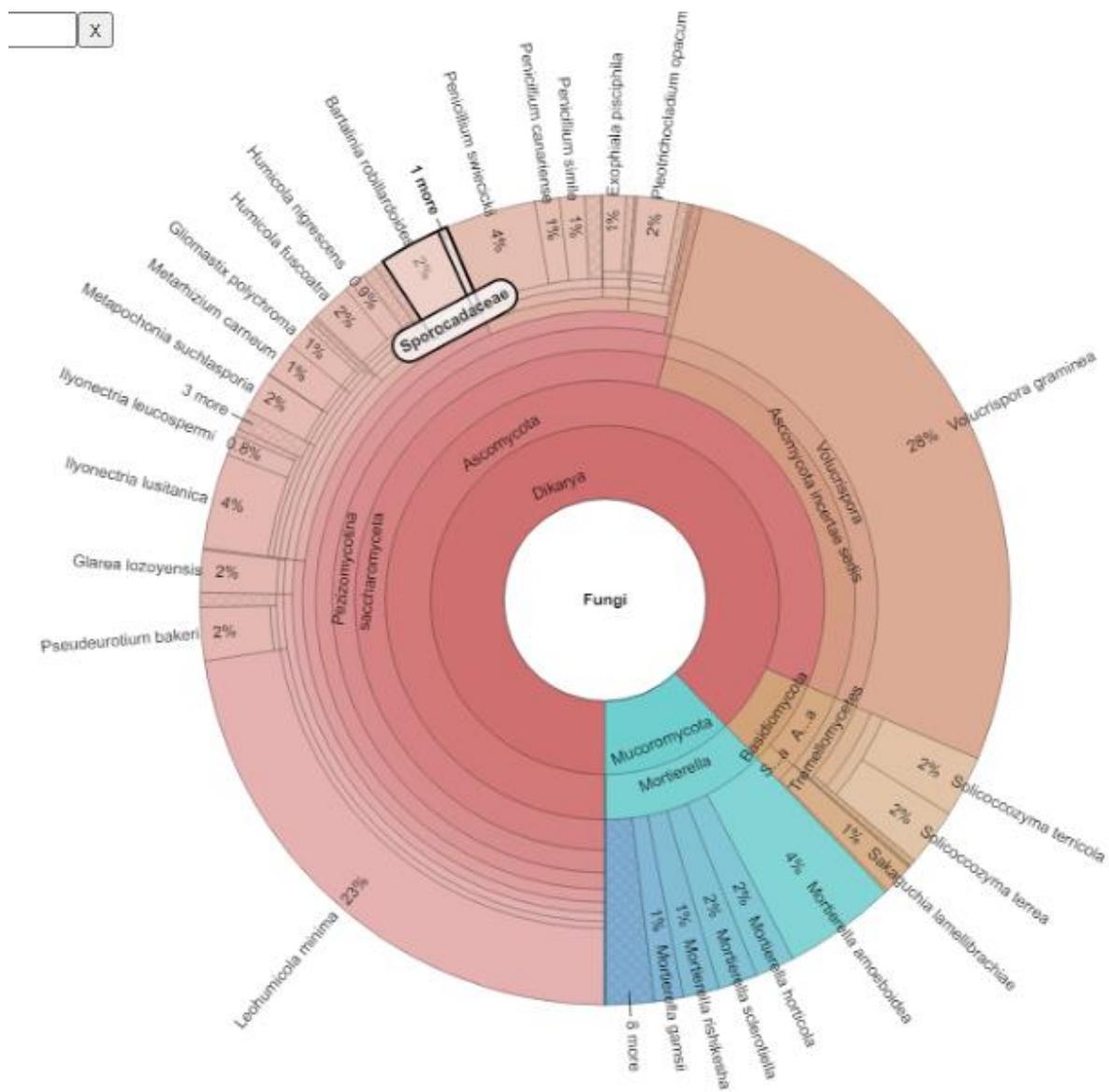
*Development*, 2009, vol. 41, no. 1, pp. 191-210. ISSN 1738-7361. DOI  
10.23840/agehrd.2009.41.1.191.



1248-DBRA-UTP-2022

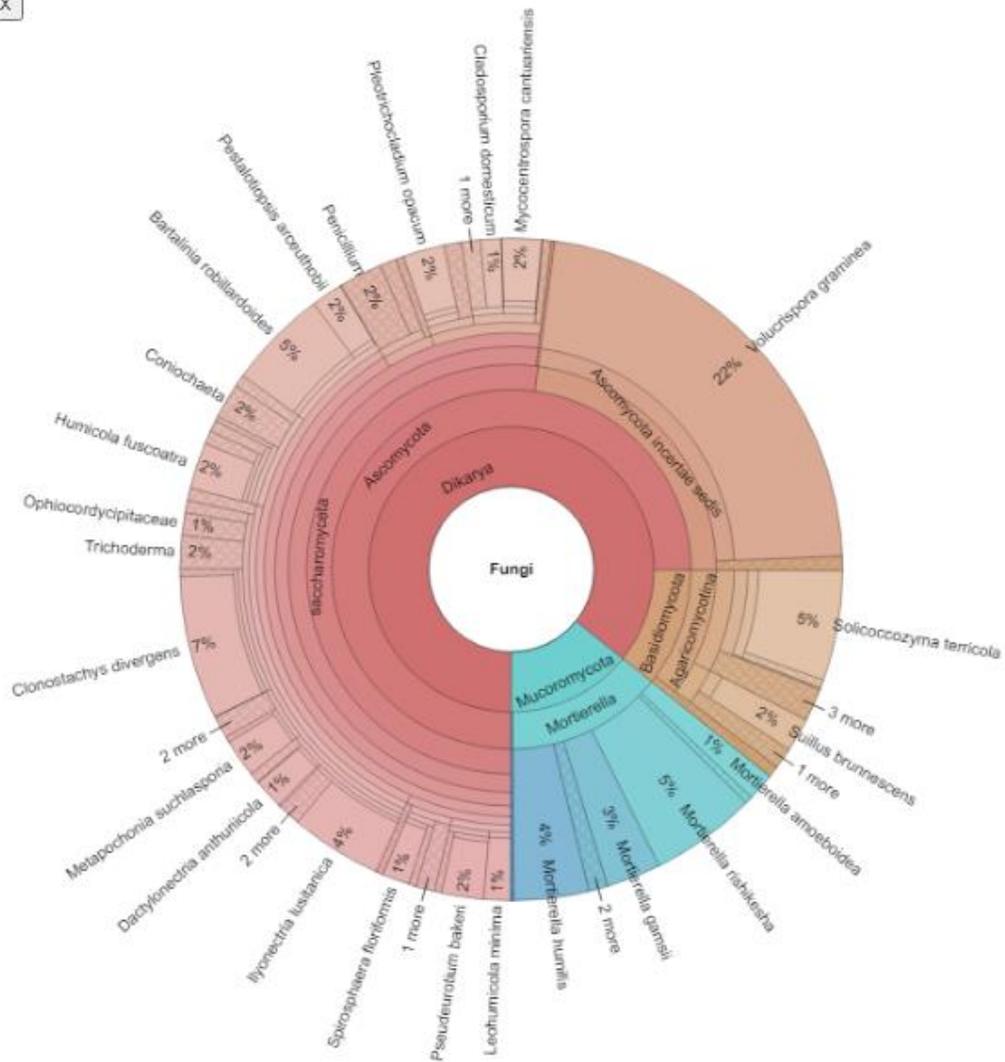
## ANEXOS

### ANEXO A. RESULTADO DE PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS DE LA REGIÓN ITS PARA LA MUESTRA REPETICIÓN 1

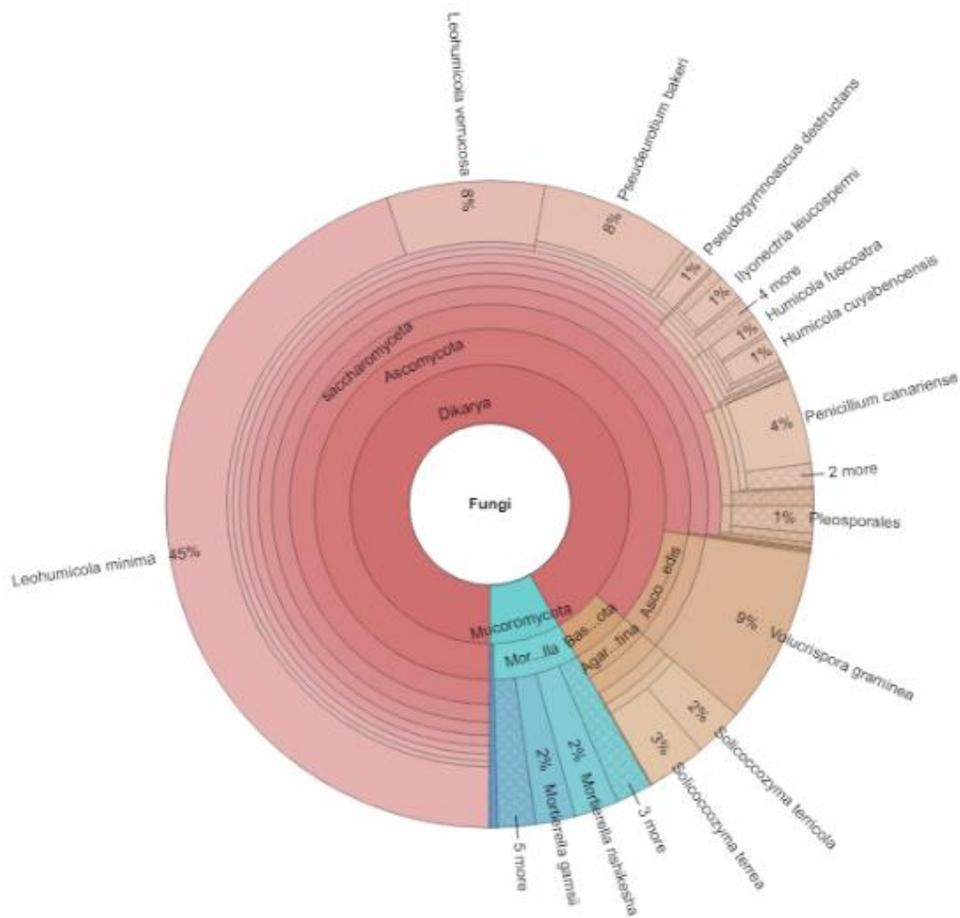


**ANEXO B. RESULTADO DE PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS DE LA REGIÓN ITS PARA LA MUESTRA REPETICIÓN 2**

X



**ANEXO C. RESULTADO DE PERFIL TAXONÓMICO DE HONGOS DE LA REGIÓN ITS PARA LA MUESTRA REPETICIÓN 3**





epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

*UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL*

*REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA*

Fecha de entrega: 15 / 06 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Lesly Johana Córdova Llerena
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería en Biotecnología Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniera en Biotecnología Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



1248-DBRA-UTP-2022