

ESTUDIO MICOLÓGICO DE LA RIZÓSFERA DE FRAILEJONES (*Espeletia pycnophylla*) EN LOS PÁRAMOS DE PAJA BLANCA Y MORASURCO – NARIÑO.

ALFONSO JAVIER BENÍTEZ ARTEAGA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

San Juan de Pasto, Colombia

Septiembre de 2019

ESTUDIO MICOLÓGICO DE LA RIZÓSFERA DE FRAILEJONES (*Espeletia pycnophylla*) EN LOS PÁRAMOS DE PAJA BLANCA Y MORASURCO – NARIÑO.

ALFONSO JAVIER BENÍTEZ ARTEAGA

Asesoras

MSc. Luz Estela Lagos Mora (Magister en Ciencias Biológicas)

PhD. Claudia Elizabeth Salazar (Doctora en Ciencias Agrarias)

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito para optar al título de **BIÓLOGO**

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

San Juan de Pasto, Colombia

Septiembre de 2019

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado, son responsabilidades exclusivas de los autores”

Artículo primero del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Luz Estela Lagos Mora, MSc.

Firma de la asesora de trabajo de grado

Claudia Elizabeth Salazar González, PhD.

Firma de la asesora de trabajo de grado

Sandra Lorena Álvarez, MSc.

Firma de la jurado

Carlos Arturo Betancourth, PhD.

Firma del jurado

San Juan de Pasto, septiembre de 2019

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Nariño y al Programa de Biología, por permitirme adquirir los conocimientos y desarrollar mis capacidades.

A mis asesoras, las profesoras Luz Estela Lagos Mora y Claudia Elizabeth Salazar González, por su guía y acompañamiento permanentes, tanto en el laboratorio como en las salidas de campo.

A mis jurados, la profesora Sandra Lorena Álvarez y al profesor Carlos Arturo Betancourth, por su orientación e indicaciones.

Al profesor Carlos Arturo Betancourth, por su ayuda con la identificación taxonómica de los hongos.

A mi profesora acompañante María Helena Solarte, por sus valiosas correcciones y aportes.

A la profesora Amanda Varela Ramírez, por proporcionarme bibliografía importante para realizar la discusión del presente trabajo.

Al Grupo de Investigación en Genética y Evolución de Organismos Tropicales GENPAT y al Grupo de Investigación en Sanidad Vegetal GRISAV, por todo el apoyo brindado durante esta investigación.

Al Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Nariño CEA, por el financiamiento de la presente investigación.

A mis compañeros y amigos del Programa de Biología, por su acompañamiento a lo largo de la carrera, en especial a Jairo Tobar, Luis Recalde, Eliana Galíndez, Carlos Flórez y Harold Benavides, por su apoyo en las salidas de campo.

A mis padres y hermana, por su constante e incondicional respaldo.

RESUMEN

El frailejón es una especie endémica de los ecosistemas de páramo, tiene un papel crucial en el ciclo hidrológico y es albergue de muchas especies de seres vivos, pero enfrenta constantes amenazas debidas a disturbios antrópicos y naturales. Actualmente, los frailejones de los páramos de Colombia, Venezuela y Ecuador han sido afectados por una sintomatología que pone en riesgo sus poblaciones. En Colombia se han realizado diversas investigaciones para determinar las causas, asociándose la afectación con hongos patógenos e insectos. En el departamento de Nariño se ha reportado la sintomatología en el páramo de Paja Blanca para la especie *E. pycnophylla*, cuyos síntomas sugieren una posible infección ascendente desde la zona radical. En el presente trabajo se caracterizaron morfológica y taxonómicamente géneros de hongos presentes en la rizósfera de frailejones *E. pycnophylla* afectados y sanos de los páramos Paja Blanca y Morasurco, respectivamente, con el fin de observar si existen diferencias en la diversidad, abundancia y similaridad entre ellos, y su posible relación con la afectación.

Con los datos recopilados se generaron tablas de frecuencia y se aplicaron índices de diversidad, dominancia, riqueza y similaridad. Los resultados mostraron gran abundancia de hongos con potencial fitopatógeno, de los géneros *Fusarium*, *Pythium*, *Alternaria* y *Botrytis* en los frailejones afectados, lo que sugiere su posible implicación en la afectación. La diversidad de géneros y morfotipos fue alta para frailejones sanos y afectados, aunque no fue diferente entre estados de afectación. La dominancia fue baja en los dos estados lo que indica una gran diversidad. La riqueza fue alta en los dos estados de afectación. La similaridad fue del 60% en géneros pero baja en morfotipos, lo que podría sugerir que hay especies diferentes entre

frailejones sanos y afectados, por lo cual se recomienda realizar la identificación hasta género de las colonias encontradas.

PALABRAS CLAVE

Frailejones – Rizósfera – Hongos – Paja Blanca – Morasurc006F

ABSTRACT

The frailejón is an endemic species of moor ecosystems, plays a crucial role in the hydrological cycle and is the home of many species of living beings, but faces continued threat due to anthropic and natural disturbances. Currently, the frailejones of the moors of Colombia, Venezuela and Ecuador have been affected by a symptomatology that puts their populations at risk. In Colombia, several investigations have been carried out to determine the causes, associating the affectation with pathogenic fungi and insects. In the department of Nariño, symptomatology has been reported in Paja Blanca moor for the species *E. pycnophylla*, whose symptoms suggest a possible ascending infection from the radical zone. In the present paper, were characterized morphological and taxonomically fungal genus present in the rhizosphere of affected and healthy frailejones *E. pycnophylla* from Paja Blanca and Morasurco moors, respectively, was carried out, in order to observe if there are differences in diversity, abundance and similarity between them, and their possible relationship with affectation.

Frequency tables were generated with the collected data and indices of diversity, richness, dominance and similarity were applied. The results showed great abundance of fungi with phytopathogenic potential, of the genera *Fusarium*, *Pythium*, *Alternaria* and *Botrytis*, in the affected frailejones, which suggests their possible involvement in the affectation. The diversity of fungal genus and morphotypes was high for frailejones healthy and affected, although it was not different between states of affectation. Dominance was low in the two states, which indicates a great diversity. The richness was high in two states of affectation. The similarity was 60% in genus but low in morphotypes, which could suggest that there are different species in healthy and

affected frailejones, for which it is recommended to make the identification until genus of the colonies found.

KEY WORDS

Frailejones – Rhizosphere – Fungi – Paja Blanca – Morasurco

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	20
4. JUSTIFICACIÓN.....	20
5. MARCO DE ANTECEDENTES.....	23
6. MARCO TEÓRICO.....	27
a. La rizósfera.....	27
i. Partes de la rizósfera.....	27
ii. Papel de los microorganismos en la rizósfera.....	28
b. Hongos	29
i. Hongos en el suelo.....	30
ii. Hongos en la rizósfera.....	30
c. Los frailejones.....	32
i. Adaptaciones de los frailejones.....	32
ii. Taxonomía de <i>Espeletia</i>	33
iii. <i>Espeletia pycnophylla</i>	33
iv. Afección de los frailejones.....	34
d. El ecosistema paramuno.....	35
i. Importancia del páramo.....	35
ii. Páramos en Colombia.....	36
iii. Complejos paramunos en Nariño.....	37
7. Objetivos.....	37

a. Objetivo general.....	37
b. Objetivos específicos.....	37
8. Metodología.....	38
a. Áreas de estudio.....	38
i. Páramo de Paja Blanca.....	38
ii. Páramo de Morasurco.....	40
b. Toma de muestras.....	41
c. Aislamiento de los hongos.....	41
d. Caracterización morfológica y determinación taxonómica de los hongos Encontrados.....	42
e. Análisis de datos.....	43
9. RESULTADOS.....	44
10. DISCUSIÓN	48
11. CONCLUSIONES	63
12. RECOMENDACIONES	63
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
14. ANEXOS	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Géneros encontrados en los frailejones estudiados, procedencia y abundancia.....	44
Tabla 2. Comparación de índices entre frailejones con y sin afectación.....	46
Tabla 3. Comparación de índices entre endo y ectorrizósfera en frailejones con afectación.....	47
Tabla 4. Comparación de índices entre endo y ectorrizósfera en frailejones sin afectación.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Avance de síntomas de Infección: parece comenzar en las raíces (1) y propagarse por el tallo (2) y (3) hasta llegar a las hojas (4).....	22
Figura 2. Mapa del páramo de Paja Blanca con las zonas de muestreo.....	39
Figura 3. Mapa del páramo de Morasurco (Erazo & Guerrero, 2013).....	40

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Tabla de frecuencia y abundancia para géneros afectados en el páramo de Paja Blanca.....	84
Anexo B: Tabla de frecuencia y abundancia de géneros en los frailejones no afectados procedentes del páramo de Morasurco.....	86
Anexo C: Tabla de frecuencia y abundancia de morfotipos entre endo y ectorrizósfera de frailejones afectados del páramo de Paja Blanca.....	87
Anexo D: Tabla de frecuencia y abundancia de morfotipos entre ecto y endorrizósfera de los frailejones del páramo de Morasurco.....	90
Anexo E: Tablas de las descripciones morfológicas macro y microscópicas de los morfotipos fúngicos encontrados en los frailejones con y sin afectación procedentes de los páramos de Paja Blanca y Morasurco.....	92

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades ocasionadas por patógenos causan graves problemas para las plantas alrededor del mundo (Agrios, 2005), no solo a nivel económico o social debido a los daños causados en los cultivos, sino también a nivel ambiental con patologías descontroladas que pueden amenazar con el equilibrio de un ecosistema. Entre los organismos causantes de dichas patologías se encuentran los hongos, y los daños que producen pueden ir desde serios deterioros de los tejidos de la planta hasta su muerte (Agrios, 2005; Deacon 2006). En este contexto, en algunos páramos de Colombia, Ecuador y Venezuela, se ha registrado recientemente una afección en los frailejones que se caracteriza por la pérdida del meristemo, cambio de color, entorchamiento, deformación, herbivoría de las hojas y pudrición en el tallo (Varela, 2014; Medina, 2009; Medina, Varela, & Martínez, 2010).

Síntomas similares se observaron en el páramo de Paja Blanca en Nariño, en el cual se encontró dicha afectación en los frailejones de la especie *Espeletia pycnophylla* gracias a observaciones de investigadores de la Universidad de Nariño. Además, al realizar cortes transversales de un individuo de esta especie en salidas de campo más recientes, se pudo constatar la pudrición ascendente de la raíz al tallo, lo que permite suponer que la infección podría originarse desde la parte radical.

Considerando la problemática descrita y la importancia de los páramos y frailejones en el ciclo hídrico, y como albergue de biodiversidad, se realizó el presente estudio con el fin de determinar si existe diferencia entre la diversidad, abundancia y similaridad entre los géneros de hongos presentes en la rizósfera de individuos de *Espeletia pycnophylla* afectados y sanos, en los páramos de Paja Blanca y Morasurco respectivamente y con ello se contribuyó al

conocimiento de la microbiota fúngica y su posible relación con el estado de afectación de los frailejones.

Con el fin de cumplir los objetivos planteados se realizó una caracterización morfológica e identificación hasta género de los hongos encontrados, se midió la abundancia mediante tablas de frecuencia, y se aplicaron índices de diversidad, dominancia y similaridad en cada caso. Una vez analizados los resultados, se discutió el posible rol que los géneros de hongos asociados a la rizósfera tienen en la afectación, y la influencia de las condiciones ambientales en aspectos de la ecología fúngica.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las plantas requieren de diversos componentes para realizar procesos metabólicos como la luz solar, el dióxido de carbono, el agua y demás nutrientes para llevar a cabo la actividad fotosintética y generar compuestos derivados. Entre las fuentes que proveen dichos elementos se encuentran el sol, la atmósfera y el suelo; en éste último, gracias a las raíces, la planta se abastece de agua y minerales (Campbell & Reece, 2007), e interacciona en gran medida con factores bióticos entre los cuales se puede destacar la microbiota (Blasco & Burbano, 2015).

El suelo está compuesto por una gran diversidad de microorganismos que se encargan de la descomposición de materia orgánica y la mineralización de elementos químicos (Blasco & Burbano, 2015; Buscot & Varma, 2005), variando en cantidad y clases con respecto a la

profundidad; cerca de las raíces de la planta aumentan tanto en número como en diversidad debido a la influencia de los exudados (Lynch & Whipps, 1990). Ésta zona comprendida entre el suelo adyacente a la raíz y la parte interna de ésta se denomina rizósfera y se divide en ectorrizósfera y endorrizósfera (McNear, 2013). La diversidad y abundancia de los microorganismos adyacentes a la rizósfera disminuyen a medida que aumenta la distancia a la raíz (Hiltner, 1904; Pinton, Varanini, & Nannipieri, 2001).

Formando parte de la microbiota presente en el suelo se encuentran los hongos, que son muy abundantes y desempeñan un papel importante como descomponedores de la materia orgánica (Buscot & Varma, 2005). También hacen parte de la microflora de la ecto y endorrizósfera y pueden interactuar de manera positiva, formando simbiosis como las micorrizas o generando sustancias antibióticas y antimicóticas, o negativamente cuando son patógenos e infectan los tejidos (Deacon, 2006). Del mismo modo, pueden existir hongos llamados endófitos que viven dentro de la planta sin causar síntomas visibles de infección (Wilson, 1995) pero que pueden convertirse en patógenos si se dan ciertas condiciones, como variaciones en la temperatura y humedad, o cuando los tejidos de la planta se debilitan o mueren (Gamboa, 2006).

Los hongos patógenos son causantes de importantes pérdidas económicas originadas por las enfermedades que ocasionan en los cultivos (Agrios, 2005) y también pueden generar problemas ambientales como los ocasionados en bosques y plantaciones forestales (Moreno, 2017; Shaw, 1948; Lilja, *et al.* 2010). Recientemente, se ha señalado a hongos patógenos como una de las causas de cierta sintomatología que aqueja a los frailejones de algunos páramos de Colombia, Venezuela y Ecuador (Varela, 2014); dicha afección fue reportada por primera vez por Medina en 2009 en el páramo Parque Natural Nacional Chingaza y se

caracteriza por pérdida del meristemo, cambio de color, entorchamiento y deformación de las hojas, herbivoría, pudrimiento del tallo, y en muchas ocasiones lleva a la muerte en pie la planta (Medina, 2009; Varela, 2014; Medina, Varela, & Martínez, 2010).

La presencia de estos síntomas representa un gran inconveniente para los frailejones en el entendido de que son una especie endémica de los páramos (Cuatrecasas, 1958), albergan diversas formas de vida y ayudan a mantener los servicios que presta este ecosistema (Sturm, 1990; Buytaert, Céleri, *et al.* 2006). El problema se intensifica si se tiene en cuenta que los páramos también son fuertemente perturbados por causas de origen antrópico (Vargas, 2013), lo que ha llevado a la degradación del paisaje, la reducción de la biodiversidad y por ende al deterioro de las especies presentes allí (Rivera & Pinilla, 2013).

Se han realizado investigaciones en Colombia que contribuyen a esclarecer las causas de la sintomatología reportada por Medina en 2009 (Varela, 2014) pero estas se centran mayormente en el Parque Nacional Natural Chingaza y solo en algunas especies del género *Espeletia*; por esta razón, se hace necesario realizar estudios en otras regiones del país cuyos páramos están siendo afectados también por dicho fenómeno. Este es el caso del páramo de Paja Blanca en el departamento de Nariño, donde a través de observaciones también se ha pudo constatar una pudrición ascendente desde la parte radical.

Teniendo en cuenta, por una parte, que los hongos son considerados una de las causas de los síntomas de la afectación de los frailejones (Varela, 2014), y por otro lado, la importancia que tienen estos en la planta y en la microbiota rizosférica, se realizó una comparación entre la composición de hongos de la rizósfera de *Espeletia pycnophylla* con síntomas de afectación pertenecientes al páramo de Paja Blanca-Nariño, y la composición de

hongos de la rizósfera de frailejones de la misma especie ubicados en páramo de Morasurco-Nariño que no mostraron síntomas de la enfermedad; esto permitió establecer si la presencia de ciertos géneros de hongos y parámetros ecológicos como la diversidad, abundancia y similaridad de estos podrían relacionarse de alguna manera con la sintomatología.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existen diferencias en la composición de hongos presentes en la rizósfera de frailejones sanos y frailejones con síntomas de patología de la especie *Espeletia pycnophylla* pertenecientes a los páramos de Morasurco y Paja Banca -Nariño?

4. JUSTIFICACIÓN

Los páramos son ecosistemas de gran importancia por su facultad para retener y acumular agua. Tienen la capacidad de fijar grandes cantidades de carbono atmosférico gracias a la materia orgánica alojada en sus suelos, y aunado a ello, albergan especies de fauna y flora características y muchas veces únicas (Llambí *et al.*, 2012). Una especie endémica de los páramos son los frailejones (Cuatrecasas, 1958) y su utilidad radica en el aporte de biomasa y necromasa como hábitat y alimento para una gran variedad de fauna existente, principalmente para artrópodos (Sturm, 1990). Asimismo, los frailejones poseen un papel

crucial en el ciclo hidrológico, con lo que contribuyen a mantener los servicios ecosistémicos (Buytaert, *et al.* 2006).

Del páramo de Paja Blanca se originan 13 microcuencas hidrográficas que abastecen 36 acueductos verdes en su zona de influencia. Posee una gran biodiversidad con 231 especies de flora, 15 especies de mamíferos, 71 especies de aves, y 14 especies de mariposas (Delgado *et al.*, 2010). Para proteger la integridad de éste ecosistema y por ende los servicios que presta, es necesario estudiar las posibles causas de síntomas de afectación como entorchamiento, amarillamiento, manchas necróticas en hojas y tallos, herbivoría y pudrimiento del tallo y las raíces (Salazar *et al.*, 2018), en *Espeletia pycnophylla*. La última anomalía en particular, permite suponer que la infección está avanzando desde la parte subterránea hacia la parte aérea (*Figura 1*), por lo cual se considera importante estudiar la zona radical de los frailejones afectados.



Figura 1. Avance de síntomas de infección: parece comenzar en las raíces (1) y propagarse por el tallo (2) y (3) hasta llegar a las hojas (4). Fuente: esta investigación.

La importancia de conocer los géneros de hongos de la rizósfera radica en que en esta zona, el número y clases de microorganismos aumenta con respecto a los del suelo no rizosférico (Clark, 1949; Nihorimbere *et al.*, 2011), y en vista de que aquellos pueden establecer diferentes relaciones dinámicas con su hospedero manifestando características endófitas, parásitas, simbióticas, antagonistas o patogénicas (Clark, 1949; Wilson, 1995; Buscot & Varma, 2005; Gamboa, 2006), hay mayor probabilidad de que exista una interacción negativa que pueda asociarse con la afectación de los frailejones.

Los parámetros de diversidad, abundancia y similaridad en la ecología fúngica, pueden brindarnos información importante sobre las poblaciones de hongos (Mueller, Bills, & Foster, 2004) e indicar si la variación en uno o más puede incidir en la enfermedad de los frailejones, teniendo en cuenta también su respuesta cuando los hongos se ven sometidos a condiciones anómalas como las producidas por el cambio climático. En ese entendido se hizo necesario

realizar un estudio comparativo de frailejones con y sin afectación, procedentes de dos páramos distintos, Paja Blanca y Morasurco respectivamente.

Otro aspecto relevante de esta investigación es el hecho de que no existen estudios sobre hongos de la rizósfera de *Espeletia pycnophylla* en el departamento de Nariño, lo que implica los datos aquí recopilados y discutidos son los primeros de su tipo, y por lo tanto éste estudio se constituye en un punto de partida del conocimiento de la riqueza fúngica asociada a la rizósfera de frailejones sanos y enfermos, ya que como lo afirma Gamboa 2006, conocer la diversidad de organismos fúngicos es muy importante para poder establecer un inventario biológico global.

5. MARCO DE ANTECEDENTES

Con la intención de averiguar la causa de la afectación de los frailejones se han hecho diversas investigaciones. Entre ellas está el informe de la afectación realizado por Medina en 2009. En éste se describen algunos síntomas de enfermedad en los frailejones de la especie *Espeletia argentea* del Parque Nacional Natural Chingaza que fue atribuida a hongos patógenos e insectos.

González en 2012 hizo un estudio sobre la composición de hongos endófitos en frailejones sanos y enfermos de la especie *Espeletia argentea* del parque Nacional Natural Chingaza, en el que se encontraron 46 morfotipos de los cuales 22 se clasificaron como fitopatógenos.

Nonsoque en 2013 midió la riqueza, frecuencia y diversidad de hongos endófitos en frailejones sanos y enfermos de la especie *Espeletia grandiflora* en el Parque Nacional Natural Chingaza. En el estudio no se encontraron diferencias entre los parámetros medidos.

Suárez en 2013 evaluó los cambios de afectación por entorchamiento y herbivoría en poblaciones de *Espeletia argentea* en el Parque Nacional Natural Chingaza, encontrando que los frailejones se veían más afectados en temporadas secas, con lo que la enfermedad podría atribuirse, además a componentes abióticos.

Salinas y colaboradores en 2013 sobre la caracterización de lepidópteros fitófagos en frailejones del PNN Chingaza, arrojó que la larva *Hellinsia sp.* está asociada a pérdida de tejidos, clorosis y deformación de las hojas.

Franco en 2014 estudio la relación entre la frecuencia y diversidad de hongos endófitos de hojas de los frailejones *Espeletia argentea* con variables edáficas de acuerdo a la altitud y estado de afectación. En la investigación solo se encontró diferencias del índice de Simpson, y algunas variables edáficas como la humedad, materia orgánica y agregados, con respecto a la altitud.

Bermúdez en el 2014 comparó la frecuencia, riqueza y diversidad de hongos endófitos en frailejones sanos y enfermos de la especie *E. argentea* con respecto a características fisicoquímicas del suelo y la relación de éstas con la afectación. En el estudio no se encontraron diferencias en los parámetros medidos, por lo que la afectación se atribuye a factores no contemplados en el estudio.

Avellaneda en 2015 examinó la frecuencia, riqueza y diversidad de hongos endófitos en frailejones sanos y enfermos, de la especie *E. argentea* en dos contas altitudinales del Parque Nacional Natural Chingaza, y la relación de éstos indicadores con características fisicoquímicas del suelo. No se encontraron diferencias entre los parámetros medidos, ni relación de las variables con estos.

Buitrago en 2015 analizó la pérdida de pubescencia foliar y sus efectos fisiológicos en frailejones de la especie *E. paipana* en el departamento de Boyacá-Colombia. Encontró que dicho síntoma estaba relacionado con hongos patógenos del género *Botrytis*.

Bernal en 2016 evaluó la capacidad antagónica de hongos biocontroladores frente a hongos fitopatógenos aislados de frailejones de las especies *E. grandiflora* y *E. argentea* en el Parque Nacional Natural Chingaza. En el estudio, hongos pertenecientes a los géneros *Trichoderma*, *Aspergillus* y *Paecilomyces* demostraron tener un importante potencial como biocontroladores de hongos fitopatógenos.

Vargas en 2016 realizó un estudio sobre la distribución altitudinal del género *Espeletia* en Colombia en el que también evaluó las amenazas que existen para éste género, encontrando a los hongos fitopatógenos de los géneros *Fusarium*, *Botrytis* y *Alternaria* como algunos de los factores de riesgo.

García en 2016 efectuó un diagnóstico de microorganismos fitopatógenos asociados a plántulas de *Espeletia grandiflora*, donde se aisló una cepa del género *Phytophthora* perteneciente a la rizósfera, la cual provocó síntomas muy parecidos a los descritos en la afección de los frailejones.

Prieto en 2017 efectuó una investigación de los posibles hongos fitopatógenos asociados a lesiones de *Espeletia spp.* en los páramos de Chingaza y Cruz Verde, encontrándose siete hongos que reprodujeron los síntomas de las lesiones en las pruebas de patogenicidad: *Clonostachys rosea*, *Botrytis sp.*, *Daldinia eschscholtzii*, *Fusarium oxysporum*, *Epicoccum nigrum*, *Gibberella zea* y *Trichoderma harzianum*.

En 2018 Gaitán realizó una identificación de hongos asociados a lesiones de los frailejones *Espeletia* en páramos de Cundinamarca. El estudio que encontró hongos de los géneros *Fusarium*, *Curvularia* y *Epicoccum*, asociados a la sintomatología de frailejones, reprodujeron los síntomas en pruebas de patogenicidad, por lo que fueron considerados patógenos de importancia.

Benavides en 2019 realiza una determinación de hongos asociados a la enfermedad de los frailejones *Espeletia pycnophylla* en el páramo de Paja Blanca- Nariño. En la investigación se encontraron hongos pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Phoma*, *Sclerotinia* y *Colletotrichum*, con ellos se hicieron pruebas de patogenicidad que resultaron negativas.

6. MARCO TEÓRICO

a. La rizósfera

En 1904 Hiltner fue el primero en utilizar el término rizósfera para hacer referencia una zona del suelo aledaña a la raíz, en la que habitan microorganismos que están influenciados por las sustancias químicas que ésta produce (Hartmann, Rothballer, & Schmidt, 2008). Sin embargo, el concepto ha evolucionado con el tiempo y en la actualidad no se asocia a una forma o tamaño definidos, sino que se relaciona más con un gradiente de influencia de la raíz y características físicas, químicas y biológicas de ésta (Lynch, 1987; McNear, 2013). Se puede delimitar también esta zona tomándola como el radio del efecto que tienen las raíces y sus exudados sobre los microorganismos, para lo que se ha acuñado el término “efecto rizósfera”. Este radio de influencia decrece a medida que lo hace la distancia de la raíz. Además, es importante tener en cuenta que los microorganismos alojados en esta zona también interactúan y ejercen influencia sobre la planta mediante la raíz (Mukerji, Manoharachary, & Singh, 2006).

i. Partes de la rizósfera.

La rizósfera consta de tres partes (Lynch, 1987; McNear, 2013): la parte más externa, llamada ectorrizósfera, se define como el suelo aledaño a la raíz que se encuentra en influencia de sus exudados (Hiltner, 1904); la parte media se denomina rizoplano y hace referencia a la superficie externa de la raíz de la planta con algunas partículas de suelo

adheridas a ésta (Clark, 1949); y la parte más interna de la rizósfera, denominada endorrizósfera, comprende parte del córtex y la endodermis de la raíz, y en ella los microorganismos y los iones pueden ocupar los espacios libres entre las células (Chiocchio, 2000; McNear, 2013; Lynch, 1987). La capa más externa posee una gran cantidad de microorganismos gracias a la influencia de los exudados radicales, en lo que se conoce como “efecto rizósfera”. La microflora aprovecha las sustancias producidas por la raíz para crecer y, en “retribución”, las plantas pueden disponer de los minerales del suelo gracias a una eficiente solubilización de estos (Morgan, Bending, & White, 2005).

ii. Papel de los microorganismos en la rizósfera.

La presencia de la flora microbiana en la rizósfera puede tener efectos positivos o negativos para la planta. La raíz puede verse beneficiada gracias a la disponibilidad de nutrientes asimilables en el suelo (Morgan, Bending, & White, 2005) y a las relaciones simbióticas que se pueden generar con los hongos, por ejemplo, las micorrizas, que pueden aportar beneficios como el incremento de la superficie de absorción de nutrientes y agua, el aumento de la vida útil de las raíces absorbentes y el mejoramiento de absorción iónica, entre otras (Cano, 2011) (Pinton, Varanini, & Nannipieri, 2001). Igualmente, hongos presentes en el suelo son capaces de conferir beneficios a la raíz entre los cuales están el control de enfermedades y el ataque a hongos patógenos, las mejoras en el aprovechamiento de nutrientes y el desarrollo de la raíz (Lynch, 1990; Harman, 2005; Pinton, Varanini, & Nannipieri, 2001). De la misma forma, existen microorganismos que dañan o degradan la raíz, se trata de patógenos, principalmente bacterias, hongos o virus, estos son estimulados también

por los exudados de la raíz (Whipps, 2001; Lynch, 1990) y atacan principalmente tejidos jóvenes o débiles y algunas veces invaden la raíz por heridas o rompimientos en la superficie (Morgan, Bending, & White, 2005; Agrios, 2005). Dado que existe una gran cantidad de microorganismos en la rizósfera que poseen características determinadas y diferentes interacciones con la raíz, se hace importante conocer la diversidad de la microbiota de la rizósfera.

b. Hongos

Los hongos son organismos eucariotas que generalmente se desarrollan como hifas aunque también pueden tener un crecimiento apical. Son heterótrofos y se alimentan absorbiendo nutrientes por la membrana y pared celular, muchos de ellos degradan polímeros complejos excretando enzimas a través de las hifas para poder absorber los nutrientes simples. Se alimentan de carbono que pueden obtener tanto de seres vivos como de materia orgánica muerta. Poseen reproducción sexual y asexual y generalmente producen esporas (Deacon, 2006). Se clasifican principalmente en tres grupos diferentes: El reino *Fungi* que comprende los filos *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota* y *Basidiomycota*, el reino *Stramenopila* en el que se encuentran los filos *Hyphochytriomycota* y *Labyrinthulomycota*, y el tercer grupo compuesto por cuatro filos pertenecientes al Reino Protista, *Plasmodiophoromycota*, *Dictyosteliomycota*, *Acrasiomycota*, *Oomycota*, y *Myxomycota* (Alexopoulos, Mims, & Blackwell, 1995; Deacon, 2006).

i. Hongos en el suelo.

Los hongos son el segundo componente más abundante del suelo (Varela & Amora, 2010), poseen una gran heterogeneidad y habitan diferentes capas, pero su número y tipos se reducen proporcionalmente a la profundidad (Warcup, 1950) (Mukerji, Manoharachary, & Singh, 2006). Pueden proveer nutrientes y minerales para las plantas gracias a sus ciclos de alimentación y crecimiento, en los cuales secretan enzimas que digieren polímeros complejos (Taylor & Sinsabaugh, 2015). Son mucho más abundantes en suelos ácidos ya que su baja competencia por los sustratos les permite incrementar su número bajo estas condiciones a diferencia de las bacterias y los actinomicetos (Sagardoy & Mandolesi, 2004).

ii. Hongos en la rizósfera.

Los hongos se encuentran en mayor concentración en la rizósfera que en el suelo no rizosférico, gracias a la influencia de los exudados de la raíz (Mukerji, Manoharachary, & Singh, 2006). Aquí, los hongos pueden ser benéficos o perjudiciales. Los benéficos a menudo forman asociaciones simbióticas con las raíces llamadas micorrizas, interacción que se caracteriza porque la planta absorbe minerales y nutrientes del suelo gracias al hongo, y a cambio el hongo recibe azúcares por parte de la planta (Cano, 2011). Existen varios tipos de micorrizas entre las que están Arbusculares, ectomicorrizas, endomicorrizas y ectendomicorrizas; los filos que más las conforman son *Ascomycota* y *Basidiomycota* (Alexopoulos, Mims, & Blackwell, 1995).

Además de las micorrizas, existen otras formas de simbiosis. Un ejemplo de ello es el hongo *Trichoderma sp.*, el cual ha sido ampliamente investigado por su capacidad para control biológico (Harman, 2005; González *et al.*, 2005) (Maldonado *et al.*, 2010) gracias a la producción de sustancias antagónicas ante otros hongos, virus y/o bacterias. Cabe destacar que también se encuentran los hongos que no presentan beneficio ni perjuicio para las raíces, a estos se les denomina endófitos y según Wilson en 1995 viven dentro de la planta sin causar síntomas visibles de infección, aunque se sabe que pueden volverse patógenos si se dan determinadas características relacionadas con la temperatura y la humedad (Agrios, 2005; Gamboa, 2006).

Por otro lado están los hongos que tienen efectos negativos para la planta, estos, debido al efecto rizósfera, también aumentan su número cerca a la raíz (Whipps, 2001). Los hongos negativos principalmente son parásitos y se pueden clasificar en biótrofos y necrótrofos, los primeros necesitan que su anfitrión esté vivo y permanecen en él absorbiendo nutrientes y agua con estructuras especializadas. Los segundos se alimentan de materia orgánica muerta pero también pueden alimentarse de organismos vivos, esto es un problema debido a que no necesitan que su anfitrión esté vivo para cumplir su ciclo vital, por lo cual degradan los tejidos de éste mediante enzimas y de esta forma pueden volverse patógenos desencadenando graves enfermedades en las plantas o permitiendo que otros hongos lo hagan. (Agrios, 2005; Deacon, 2006).

Otra clasificación dada a los hongos patógenos hace referencia a si son de amplio rango de hospederos o si son de rango restringido. En el primer caso, los hongos atacan tejidos inmaduros o senescentes, mientras que en el segundo, los patógenos pueden atacar una gran variedad de tejidos porque son más resistentes a las defensas que la planta tiene contra ellos

(Taylor & Sinsabaugh, 2015; Morgan, Bending, & White, 2005). Algunos hongos patógenos que se pueden encontrar en el suelo y la rizósfera son *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phymatotrichum*, *Verticilium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Sclerotium*, (Rodríguez, 2001; Morgan, Bending, & White, 2005; García, Díaz, & Castañeda, 2015).

c. Los frailejones

Los frailejones pertenecen a la familia *Asteraceae* y a la subtribu *Espeletiinae*. Son plantas características de los páramos, que poseen hojas alargadas y pubescentes dispuestas en roseta, tienen un tallo recto y grueso cubierto con vainas de hojas secas y presentan inflorescencias de color amarillo (Cuatrecasas, 1958). Aunque se asocian generalmente a la descripción dada por Cuatrecasas 1958, tienen una gran diversidad morfológica, desde su tamaño hasta la pubescencia de sus hojas (Diazgranados, 2013). En el páramo generalmente se ubican en la franja denominada páramo propiamente dicho, entre los 3500 y 4100 (Rangel-Ch, 2000), aunque también pueden encontrarse a mayor o menor altura, por lo que no son tan buenos referentes para delimitar las franjas de los páramos (Diazgranados, 2013).

i. Adaptaciones de los frailejones.

Los frailejones presentan diversas adaptaciones ante las temperaturas fluctuantes del páramo; sus hojas cuentan con pubescencia que sirve de protección contra la radiación solar y retiene la humedad (Hofstede, 2001; Levizou *et al.*, 2004; Smith, 1979), el tallo está cubierto por hojas secas que le proveen aislamiento ante las bajas temperaturas y protección (Sturm,

1990; Hofstede, Chilito, & Sandovals, 1995); además, pueden almacenar agua en el tallo facilitando la transpiración y reteniendo calor (Llambí *et al.*, 2012) Los frailejones gozan de una gran importancia para los páramos, sus adaptaciones xerofíticas contribuyen al proceso de regulación del agua y evitan la erosión del suelo (Cuatrecasas & Robinson, 1976), aunado a esto, partes del frailejón como la roseta y las inflorescencias, pero en especial el tallo gracias a las hojas secas que lo recubren, brindan hábitat, abrigo y alimentación a una importante diversidad de artrópodos (Sturm, 1990).

ii. Taxonomía de *Espeletia*.

Actualmente se conocen 8 géneros pertenecientes a la subtribu *Espeletiinae*, estos comprenden 141 Especies, 17 subespecies, 22 variedades y 8 formas. El género *Espeletia* es el más numeroso con 71 especies (Diazgranados, 2012). El mayor número de especies de la subtribu *Espeletiinae* se encuentra en los Andes de Venezuela y se va reduciendo conforme llega a los Andes Ecuatorianos, donde solo se presenta una especie (Diazgranados, 2012).

iii. *Espeletia pycnophylla*.

En Colombia se pueden encontrar 5 géneros con 68 especies de la subtribu *Espeletiinae*, de las cuales 59 tienen algún grado de amenaza y siete se encuentran en peligro crítico, a éste grupo pertenece *E. pycnophylla*, ubicada al suroccidente de Colombia, específicamente en el departamento de Nariño, que además se distribuye hacia el norte del Ecuador (Calderón, Galeano & García, 2005; Diazgranados, 2012), siendo la especie de

frailejón que se encuentra distribuida más al sur, en una población aislada dentro del Parque Nacional LLAGANATES (Díazgranados, 2012).

Esta especie se considera el último evento de especiación del género *Espeletia* (Cuatrecasas, 1986). Es una planta perenne provista de un tallo que crece hasta tres metros de altura, posee hojas perennes dispuestas en roseta, dotadas de una densa pubescencia, además tiene adaptaciones propias de los frailejones que les permiten sobrevivir a las condiciones del páramo como las bajas temperaturas y la alta radiación solar (Holt, 2001; Cross, 2001). La especie *Espeletia pycnophylla* se encuentra reportada para los páramos de Paja Blanca y Morasurco, lugares de realización del presente estudio. (Delgado *et al.*, 2010; Erazo & Guerrero, 2013).

iv. Afección de los frailejones.

Esta especie se ha visto recientemente afectada por una serie de síntomas que aquejan a otros frailejones en algunos páramos del país, los síntomas se caracterizan por pérdida del meristemo, cambio de color, entorchamiento y deformación de las hojas y pudrimiento del tallo, y amenaza con disminuir las poblaciones de estos individuos (Varela, 2014). En Nariño se ha podido evidenciar la manifestación de esta enfermedad en los frailejones de la especie *E. pycnophylla* del páramo de Paja Blanca (Salazar *et al.*, 2018), donde además de los síntomas nombrados, se ha podido constatar pudrimiento del tallo y las raíces; esto último hace pensar que la infección está avanzando desde la parte subterránea hacia la parte aérea, por lo cual se considera importante estudiar la rizósfera de estos frailejones.

d. El ecosistema paramuno

El páramo es un ecosistema andino tropical que se ubica por encima de los 3200 m. y está situado entre los ecosistemas de bosque altoandino y nieves perpetuas (Cuatrecasas, 1958). Se caracteriza por una vegetación achaparrada adaptada a un ambiente xerofítico y frío, además cuenta con poca presencia de árboles (IAvH, 2011). El clima en este sitio es muy variable y la temperatura puede fluctuar, registrándose una media anual de 4°C a 8°C (Rangel-Ch, 2000). La precipitación también varía y se puede encontrar páramos más secos que otros (Monasterio, 1980).

El páramo se puede dividir en tres regiones: el subpáramo, que corresponde a la franja más cercana al bosque andino, se ubica entre los 3200 y los 3600 m., en él predominan arbustos de *Ericaceae*, *Compositae* y *Melastomataceae* y a medida que se asciende, la vegetación predominante son arbustos de *Rubiaceae* y *Calamagrostis effusa*. La zona media se denomina páramo propiamente dicho, y se sitúa entre los 3600 y los 4100m., en este sector se pueden evidenciar principalmente especies del género *Espeletia* e individuos de *C. effusa*. La parte más alta del páramo se denomina superpáramo y se localiza entre los 4100 m y el límite inferior de las nieves perpetuas, ésta franja se caracteriza por tener muy poca vegetación, la más común es la vegetación tipo prado (Cuatrecasas, 1958; Van der Hammen & Cleef, 1986; Rangel-Ch, 2000).

i. Importancia del páramo.

El páramo es de gran importancia para las comunidades porque presta gran cantidad de servicios ecosistémicos como regulación hídrica, fijación de Carbono, biodiversidad, intereses culturales y/o científicos (Llambí, *et al.*, 2012). Entre los servicios más importantes que el páramo brinda está la regulación del ciclo del agua gracias a las adaptaciones xerofíticas de las plantas, las cuales captan poca humedad lo que permite que el agua excedente vaya hacia las fuentes que abastecen diversas comunidades tanto humanas como de otras formas de vida (Buytaert *et al.*, 2006). Otro servicio importante que brindan los páramos es la biodiversidad ya que es un soporte para las redes tróficas de los distintos ecosistemas y por ende para asegurar su funcionamiento. Uno de los beneficios cruciales que presta el páramo es la acumulación de carbono atmosférico, que mantiene el carbono en el suelo y evita la erosión del mismo (Llambí *et al.*, 2012).

ii. Páramos en Colombia.

En Colombia, los páramos ocupan el 1.7% del territorio nacional, y abastecen de agua al 70% de la población. La diversidad en los páramos colombianos consta de 4.700 especies de plantas, 70 de mamíferos, 87 de anfibios y 154 de aves (IAvH, 2011). Los páramos en Colombia se encuentran distribuidos en las tres cordilleras y han sido agrupados en cinco sectores: El sector cordillera Oriental, El sector cordillera Central, El sector Nariño-Putumayo, el sector cordillera Occidental y el sector Sierra Nevada de Santa Marta. (Morales *et al.*, 2007).

iii. Complejos paramunos en Nariño.

El departamento de Nariño, hace parte del sector Nariño-Putumayo, y éste a su vez se subdivide en complejos paramunos: El complejo volcánico Doña Juana-Chimayoy, el complejo La Cocha-Patascoy y Chiles-Cumbal (Morales *et al.*, 2007). A éste último complejo pertenece el páramo de Paja Blanca. Por su parte, el páramo de Morasurco pertenece al complejo La Cocha-Patascoy. En este páramo no se han registrado síntomas de la afección hacia los frailejones.

7. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Evaluar la composición de hongos de la rizósfera de frailejones (*E. pycnophylla*) sanos y con síntomas de patología de los páramos Paja Blanca y Morasurco, ubicados en el departamento de Nariño.

b. Objetivos específicos

Caracterizar morfológicamente los hongos aislados de la rizósfera de frailejones con síntomas de patología pertenecientes a la especie *E. pycnophylla* del páramo de Paja Blanca-Nariño y frailejones sanos procedentes del páramo de Morasurco-Nariño

Determinar a nivel de género los morfotipos aislados de la rizósfera y endorrizósfera de los frailejones de los páramos Paja Blanca y Morasurco.

Establecer si existe diferencia entre la diversidad y la abundancia de géneros de hongos existentes en la rizósfera y endorrizósfera de los frailejones con síntomas de patología del páramo de Paja Blanca y los frailejones sanos del páramo de Morasurco.

8. METODOLOGÍA

a. Áreas de estudio

i. Páramo de Paja Blanca.

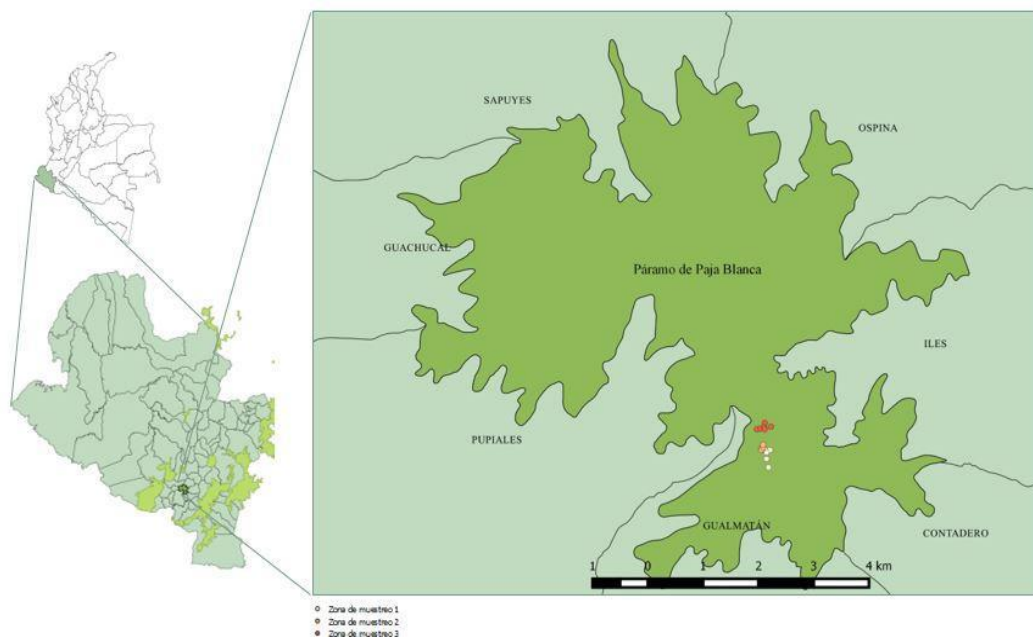


Figura 2. Mapa del páramo de Paja Blanca con las zonas de muestreo. Fuente: esta investigación. Créditos: Eliana Galindez.

La primera zona de estudio se encuentra ubicada en el Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, situado a veinte minutos del municipio de Túquerres. Se caracteriza por una pluviosidad bimodal con dos periodos lluviosos: de marzo a mayo y de octubre a diciembre y dos periodos secos: de junio a septiembre y de enero a febrero. Este sector, debido a la influencia de su aislamiento geográfico y la elevación de los páramos adyacentes de Chiles y Cumbal, presenta una condición de menor humedad y precipitación comparada con la de otros páramos del sur-occidente. Posee un clima frío y húmedo con una variación de temperatura anual de 1.5°C , cuyo mínimo se da entre julio y agosto y máximos variables entre octubre y mayo (Delgado *et al.*, 2010). El área de muestreo se ubicó a 3402 m. Los frailejones se encuentran distribuidos en parches en asociación con pajonal (Solarte *et al.*, 2007).

ii. Páramo de Morasurco.

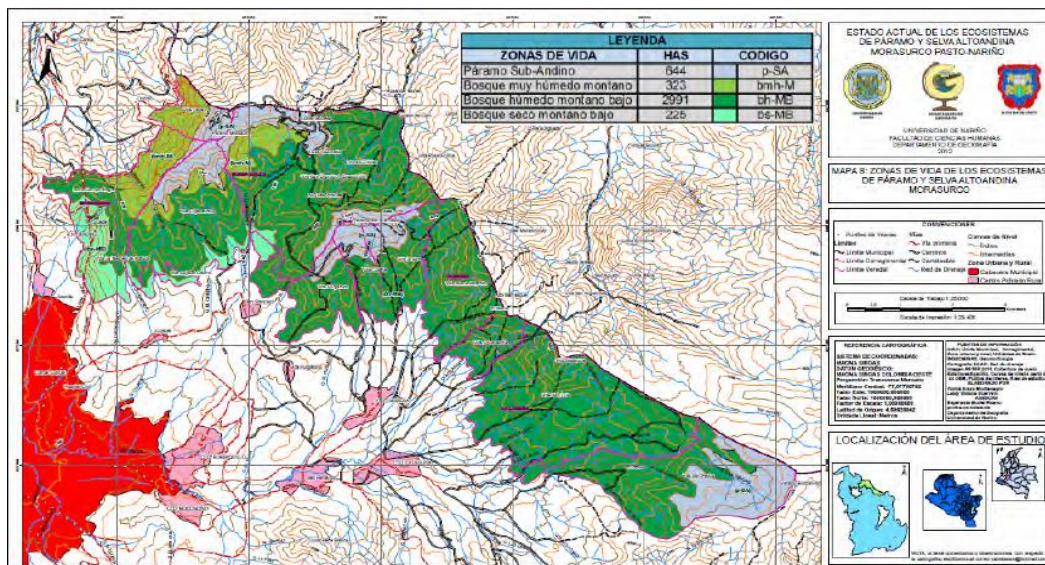


Figura 3. Mapa del páramo de Morasurco (Erazo & Guerrero, 2013).

La segunda zona de estudio hace parte del corregimiento de Buesaquillo y el municipio de Buesaco, y se ubica desde los 3400 hasta los 3500m. La temperatura promedio oscila entre los 6°C y los 10°C, con un promedio anual de lluvias de entre 800 mm a los 1800 mm, y un régimen de precipitación bimodal que comprende dos épocas lluviosas, una entre los meses marzo y mayo y la otra entre los meses de octubre y diciembre; y dos épocas secas, la primera se da durante los meses de junio a septiembre y la segunda entre los meses enero y febrero. Los frailejones se encuentran en una formación vegetal de frailejunal-pajonal (Erazo & Guerrero, 2013; Solarte *et al.*, 2007).

b. Toma de las muestras

Se seleccionaron tres parches de frailejón-pajón en cada sitio y en ellos se realizó un muestreo dirigido de 6 frailejones con síntomas de afectación en Paja Blanca y sanos en Morasurco. Se escogieron plantas de entre 30 cm y 1m para facilitar la extracción de las raíces. De cada frailejón se extrajo aproximadamente un gramo de suelo rizosférico a 30cm de profundidad y se cortaron trozos de raíces medias, basales y apicales de partes cercanas a la superficie, dado que la cantidad de microorganismos en el suelo disminuye proporcionalmente con la profundidad de éste (Mukerji, Manoharachary, & Singh, 2006). Las muestras fueron dispuestas en bolsas ziplock y transportadas al laboratorio de genética y evolución de la Universidad de Nariño.

c. Aislamiento de los hongos

Para aislar los hongos de la ectorrizósfera se procedió a hacer diluciones desde 10^{-1} a 10^{-6} con el fin de reducir la alta densidad microbiana y encontrar la dilución que proporcione la mayor información. De las cuatro últimas diluciones se hicieron siembras de 0,1ml por triplicado en agar PDA con antibiótico y se incubaron a una temperatura entre 13 y 17°C por 6 días. Luego de esto, se procedió a sembrar las colonias encontradas para su posterior identificación morfológica (Cepeda *et al.*, 2005; Garcés *et al.*, 2005; Pinotelli, Grixolli, & Moraga, 1996).

Para el aislamiento de hongos de la endorrizósfera se cortaron de 4 a 5 trozos de raíces basales, medias y apicales de aproximadamente 1 cm, las cuales se lavaron con agua destilada

y se sumergieron en Hipoclorito de Sodio al 3,5% por 5 minutos que posteriormente se sembraron por triplicado en agar bacteriológico sin nutrientes, para que la raíz sea el único sustrato de crecimiento y el medio de cultivo solo actúe como soporte hídrico (Pinotelli, Grixolli, & Moraga, 1996). Las muestras se almacenaron a una temperatura de 18°C durante 15 días, luego se sembró cada colonia encontrada en agar PDA con antibiótico hasta que ésta presentara estructuras reproductivas para su identificación morfológica macro y microscópica.

d. Caracterización morfológica y determinación taxonómica de los hongos encontrados

Para la caracterización morfológica se observaron rasgos macroscópicos como color, forma, textura, elevación, borde y crecimiento de la colonia. Para la identificación microscópica, se tomaron raspados de micelio de cada colonia con un asa, para posteriormente realizar un montaje en una placa porta objetos con una gota de azul de lactofenol que permitió teñir las estructuras del hongo (Cepeda *et al.*, 2005). Luego se cubrió la placa con un cubreobjetos y se procedió a mirar en el microscopio, en los aumentos de 40 y 100x, para el reconocimiento de características como la morfología del micelio, estructuras de fructificación como conidios y esporas (Agrios, 2005; Deacon, 2006). Por último, estos rasgos se contrastaron con los compilados para cada género de hongos en las siguientes claves taxonómicas: Cepero de García, (2015), Sañudo (2001), Barnett & Hunter, (1978, 1984), Finch & Finch, (1974) y Hanlin (1990). Los morfotipos fueron determinados con las características macro y microscópicas. Para esto se tomó la definición propuesta por Barreno

& Pérez-Ortega (2003), según la cual “Es un conjunto de individuos de una población o taxón que se diferencian de alguna forma ligera de otros individuos próximos”.

e. Análisis de datos

Se midió la diversidad de géneros y morfotipos presentes en la ecto y endorrizósfera en cada uno de los sitios mediante los índices de Shannon, el cual determina el grado de incertidumbre en la elección aleatoria de un morfotipo o género (Moreno, 2001), y Simpson con el fin de determinar la probabilidad de que dos muestras escogidas al azar pertenezcan al mismo género o morfotipo (Mueller, Bills, & Foster, 2004). Para establecer la riqueza se aplicó el índice de Margalef, el cual relaciona el número de cada uno de los morfotipos encontrados con el número total de aislamientos observados, mientras más alto sea el valor del índice significa que es mayor la riqueza (Moreno, 2001). Finalmente, para observar la similaridad se utilizó el índice cualitativo de Sorensen (González, 2012), que relaciona la abundancia de los géneros y morfotipos compartidos con la abundancia total, toma los valores entre 0 y 1, siendo dos muestras más similares en tanto se acerquen a la unidad. La abundancia se midió dividiendo el número de individuos perteneciente a cada género y morfotipo entre el número total de individuos. La abundancia en cada sitio de muestreo se obtuvo dividiendo el número total de individuos en cada estado de afectación entre el número total de individuos en los dos estados de afectación.

9. RESULTADOS

Se aislaron y caracterizaron morfológicamente 65 morfotipos procedentes de frailejones afectados (Páramo de Paja Blanca) y 36 de frailejones no afectados (páramo de Morasurco); dado que diez de los morfotipos se encontraron tanto en frailejones sanos como en enfermos, la suma total de morfotipos aislados corresponde a 91. El número de morfotipos también varió entre la endo y ectorrizósfera: en los frailejones con síntomas de afectación se registraron 35 para la endorrizósfera y 38 para la ectorrizósfera. A su vez, de los frailejones carentes de sintomatología se pudieron aislar 26 morfotipos de la endorrizósfera y 14 de la ectorrizósfera.

De los 91 morfotipos encontrados, 66 fueron identificados hasta género. Los restantes, debido a la ausencia de estructuras reproductivas que permitan determinar este nivel, fueron clasificados 14 morfotipos hasta familia y 11 hasta clase, agrupándose en un total de 30 géneros de hongos y un género de protistas (*Tabla 1*).

Tabla 1. Géneros encontrados en los frailejones estudiados, procedencia y abundancia.

Género	Procedencia	Número de	Porcentaje de
<i>Alternaria</i>	E	8	2,7%
<i>Aureobasidium</i>	S-E	19	6,4%
<i>Bispora</i>	S	1	0,3%
<i>Botrytis</i>	S-E	9	3,0%
<i>Cephalosporium</i>	E	1	0,3%
<i>Chaetomium</i>	E	1	0,3%
<i>Cladosporium</i>	S-E	3	1,0%
<i>Colletotrichum</i>	E	2	0,7%
<i>Corynespora</i>	E	7	2,3%

<i>Epicoccum</i>	S-E	9	3,0%
<i>Fusarium</i>	S-E	21	7,0%
<i>Geotrichum</i>	E	2	0,7%
<i>Gliocladium</i>	S-E	76	25,5%
<i>Helicomycetes</i>	S-E	7	2,3%
<i>Helicosporium</i>	S-E	5	1,7%
<i>Isaria</i>	E	1	0,3%
<i>Meria</i>	E	5	1,7%
<i>Mucor</i>	S-E	16	5,4%
<i>Neurospora</i>	E	3	1,0%
<i>Nigrospora</i>	S	14	4,7%
<i>Penicillium</i>	S-E	7	2,3%
<i>Periconia</i>	E	4	1,3%
<i>Phialophora</i>	S	2	0,7%
<i>Pythium</i>	S-E	15	5,0%
<i>Rhizoctonia</i>	E	1	0,3%
<i>Rhizopus</i>	S	3	1,0%
<i>Scopulariopsis</i>	E	1	0,3%
<i>Tolypocladium</i>	E	5	1,7%
<i>Torula</i>	S-E	41	13,8%
<i>Trichocladium</i>	S-E	6	2,0%
<i>Trichoderma</i>	S-E	3	1,0%
TOTAL		298	100,0%

S: Sano

E: Enfermo

Los géneros que presentaron una mayor abundancia en la totalidad de las muestras de frailejones fueron *Gliocladium*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Mucor* y *Nigrospora*. Con respecto a las muestras de frailejones afectados, los géneros más abundantes fueron *Gliocladium* (22%), *Aureobasidium* (6,1%), *Fusarium* (4,9%), *Botrytis* (3,7%), *Alternaria* (3,3%) y *Pythium* (2,9%). Para los frailejones no afectados, los géneros predominantes fueron

Gliocladium (13,8%), *Nigrospora* (8,8%), *Mucor* (7,5%), *Fusarium* (5,7%), *Pythium* (5%) y *Trichocladium* (3,1%).

En referencia a los morfotipos, para frailejones con afectación los más abundantes fueron *Gliocladium* 2 (21,3%), *Torula* 2 (7,9%), *Oomycete* 1 (5,9%), *Aureobasidium* 1 (4,2%), *Oomycete* 4 (3,8%), *Botrytis* 1 (3,8%) y *Alternaria* (2,9%). Para frailejones no afectados, los morfotipos más abundantes fueron *Gliocladium* 2 (13%), *Moniliaceae* 4 (8%), *Nigrospora* 1 (6,2%), *Dematiaceae* 9 (5,6%), *Epicoccum* 2 (4,9%) y *Pythium* 2 (4,9%). (Anexo C).

Tabla2. Comparación de índices entre frailejones con y sin afectación.

	Sin afectación	Con afectación	P
GÉNEROS			
Diversidad (Shannon)	2,486	2,483	0,067542
Diversidad (Simpson)	0,1073	0,1399	0,14007
Similaridad (Sorensen)		0,62222222	
MORFOTIPOS			
Diversidad (Shannon)	3,2632	3,4655	0,98056
Diversidad (Simpson)	0,04999	0,06781	0,67542
Riqueza (Margalef)	6,879	12,07	
Similaridad (Sorensen)		0,17821782	

Los índices de Shannon y Simpson muestran que no existe diferencia significativa entre la diversidad de géneros y morfotipos de hongos en los frailejones con y sin síntomas de afectación. El índice de Simpson muestra que no hay dominancia de algún género o morfotipo, lo que indica una gran diversidad en los dos estados de afectación. El índice de Margalef muestra una gran riqueza de morfotipos en los dos estados de afectación. El índice

de Sorensen señala que existe similaridad entre los géneros de los frailejones con y sin afectación, pero no de los morfotipos.

Tabla 3. Comparación de índices entre endo y ectorrizósfera en frailejones con afectación.

Frailejones con afectación	Endorrizósfera	Ectorrizósfera	P
GÉNEROS			
Diversidad (Shannon)	2,0842	2,621	0,001485
Diversidad (Simpson)	0,1872	0,1064	0,010416
Similaridad (Sorensen)	0,54054054		
MORFOTIPOS			
Diversidad (Shannon)	2,9114	3,1082	0,20614
Diversidad (Simpson)	0,1028	0,06919	0,10392
Riqueza (Margalef)	6,949	7,981	
Similaridad (Sorensen)	0,19178082		

Los índices de diversidad señalan que existe diferencia significativa de los géneros de la endo y ectorrizósfera de frailejones enfermos, lo que no sucede con los morfotipos. La dominancia fue baja en la ecto y en la endorrizósfera, lo que corresponde a una gran diversidad. La riqueza de especies fue alta en la ecto y en la endorrizósfera. El índice de Sorensen muestra que existe similaridad entre los géneros de la endo y ectorrizósfera, al contrario de lo que sucede con los morfotipos donde denota un valor muy bajo.

Tabla 4. Comparación de índices entre endo y ectorrizósfera en frailejones sin afectación.

Frailejones sin afectación	Endorrizósfera	Ectorrizósfera	P
GÉNEROS			
Diversidad (Shannon)	2,3486	2,0621	0,11849
Diversidad (Simpson)	0,114	0,142	0,50822

Similaridad (Sorensen)	0,38095238		
MORFOTIPOS			
Diversidad (Shannon)	2,9908	2,5552	0,12098
Diversidad (Simpson)	0,06207	0,09172	0,28578
Riqueza (Margalef)	5,089	4,297	
Similaridad (Sorensen)	0,2		

No existen diferencias significativas en la diversidad de géneros y morfotipos de la endo y la ectorrizósfera en los frailejones sanos. La dominancia, al igual que en los frailejones con afectación, es muy baja tanto en los géneros como en los morfotipos, lo que indica una gran diversidad. Existe una gran riqueza de morfotipos en la endo y ectorrizósfera de los frailejones sin afectación. La similaridad entre endo y ectorrizósfera es baja en los géneros y en los morfotipos.

10. DISCUSIÓN

De los 31 géneros encontrados en este estudio, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gliocladium*, *Mucor*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Pythium*, *Cephalosporium* y *Trichocladium* han sido reportados en suelos de páramo y se consideran parte de la microbiota fúngica normal de éste ecosistema (Gualdrón, Suárez, & Valencia, 1997; Garcés, et al. 2005; Chitiva, et al. 2007; Arias & Piñeros, 2008). En los estudios realizados sobre hongos en la rizósfera de frailejones se han encontrado los géneros *Penicillium*, *Epicoccum*, *Cladosporium* y *Mucor* como solubilizadores

de fosfato (Cepeda, *et al.* 2005), y el *Oomycete Pythium*, asociado a síntomas de pudrición blanda en plántulas de *Espeletia grandiflora* (García, Díaz, & Castañeda, 2015).

De estudios realizados en tejidos vegetales de frailejones como las inflorescencias, las hojas, el tallo y la necromasa, se pueden encontrar, en común con éste trabajo, los géneros: *Pythium*, *Nigrospora*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Mucor*, *Botrytis*, *Chaetomium*, *Paecilomyces*, *Cladosporium* y *Cephalosporium* (Anacona, Sabogal, & Garcés, 2005; Chitiva *et al.* 2007; González, 2012; Nonsoque, 2013; Franco, 2014; Bermudez, 2014; Avellaneda, 2015; Bernal, 2016; Prieto, 2017; Benavides 2019). De éstas, las investigaciones, las de González (2012), Varela (2011); Buitrago (2015), Prieto (2017) y Gaitán (2018) se encaminan a relacionar algunas especies pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Epicoccum*, *Trichoderma*, *Nigrospora*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Botrytis* con síntomas propios de la afectación de los frailejones como clorosis, manchas foliares, necrosis, marchitez y pudrición, que también son los observados en la presente investigación.

La abundancia de morfotipos presenta diferencias significativas entre frailejones sanos y enfermos, mientras que para géneros no se presentaron diferencias significativas entre los estados de afectación (*Anexos 2, 3, y 4*); esto es similar a lo encontrado en los trabajos de Nonsoque 2013, Bermúdez 2014, Franco 2014 y Avellaneda 2015, donde se compara la abundancia de hongos en frailejones sanos y enfermos sin encontrar variación. Cabe destacar que en dichos estudios los hongos se aislaron de hojas de los frailejones, ello podría explicar el contraste con esta investigación con respecto a los morfotipos e indicaría la posibilidad de que una de las causas de la afectación sea la alteración de la abundancia de los morfotipos fúngicos en la rizósfera.

El género más abundante tanto en frailejones afectados como no afectados fue *Gliocladium*, el cual ha sido estudiado por su papel como biocontrolador y micoparásito. Las especies de éste género comúnmente producen metabolitos secundarios con potencial micotóxico; además parasitan a otros hongos destruyendo el micelio y las esporas (Barnett & Lilly, 1962; Sivasithamparam & Ghisalberti, 2002; Castillo, Rojas, & Villalta, 2016). Según Hejeljord & Tronsmo 1998, individuos de estos géneros compiten muy agresivamente y pueden colonizar con rapidez cortes infecciosos, raíces en crecimiento, heridas y tejido senescente, atacando a fitopatógenos que ya se hayan establecido o que lleguen después. Se ha podido constatar que variedades comerciales de *Gliocladium*, como *G. catenulatum* y *G. virens*, tienen efectos antagonicos ante patógenos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Sclerotinia* (Helyer, Cattlin, & Brown, 2014). Cabe destacar que estas dos especies de *Gliocladium* han sido reportadas en algunos complejos paramunos de Colombia (Gualdrón, Suárez, & Valencia, 1997; Anacona, Sabogal, & Garcés, 2005; Chitiva *et al.*, 2007). Las características aludidas pudieron ser de gran relevancia para que su presencia sea abundante en las muestras de ectorrizósfera y endorrizósfera.

El siguiente género en abundancia fue *Aureobasidium*, el cual se encontró en mayor proporción en los frailejones con afectación. Este ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades antagonistas contra hongos patógenos, principalmente *Fusarium*, *Botrytis*, *Penicillium* y *Rhizoctonia* (Yoshikawa *et al.*, 1993; Elmer & Reglinski, 2006; Miles *et al.*, 2012; Martin *et al.* 2018), aunque también se han reportado algunas especies fitopatógenas (Cepero de García *et al.*, 2015); además, se ha visto asociado a enfermedades y cambio de color en la venación de las hojas (Smith *et al.*, 1992), por lo cual, dada su presencia en plantas con afectación, no se podría descartar como uno de los responsables; aunque tampoco se

puede excluir su papel como biocontrolador teniendo en cuenta sus antecedentes como un hongo antagonista. La especie que más se ha estudiado sobre este género como potencial biocontrolador es *Aureobasidium pullulans*, la cual ya ha sido aislada según reportan algunos estudios en páramos del país (Gualdrón, Suárez, & Valencia, 1997; Miles *et al.*, 2012).

Otro género con una gran abundancia, tanto en frailejones sanos como enfermos, fue *Fusarium*. Estos hongos se distribuyen de manera global, en diferentes regiones, climas y hábitats, y han sido bastante estudiados por su actividad fitopatógena, sobretodo en cultivos (Smith *et al.* 1992; Agrios, 2005; Narayanasami, 2013). Como patógeno de plantas, *Fusarium* causa principalmente daños vasculares. Algunas especies de éste género pueden permanecer inactivas en el suelo mucho tiempo como esporas o micelios, y después son capaces de penetrar en la raíz y llegar hasta el xilema; según Smith (1992), los marchitamientos debidos al éste género son “enfermedades típicas del suelo”, varían según el hospedero y se caracterizan por síntomas como pudrición de la raíz, necrosis, clorosis, cambio de color en el tallo y las hojas, además, siendo posible también que las plantas puedan desarrollar muerte prematura (Smith, *et al.* 1992; Gaetán & Zucorn, 1997; Garcés de Granada *et al.*, 2001; Salazar *et al.*, 2010; Castaño, 2012). La sintomatología descrita es similar a la reportada en los frailejones con afectación en el páramo de Paja Blanca, lo que hace pensar que éste género podría ser uno de los causantes o cuando menos, tener un rol importante en dicho estado, aunque se deberán hacer pruebas de patogenicidad para corroborar lo dicho. Una de las especies más reconocidas por su actividad fitopatógena es *F. oxysporum*, encontrada en frailejones con condición de afectación en los páramos de Chingaza-Cundinamarca (González, 2012; Prieto, 2017) y Paja Blanca-Nariño (Galíndez, 2019; Flórez, 2019); por ello, no se

descarta su presencia en la ectorrizósfera ni en la endorrizósfera de los frailejones del páramo de Paja Blanca.

Otro posible patógeno encontrado, de manera abundante fue *Botrytis*. Éste género contiene especies que son patógenos de importancia tratándose de plantas almacenadas y de cultivo en general, pues causan grandes pérdidas económicas cada año (Staats, van Baarlen, & van Kan, 2005; Elad *et al.*, 2007; Cepero de García *et al.* 2015). Las enfermedades relacionadas con *Botrytis* aparecen principalmente como manchas foliares y pudriciones en los frutos e inflorescencias, generalmente afectando la parte aérea de la planta (Smith *et al.*, 1992; Staats, van Baarlen, & van Kan, 2005). Las especies de éste género son necrótrofas, por lo que causan graves daños a las células de las plantas que infectan (Elad *et al.*, 2007; Williamson *et al.*, 2007; Cepero de García *et al.*, 2015). Según Smith 1992, en algunas especies el suelo es una fuente secundaria de inóculo, concentrándose el patógeno, en mayor medida, en las semillas de la planta. El encontrar de forma abundante a éste género en los frailejones afectados y su ausencia en los no afectados, puede sugerir que está contribuyendo a la afectación, aunque para confirmar esto es necesario realizar pruebas de patogenicidad. Igualmente, se sabe que las especies patógenas de *Botrytis* prefieren atacar los tejidos maduros y senescentes de la planta, entrando en estado de latencia cuando los tejidos aún son jóvenes (Barnes & Shaw, 2002; Agrios, 2005), lo que sugiere que éste género podría no ser el causante de la sintomatología en plántulas o frailejones en desarrollo sino en plantas maduras, en etapa de floración. En el informe final de la afectación del páramo de Chingaza y en los estudios de González 2012, Buitrago, 2015 y Prieto, 2017, se atribuye al género *Botrytis* asociarse a la afectación y a los síntomas de pudrición y pérdida de pubescencia foliar de frailejones. En la

investigación sin publicar de Galíndez 2019 en el páramo de Paja Blanca, se encontró dicho género en insectos que se presume pueden ser vectores de hongos patógenos en frailejones.

Una de las especies más investigadas por su importante actividad patogénica es *Botrytis cinerea*, la cual ocasiona diversas enfermedades en muchas plantas y puede infectar a un gran número de hospederos (Rebodinos *et al.*, 2000; Barnes & Shaw, 2002; Williamson, *et al.* 2007; Dean *et al.* 2012; Narayanasami, 2013). Esta especie también se reporta en el estudio de Flórez 2019, sobre hongos aislados de tejido vegetal de frailejones *Espeletia pycnophylla* en el páramo de Paja Blanca-Nariño, por lo cual no se descarta que se encuentre en la rizósfera, por tanto, se requiere una identificación hasta especie de la colonia aislada.

Por otra parte, *Alternaria* es un género cosmopolita, saprótrofo, endófito y con un gran número de especies fitopatógenas (Woudenberg *et al.*, 2013; Cepero de García., 2015; Lawrence, Rotondo, & Gannibal, 2016). Las especies de éste género producen una importante variedad de micotoxinas que tienen diferentes efectos adversos en las plantas (Li & Yoshizawa, 2000; Andersen, Krøger, & Roberts, 2002; Greco *et al.*, 2012; Benavidez *et al.*, 2014; Díaz, Del Río, & Ortuño, 2018). Entre los síntomas producidos por *Alternaria* se encuentran manchas foliares, clorosis, necrosis, lesiones en el tallo de plántulas y plantas maduras de las cuales también pueden resultar afectados el fruto y las semillas. Otros síntomas incluyen defoliación y pérdida del vigor de la planta (Smith *et al.*, 1992; Lawrence *et al.*, 2008; Manguin, Roychowdhury, & Tah, 2013). Éste género ha sido encontrado en la roseta y necromasa de frailejones, y también como un hongo endófito de estos (Anacona, Sabogal, & Garcés, 2005; Arias & Piñeros, 2008; Varela, 2011; Nonsoque, 2013, Franco 2014), no obstante se ha reportado asociado a síntomas relacionados con la enfermedad de los frailejones, como son necrosis, pérdida de la pubescencia foliar, clorosis y entorchamiento

(González, 2012; Buitrago, Vanegas, & Ramos, 2015; Gaitán, 2018; Varela, 2011). Con esto se puede evidenciar que es un hongo común en los páramos pero también que está asociado a síntomas de la afectación; en vista de ello, se podría considerar su implicación en la sintomatología presentada por los frailejones de Paja Blanca. Cabe destacar que éste género no estuvo presente en los frailejones sin afectación en la presente investigación, hecho que refuerza lo descrito.

El género *Pythium* pertenece al reino *Chormista*, se puede encontrar en ambientes terrestres y acuáticos, es habitante frecuente del suelo y tiene una distribución global (Martin & Loper, 1999; Cepero de García et al., 2015). Sus especies son saprófitas pero entre ellas también hay una gran cantidad de patógenos de plantas y de agentes biocontroladores de hongos que habitan en la rizósfera (Martin & Loper, 1999; Narayanasami, 2013; Cepero de García et al., 2015). Los síntomas producidos por los patógenos de éste género son volcamiento de plántulas, manchas foliares, clorosis, y pudrición de la semilla, tallo y raíces (Smith et al., 1992; Sinobas & Rodríguez, 1999; Nzungize et al., 2011; Cepero de García et al., 2015; Suksiri et al., 2018); lo anterior nos indica que es probable que fitopatógenos de *Pythium* estén involucrados en la afectación de los frailejones debido a la similaridad de los síntomas y la abundancia de éste en plantas enfermas. Asimismo, se sabe que ellos atacan principalmente a las plántulas más que a plantas maduras (Sinobas & Rodríguez, 1999; Agrios, 2005), por lo que a diferencia de hongos como *Botrytis* y *Alternaria*, sería uno de los causantes de los síntomas de enfermedad en plántulas de frailejón *E. grandiflora*, hecho que ya fue reportado por García, Díaz, & Castañeda en 2015.

Según Smith (1992), *Pythium* es un buen oportunista pero un mal competidor con otros hongos, por lo que se justificaría su baja abundancia en las muestras obtenidas en éste estudio

en comparación con géneros como *Fusarium* o *Botrytis*. El género *Pythium* ya ha sido aislado de la rizósfera de frailejones por Garcés de Granada (2005), y de la necromasa por Anacona (2005).

El género *Nigrospora* fue el segundo más abundante en la rizósfera de los frailejones sin afectación. Es un género saprófito y se aísla del suelo y del material vegetal como endófito de plantas, aunque también posee especies fitopatógenas (Sharma, Meena, & Chauhan, 2013; Dutta *et al.*, 2015; Zhong *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2017). A éste género también pertenecen especies que secretan sustancias antimicóticas como metabolitos secundarios (Delgado & Vázquez, 2010; Zhao *et al.*, 2012). La abundante presencia de éste hongo en los frailejones no afectados sugiere que es un hongo endófito, porque vive de manera asintomática en la planta (Wilson, 1995). También se reporta como un habitante común en el suelo y ha sido aislado en varios complejos paramunos del país, siendo asociado a la rizósfera, necromasa y a la parte aérea de los frailejones (Garcés *et al.*, 2005; Anacona, Sabogal, & Garcés, 2005; Franco, 2014, Bermúdez, 2014, Buitrago, Vanegas, & Ramos, 2015), pero también se reporta asociado a síntomas como homosis, necrosis, clorosis, pudrición y entorchamiento (Bernal, 2016; Prieto, 2017, Gaitán, 2018; Varela, 2011). La ausencia de síntomas en los frailejones sanos en los que *Nigrospora* fue abundante podría indicar que se trata de especies no patógenas o que las condiciones para que se dé la patogenicidad de las especies presentes aún no se han producido, por lo que se recomienda hacer identificación de los aislamientos hasta especie.

El género *Mucor* fue el tercero en abundancia en los frailejones sin afectación. Éste tiene una distribución cosmopolita y es uno de los géneros más comunes en los suelos (Giri *et al.*, 2005; Pfenning & Malghaes de Abreu, 2012; Cepero de García *et al.*, 2015). Las especies patógenas de éste género causan pudrición de frutos almacenados y no almacenados (Smith *et*

al., 1992), mientras que otras especies han demostrado tener efectos biocontroladores sobretodo con bacterias gram positivas (Chaparro & Campuzano, 2018). *Mucor* ya ha sido encontrado asociado a la parte aérea y a la necromasa como un hongo descomponedor de azúcares (Anacona, Sabogal, & Garcés, 2005), en la rizósfera como solubilizador de fosfato (Cepeda *et al.*, 2005), y como endófito de los frailejones (Chitiva *et al.*, 2007; Arias & Piñeros, 2008; Nonsoque, 2013, Franco, 2014, Avellaneda, 2013, Gaitán, 2018; Varela, s.f.), aunque Prieto 2017 reportó a éste género asociado a entorchamiento de hojas jóvenes en plantas de frailejón. Al no encontrarse asociado a sintomatología, se podría decir que éste género puede ser un endófito y un habitante natural del suelo del páramo Morasurco.

El género *Trichocladium* es habitante común del suelo (Goh & Hyde, 1999; Chen *et al.*, 2013) y saprófito, aunque algunas veces se le ha encontrado asociado a síntomas de patogenicidad (Acosta *et al.*, 2011); no obstante, también se han caracterizado sustancias antimicóticas y antibacterianas como metabolitos secundarios de especies de éste género (Park *et al.*, 2017), el cual ya ha sido reportado en suelos de páramo por Smith 1992, pero no se ha encontrado en la literatura revisada asociado a síntomas de afectación de frailejones; infiriendo que en el páramo Morasurco se comporta como hongo saprófito en el suelo y endófito de su hospedero, aunque no se descarta su papel como biocontrolador de hongos patógenos y bacterias.

Entre los géneros fúngicos encontrados en menor abundancia en los frailejones con afectación, los que han sido hallados como fitopatógenos son *Cephalosporium*, *Colletotrichum*, *Corynespora*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Meria*, *Cladosporium* y *Rhizoctonia* (Smith *et al.*, 1992; Schubert & Braun, 2005; Agrios, 2005; Dixon *et al.*, 2009; García, Girón, & Ruiz, 2012; Quincke, Peterson, & Mundt, 2012; Narayanasami, 2013; Cepero de García *et*

al., 2015). De éstos, *Colletotrichum*, *Penicillium* y *Cladosporium* se han asociado con lesiones o sintomatología de frailejones afectados (Medina, Varela, & Martínez, 2010; Buitrago, Vanegas, & Ramos, 2015; Gaitán, 2018).

El género *Chaetomium*, encontrado en los frailejones con afectación, es conocido por su actividad como biocontrolador y parásito de hongos (Narayanasami, 2013); no obstante, según un estudio de antagonismo realizado por Garcés de Granada en 2005 con colonias de éste género aisladas de la necromasa de frailejones, cuya actividad antagónica fue nula frente a los hongos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* y *Aspergillus sp.*, y en su lugar, al parecer estimuló el crecimiento de dichos patógenos; por ésta razón, no se puede descartar la contribución de éste hongo a la afección de los frailejones en el Páramo de Paja Blanca.

Como se puede observar, hay una gran cantidad de géneros con potencial fitopatógeno en los frailejones con afectación; son abundantes con respecto a los otros y se han reportado ya en otros páramos cuya sintomatología está asociada a la de la de *Espeletia pycnophylla* de Paja Blanca. Según el presente estudio, los principales causantes serían los géneros *Fusarium*, *Botrytis*, *Alternaria* y *Pythium*. Cabe destacar que los patógenos pertenecientes a estos géneros pueden estar desarrollando relaciones de sinergia entre ellos y con otros géneros menos frecuentes como *Rhizoctonia*, aumentando su patogenicidad y los síntomas asociados a ésta (Laguna, Salazar, & López, 1983; Chang, Barr, Hwang, & Mirza, 1994; Buitrago, Vanegas, & Ramos, 2015); dado que en los frailejones sin afectación se encontraron menos hongos patógenos, se esperaría que haya una menor probabilidad de sinergia. Cabe resaltar que los géneros *Fusarium* y *Pythium* se presentan también con una abundancia importante en

los frailejones sin afectación del páramo de Morasurco, por lo visto, sin provocar síntomas de infección.

Lo anterior podría explicarse debido a que existen condiciones particulares para el desarrollo de patógenos, entre las cuales están temperatura, humedad, viento, luz, pH y la disponibilidad de nutrientes de la planta, aunque también depende del tipo de patógeno y sus requerimientos óptimos para la supervivencia e infección (Smith *et al.*, 1992; Agrios, 2005; Blumenthal *et al.*, 2009). Igualmente, se sabe que hongos endófitos pueden desarrollar patogenicidad hacia la planta hospedera en un determinado momento de su vida (Agrios, 2005; Schulz & Boyle, 2006); Kuo *et al.* (2014) sostienen que los estilos de vida de los hongos son dinámicos y dependen de factores como la estructura genética de las especies fúngicas, las características de los hospederos y las condiciones ambientales. Además, señalan que los estados endofíticos corresponden a un equilibrio entre el hongo y su hospedero; cuando dicho balance se rompe, se generan estados de patogenicidad, por ello se podría decir que el equilibrio existente en algunas especies de hongos relativos a la rizósfera de frailejones sanos en el páramo de Morasurco aún se mantiene, cosa que no ocurre en el Páramo de Paja Blanca, donde se presume que alguno o varios de los factores anteriormente mencionados se han alterado.

Es de resaltar que únicamente en los estudios de Prieto (2017), Naranjo (2018) y Benavides (2019), se han realizado pruebas de patogenicidad para los hongos asociados a las lesiones, y solo en los dos primeros se lograron reproducir algunos síntomas como pérdida de pubescencia y manchas foliares, homosis y clorosis, relacionados con los hongos *Fusarium oxysporum*, *Clostridium rosea*, *Botrytis sp.*, *Saldinia Eschscholtzii* y *Epicoccum nigrum*. Con el fin de entender el papel de los hongos encontrados en las lesiones y tener un mejor

panorama de la relación entre el posible patógeno y la planta, se plantea la ejecución de este tipo de pruebas en futuros estudios.

Otro resultado importante de la presente investigación es que en frailejones con y sin afección existe una gran abundancia de hongos con potencial antagonista que deberían ayudar a controlar a los fitopatógenos; sin embargo, al parecer esto no estaría sucediendo en el Páramo de Paja Blanca.

Entre otros géneros con actividad antagónica, se encontraron los siguientes: *Trichoderma*, conocido por su actividad antimicótica (Agrios, 2005; Narayanasami, 2013, Bernal, 2016), *Epicoccum*, que es un biocontrolador y produce sustancias antifúngicas (De Lima, De Souza, & Araújo, 2012; Narayanasami, 2013); *Isaria*, que tiene especies entomopatógenas y nematófagas (Deffieux *et al.*, 1981; Zimmermann, 2008; Hoy, Singh, & Rogers, 2010); *Meria*, que se encarga del control de nemátodos (Jansson, Jeyaprakash, & Zuckerman, 1985; López & Jansson, 2001; Lebrigand *et al.*, 2016); *Neurospora*, que es mayormente saprófito aunque hay estudios que demuestran que puede “activar” su patogenicidad (Kuo *et al.*, 2014); el hongo *Tolypocladium*, reportado como entomopatógeno (Herrero & Zabalgogezcoa, 2011; Scorsetti *et al.*, 2012); *Helicomyces*, que es saprófito y tiene actividad antagónica (Nuraini, Aningshi, & Susilowati, 2017); *Helicosporium*, el cual posee actividad antifúngica y antibacterial (Jung *et al.*, 2012); *Penicillium*, conocido por ejercer biocontrol mediante actividad antifúngica y antibacterial (Agrios, 2005; Segura, 2010; Narayanasami, 2013); *Scopulariopsis*, que registra actividad entomopatógena (Cepero, 2015); y *Geotrichum*, antagonista de patógenos como *Botrytis* (Narayanasami, 2013).

Los agentes biocontroladores se ven influenciados por factores como su crecimiento y desarrollo, condición del suelo, y la interacción con microorganismos de la rizósfera, aunque las condiciones ambientales pueden influenciar directamente al hospedero, al patógeno y al agente biocontrolador, por lo que tienen un papel muy relevante (Klein & Eveleigh, 2002; Narayanasami, 2013); con base en esto se podría decir que es posible que los factores ambientales en el páramo de Paja Blanca estén alterados y por ende susciten condiciones anormales para los frailejones, rompiendo el balance de la relación entre hongos anfitriones y la planta hospedera, lo que genera circunstancias propicias para el desarrollo de patógenos y consecuentemente, de la enfermedad. Estas posibilidades también se han discutido en otras investigaciones al pretender dar solución al problema presente en los frailejones, y en ellas se atribuye al cambio climático la alteración de condiciones ambientales que generan todo tipo de modificaciones que propician el desarrollo de circunstancias adversas para las formas de vida de sistema paramuno (Varela, 2014; Vargas, 2016).

El cambio climático es una grave amenaza para los ecosistemas altoandinos; lleva consigo el aumento de la temperatura y la variación en los límites de las zonas de vida, lo que altera la distribución de las especies y la biodiversidad (Van der Hammen *et al.*, 2002). Según Vargas (2013) el páramo es un ecosistema frágil debido a su condición de isla biogeográfica, lo que hace propensas a sus especies endémicas al alterar los ciclos relacionados con los factores ambientales propios de éste ecosistema. Esto podría estar ocurriendo en el páramo de Paja Blanca y otros páramos donde se presenta la afectación de los frailejones. Sin embargo, al no haberse realizado la medición de parámetros ambientales a lo largo del tiempo en el páramo mencionado, no es posible dilucidar los efectos de la variación climática en él, por lo que lo planteado anteriormente es solo una posibilidad.

El índice de Sorensen muestra que hay más de un 60% de similitud entre los géneros encontrados en frailejones con y sin afectación con lo que se podría corroborar lo dicho anteriormente al hacer referencia a que en el páramo de Paja Blanca se están desarrollando condiciones propicias para que los hongos presentes en la rizósfera se comporten como patógenos y provoquen los síntomas observados. Esto contrasta con los resultados de González 2012, quien encontró una similitud muy baja entre hongos endófitos de *Espeletia grandiflora* en frailejones con y sin afectación, lo que podría indicar que la dinámica de infección de los patógenos y la composición de hongos de frailejones en el Parque Natural Chingaza son diferentes a los del páramo de Paja Blanca.

La similitud de morfotipos encontrada en este estudio fue muy baja, lo que significa que a pesar de que los frailejones comparten géneros comunes, las especies que se presentan en uno u otro estado podrían diferir; esto deberá corroborarse mediante la identificación hasta especie de los hongos aislados.

La similitud de géneros entre endo y ectorrizósfera en frailejones afectados fue mayor del 50%, pero fue muy baja la de morfotipos; este hecho podría indicar que las especies presentes entre la ecto y endorrizósfera son diferentes. Lo anterior permite inferir que la afectación está siendo causada por hongos endófitos de la raíz más que por hongos procedentes del suelo que invaden la planta porque, como ya se ha dicho, los hongos endófitos pueden volverse patógenos en alguna etapa de su vida si se dan las condiciones apropiadas (Wilson 1995; Agrios 2005).

La gran diversidad de hongos, tanto en los frailejones sanos como en los enfermos, es compatible con estudios realizados anteriormente sobre hongos asociados a frailejones

(Gualdrón, Suárez, & Valencia, 1997; Arias & Piñeros, 2008; Cepeda *et al.*, 2005; Chitiva *et al.*, 2007; González, 2012; Gaitán, 2018). Algo que cabe resaltar es que la diversidad es mayor en los frailejones afectados que en los no afectados; ello implicaría también una mayor probabilidad de que especies fitopatógenas se encuentren presentes. Teniendo en cuenta que en esta investigación no se estudiaron los hongos de frailejones sanos del páramo de Paja Blanca, no se puede relacionar la afectación con una mayor diversidad de géneros, ya que no se tienen datos de la diversidad fúngica de frailejones sin síntomas de afectación del páramo de Paja Blanca. La diversidad que se encontró en menor medida en los frailejones sanos en Morasurco, podría ser explicada en tanto que los hongos difieren entre las plantas según su grado de endemismo regional (Lodge, 2001).

El índice de Simpson fue muy bajo en todos los contextos en los que fue aplicado, lo que quiere decir que no hay dominancia de un solo género o morfotipo, y que existe una gran diversidad. Esto señala que la afectación en los frailejones no se debe a un solo hongo con gran abundancia sino que puede estar ocasionado por varios hongos en sinergia, como ya lo han expuesto otros autores en trabajos sobre sintomatologías causadas por hongos a frailejones (González, 2012; Buitrago, Vanegas, & Ramos, 2015; Gaitán, 2018).

Es importante tener en cuenta que los hongos no solo interactúan entre ellos, sino también con una gran diversidad de microorganismos presentes en la rizósfera (Mukerji, Manoharachary, & Singh, 2006; Pfenning & Maglaes de Abreu, 2012), en vista de ello se considera necesario realizar estudios con otros microorganismos como bacterias y actinomicetos para tener una mejor perspectiva de la problemática estudiada.

11. CONCLUSIONES

No existe diferencia significativa en la diversidad de morfotipos y géneros asociados a la rizósfera de frailejones con síntomas de afectación y sin síntomas de afectación, no obstante, se describen hongos reportados como fitopatógenos en los frailejones procedentes del páramo de Paja Blanca y que no estuvieron presentes en los frailejones del páramo de Morasurco.

Existe una gran diversidad de géneros y morfotipos y riqueza de morfotipos asociados a la rizósfera de frailejones enfermos y sanos.

Existe diferencias significativas en la abundancia de morfotipos asociados a la rizósfera de frailejones con síntomas de afectación y sin síntomas de afectación.

12. RECOMENDACIONES

Realizar una identificación molecular o morfológica hasta especie de las colonias fúngicas aisladas.

Realizar un estudio comparativo con frailejones sin síntomas de afección en el páramo de Paja Blanca, con el fin de complementar las observaciones realizadas en éste estudio.

Realizar pruebas de patogenicidad con los posibles fitopatógenos y así dilucidar su relación con la afección, una vez se aclare la etiología de la enfermedad.

Realizar pruebas de antagonismo con los posibles hongos biocontroladores.

Estudiar otros microorganismos presentes en la rizósfera para tener una idea más clara de las interacciones microbiológicas y su rol en la rizósfera, así como su contribución a la afectación

Estudiar parámetros como la diversidad, riqueza, abundancia, entre otros, con factores abióticos como la altitud, humedad, o factores edáficos como en otras investigaciones de la afectación.

Evaluar parámetros ambientales que permitan establecer si el páramo de Paja Blanca está viéndose afectado por variación climática ocasionada por el calentamiento global.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M., Alvarado, Y., Cruz, M., Leiva, M., Roque, B., Sánchez, C., . . . Mariño, M. (2011). Hongos filamentosos asociados a plantaciones de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* Schrader ex Wendland. *Biotechnología Vegetal*: 253-256.
- Agrios, G. (2005). *Patología de Plantas*. USA: Elsevier Academic Press:100-450.
- Alexopoulos, C., Mims, C., & Blackwell, M. (1995). *Introductory Mycology*. Louisiana U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc:10-125.
- Álvarez, M., Escobar, F., Córdoba, S., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., . . . Villarreal, H. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: 10-36.
- Álvarez, C., & Osorio, M. (2013). Identificación molecular de microorganismos asociados a la rizósfera de plantas de vainilla en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 293-306.
- Anaconda, A., Sabogal, S., & Garcés, E. (2005). Distribución de las especies de hongos asociadas al abrigo de hojas muertas de *Espeletia grandiflora*, en el páramo El Granizo. En A. varios, *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia* Bogotá: Unibiblos: 107-122.
- Andersen, B., Krøger, E., & Roberts, R. (2002). Chemical and morphological segregation of *Alternaria arborescens*, *A. infectoria* and *A. Tenussima* species groups. *Mycol. Res.*, 170-182.
- Arias, L., & Piñeros, A. (junio de 2008). Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los páramos de Guasca y Cruz Verde. Trabajo de grado. Cundinamarca. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Avellaneda, K. (2015). Diversidad de hongos endófitos en *Espeletia argentea*, *Asteraceae* y su relación con variables edáficas en la microcuena Calostros del Páramo de Chingaza. Trabajo de Grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

- Barnes, S., & Shaw, M. (2002). Factors affecting symptom production by latent *Botrytis cinerea* in *Primula polyantha*. *Plant Pathology*, 746-754.
- Barnett, H., & Lilly, B. (1962). A Destructive Mycoparasite, *Gliocladium Roseum*. *Mycologia*, 72-77.
- Barreno, E., & Pérez-Ortega, S. (2003). Glosario. Consejería del Medio Ambiente, Ordenación Territorial e Infraestructura del Principado de Asturias y KRK ediciones: 478.
- Benavides, N. (2019). Determinación de los hongos asociados a la enfermedad de los frailejones (*Espeletia pycnophylla*: Asteraceae) del páramo de Paja Blanca Municipio de Gualmatán (Nariño-Colombia). Trabajo de Grado. Pasto. Universidad de Nariño.
- Benavidez, M., Patriarca, A., Cabrera, G., & Fernández, V. (2014). Determinación de perfiles de producción de metabolitos secundarios característicos de especies del género *Alternaria* aisladas de tomate. *Revista Iberoamericana de Micología*, 119-124.
- Bermudez, S. (2014). Comparación de hongos endófitos asociados a frailejones sanos y enfermos (*Espeletia grandiflora*) en diferentes elevaciones de la Cuenca Quebrada Calostros del páramo del Parque Nacional Chingaza. Trabajo de grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Bernal, M. (2016). Efecto de hongos antagonistas frente a hongos fitopatógenos de *Espeletia grandiflora* y *Espeletia argentea* del Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de Grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Blasco, M., & Burbano, H. (2015). La vida en el suelo-notas sobre su bioquímica y microbiología. Pasto-Colombia: Impresos la Castellana: 18-89.
- Blumenthal, D., Mitchell, E., Pysek, P., & Jarosík, V. (2009). Synergy between pathogen release and resource availability in plant invasion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 7899-7904.

- Buitrago, S., Vanegas, L., & Ramos, C. (2015). Pérdida de pubescencia foliar y sus efectos fisiológicos en *Espeletia paipana* (*Asterales, Asteraceae*), en el departamento de Boyacá-Colombia. *Biología Tropical*, 845-858.
- Buscot, F., & Varma, A. (2005). *Microorganisms in soils: Roles in Genesis and Functions*. Berlin-Alemania: Springer, 19-49.
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., & Cisneros, F. (2006). Hidrología del páramo andino: Propiedades, Importancia y Vulnerabilidad. En L. Cáceres, B. De Bièvre, V. Íñiguez, W. Buytaert, A. Encalada, & C. Martínez, *Investigaciones biofísicas en el páramo*. Quito, Ecuador: Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador (GTP), 29-52.
- Campbell, N., & Reece, J. (2007). *Biología*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana, 121-133.
- Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma spp.* y *Pseudomonas spp.* Una revisión. *U.D.C.A Act. & Div. Cient*, 15 - 31.
- Castaño, R. (2012). Caracterización de la población de *Fusarium oxysporum.sp. dianthi* en la costa Noroeste de Cádiz y control mediante compost supresivos de las marchiteces vasculares. Tesis doctoral. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Castillo, H., Rojas, R., & Villalta, M. (2016). *Gliocladium sp.* agente biocontrolador con aplicaciones prometedoras. *Tecnología en marcha. Edición especial biocontrol*, 65-73.
- Cepeda, M. L., Gamboa, A. M., Valencia, H., & Lozano, A. (2005). Hongos solubilizadores de fosfatos minerales aislados de la rizósfera de *Espeletia Grandiflora* del páramo El Granizo. En M. B. (Ed), *Estrategias adaptativas de las plantas del páramo y bosque altoandino en la Cordillera Oriental de Colombia* (págs. 89-106). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cepero de García, M., Restrepo, S., Franco-Molano, A., Cárdenas, M., & Vargas, N. (2015). *Biología de Hongos*. Bogotá: Universidad de los Ande, 5-397.

- Chang, K., Barr, D., Hwang, S., & Mirza, M. (1994). Effect to interactions between *Fusarium*, *Rhizoctonia*, and *Pythium* on root and rhizome of *Alstromeria*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 460-466.
- Chaparro, A., & Campuzano, S. (2018). Aislamiento, identificación y evaluación de la actividad antimicrobiana de metabolitos producidos por *Mucor circinelloides* (Cepa Nativa SPG 321). *Nova*, 63-70.
- Chen, S., Ren, F., Niu, S., Liu, X., & Che, Y. (2013). Dioxatricyclic and Oxabicyclic Polyketides from *Trichocladium opacum*. *Journal of Natural Products*, 9-14.
- Chiocchio, V. M. (2000). Influencia de las raíces sobre las poblaciones fúngicas del suelo, efecto: Rizoplano-Rizósfera. Tesis doctoral. Buenos Aires-Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales- Universidad de Buenos Aires.
- Chitiva, A., Torrenegra, R., Cabrera, C., Diaz, N., & Pineda, V. (2007). Contribución al estudio de microhongos filamentosos en los ecosistemas Páramo de Guasca y El Tablazo. Estudio preliminar de mohos de páramos colombianos. Pontificia Universidad Javeriana, 1-10.
- Clark, F. (1949). Soil Microorganisms and Plant Roots. U.S. Department of Agriculture and Iowa Agricultural Experiment Station, 242-273.
- Cross, S. (2001). Adaptation of the giant rosette plant, *Espeletia pycnophylla subsp. angelensis*, to ultraviolet radiation over an elevation gradient on Volcán Chiles. En P. Ramsay, *The Ecology of Volcán Chiles High-altitude Ecosystems on the Ecuador-Colombia Border* (págs. 82-90). United Kingdom: Pebble & Shell Publications.
- Cuatrecasas, H., & Robinson, J. (1976). Monography of the subtribe *Espeletiinae*. En M. Diazgranados, *Aportes a la delimitación de los páramos desde el estudio de los frailejones* (pág. 29). Bogotá, D.C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Rev. Academia Colombia. Ciencias Exactas Físicas Naturales*, 221-264.

- Cuatrecasas, J. (1986). Speciation and radiation of the *Espeletiinae* in the Andes. En F. Vuilleumier, & M. Monasterio, High altitude tropical biogeography (págs. 276-303). New York-USA: Oxford University.
- De Lima, C., De Souza, F., & Araújo, W. (2012). *Epicoccum nigrum* P16, a Sugarcane Endophyte Produces Antifungal Compounds and Induces Root Growth. *PLoS ONE*, 1-10.
- Deacon, J. (2006). *Fungal Biology*. United Kingdom: Blackwell Publishing, 10-125.
- Dean, R., van Kan, A., Pretorius, Z., Hammond-kosack, K., Di Pietro, A., Spanu, P., Foster, G. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 414-430.
- Deffieux, G., Merlet, D., Baute, R., Bourgeois, G., Baute, M., & Neveu, A. (1981). Neu insecticidal cyclodepsipeptides from the fungus *Isaria felina*. *The journal of antibiotics*, 1266-1270.
- Delgado, A., Zambrano, J., Ramos, M., Casanova, M., Narváez, G., Calderón, J., Pantoja, Y. (2010). Declaratoria del Parque Natural Regional Páramo Paja Blanca Territorio Sagrado del Pueblo de los Pastos Nariño - Colombia. San Juan de Pasto: Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO Grupo de Investigación TERRA Universidad de Nariño Asociación GAICA, 66-71.
- Delgado, E., & Vázquez, M. (2010). Control biológico de la Antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporoides* Penz. y Sacc.) en Tomate de Árbol (*Solanum betaceum* Cav.) mediante hongos endófitos antagonistas. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 36-43.
- Díaz, L., Del Río, J., & Ortuño, A. (2018). Mechanism of *Alternaria alternata* Pathogenicity in "Fortune" Mandarin. *Horticultrae*, 2-8.
- Diazgranados, M. (2012). A nomenclator for the frailejones (*Espeletiinae* Cuatrec., *Asteraceae*). *PhytoKeys*, 1-52.

- Diazgranados, M. (2013). Aportes a la delimitación de los páramos desde el estudio de los frailejones. En J. Cortés-Duque, & C. Sarmiento, *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos* (págs. 23-37). Bogotá, D.C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Dixon, L., Schlub, R., Pernezny, K., & Datnoff, L. (2009). Host Specialization and Phylogenetic Diversity of *Corynespora cassiicola*. *Mycology*, 1015-1027.
- Dutta, J., Gupta, S., Thakur, D., & Handique, P. (2015). First Report of Nigrospora Leaf Blight on Tea Caused by *Nigrospora sphaerica* in India. *Plant Disease*, 417-430.
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., & Delen, N. (2007). *Botrytis spp.* and diseases they cause in agricultural system-an introduction. En V. autores, *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (págs. 1-8). Dordrecht. Alemania. Springer.
- Elmer, P., & Reglinski, T. (2006). Biosuppression of *Botrytis cinerea* in grapes. *Plant Pathology*, 155-177.
- Erazo, Y. Y., & Guerrero, L. V. (2013). Estado actual de los ecosistemas de Páramo y Selva Altoandina Morasurco, Municipio de Pasto. Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía, Universidad de Nariño, Pasto, 25-234.
- Flórez, C. (2019). Caracterización de hongos aislados del frailejón *Espeletia pycnophylla* en el Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca. Trabajo de grado sin publicar. Pasto, Nariño, Colombia: Universidad de Nariño.
- Franco, M. (2014). Diversidad y frecuencia de hongos endófitos en *Espeletia argentea* en relación con aspectos edáficos en la cuenca Calostros (PNN Chingaza, Colombia). Trabajo de grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Gaetán, M., & Zucorn, S. (1997). Podredumbre radical de la colza 00(canola) causada por especies del género *Fusarium spp.* *Bol. Sanidad Vegetal. Plagas*, 11-15.

- Gaitán, M. (2018). Identificación de hongos asociados a lesiones de frailejones (*Espeletia spp.*) en páramos de Cundinamarca. *Trabajo de Grado*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Galíndez, E. (2019). Insectos como posibles vectores mecánicos de hongos en *Espeletia pycnophylla* del Páramo de Paja Blanca - Nariño. Trabajo de grado no publicado. Pasto, Nariño, Colombia: Universidad de Nariño.
- Gamboa, M. (2006). hongos endófitos tropicales: conocimiento actual y perspectivas. *Acta Biológica Colombiana*, 1-18.
- Garcés de Granada, E., Orozco de Amézquita, M., Bautista, G., & Hernando, V. (2001). *Fusarium oxysporum* el hongo que nos falta conocer. *Acta Biológica Colombiana*, 7-25.
- Garcés, E., Anacona, A., Sabogal, S. P., Navarrete, D. Y., & Díaz, J. A. (2005). El Sistema suelo-planta en *Espeletia grandiflora*, como un refugio para la comunidad de hongos del páramo. En M. A. (Ed), *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la Cordillera Oriental de Colombia* (págs. 123-132). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- García, J. F., García, D. C., & Correa, M. (2004). Incidencia de las micorrizas arbusculares y vesículo arbusculares como estrategia adaptativa de especies de páramo y selva altoandina, Cordillera Oriental de Colombia. *Colombia Forestal*, 43-59.
- García, A., Díaz, Á., & Castañeda, S. (2015). Diagnóstico preliminar de microorganismos fitopatógenos asociados a plántulas de *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. propagadas para su conservación Ex situ. *Fitopatología Colombiana*, 1-4.
- García, A., Girón, I., & Ruiz, L. (2012). Aggressiveness of *Cephalosporium maydis* causing late wilt of maize in Spain. Institute for Sustainable Agriculture, *CSIC*, 1-7.
- Giri, B., Huong, P., Kumari, R., Prasad, R., & Varma, A. (2005). Microbial Diversity in Soils. En V. autores, *Soil Biology* (págs. 19-55). Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- Goh, T., & Hyde, K. (1999). A synopsis of *Trichocladium* species, based on the literature. *Fungal Diversity* 2, 101-118.
- González, D. (2012). Informe preliminar de la composición de hongos endófitos en *Espeletia argentea* (bonpl) en la Cuenca de la Quebrada Los Calostros (PNN Chingaza).
- González, M., Castellanos, L., Ramos, M., & Perez, G. (2005). Efectividad de *Trichoderma spp.* para el control de hongos patógenos de la semilla y el suelo en el cultivo del frijol. *Fitosanidad*, 37-41.
- Greco, M., Patriarca, A., Terminiello, L., Fernández, V., & Pose, G. (2012). Toxigenic *Alternaria* species from Argentinean blueberries. *International Journal of Food Microbiology*, 187-191.
- Gualdrón, C., Suárez, A., & Valencia, H. (1997). Hongos del suelo aislados de zonas de vegetación natural del páramo de Chisacá, Colombia. *Caldasia*, 235-245.
- Harman, G. (2005). Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma spp.* The Nature and Application of Biocontrol Microbes II: *Trichoderma spp.*, 190-194.
- Hartmann, A., Rothballer, M., & Schmidt, M. (2008). Lorenz Hiltner, a pioneer in rhizosphere microbial ecology and soil bacteriology research. *Plant Soil*, 7-14.
- Hejeljord, L., & Tronsmo, A. (1998). *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control: an overview. En a. varios, *Trichoderma & Gliocladium. Enzymes, biological control and commercial applications* (págs. 131-149). Taylor & Francis.
- Helyer, N., Cattlin, N., & Brown, K. (2014). *Biological Control in Plant Protection*. Second Edition. Taylor & Francis Group, 335-350.
- Herrero, N., & Zabalgogezcoa, I. (2011). Mycoviruses infecting the endophytic and entomopathogenic fungus *Tolyocladium cylindrosporum*. *Virus Research*, 409-413.
- Hiltner, L. (1904). Über neuere Erfahrungen und Probleme auf dem Gebiet der Bodenbakteriologie und unter besonderer Berücksichtigung der Gründüngung und Brach, Arb

- Dtsh Landwirt. En K. Mukerji, C. Manoharachary, & J. Singh, Citado en: Microbial activity in the Rhizosphere (págs. 59-78). Springer.
- Hofstede, R. (2001). El impacto de las actividades humanas sobre el páramo. En P. Mena, G. Medina, & R. (. Hofstede, *Los Páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas*. Quito, Ecuador: Editorial Abya Yala. Recuperado el 29 de 3 de 2018, de http://www.portalces.org/sites/default/files/references/095_Hofstede%202001%20Paramo%20Ecuador%20impacto.pdf, 1-24.
- Hofstede, R., Chilito P., E., & Sandovals, E. (1995). Vegetative structure, microclimate, and leaf growth of a paramo tussock grass species, in undisturbed, burned and grazed conditions. *Vegetation*, 53-65.
- Holt, M. (2001). Surface leaf structures of the giant rosette plant, *Espeletia pycnophylla subsp. angelensis*. En P. R. (Ed), *The Ecology of Volcán Chiles High-altitude Ecosystems on the Ecuador-Colombia Border* (págs. 75-80). United Kingdom: Pebble & Shell Publications.
- Hoy, M., Singh, R., & Rogers, M. (2010). *Evaluations of a novel isolate of Isaria fumosorosea for control of the Asian citrus psyllid, Diaphorin citri Hemiptera: Psyllidae*. *The Florida Entomologist*, 24-32.
- Huang, P., Bollag, J.-M., & Senesi, N. (2002). Interaction between Soil Particles and Microorganisms Impact on the Terrestrial Ecosystem. Great Britain: John Wiley & Sons, LTD, 121-136.
- IAvH. (2011). El gran libro de los páramos. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-Proyecto Páramo Andino, 12-24.
- Jansson, H., Jeyaprakash, A., & Zuckerman, B. (1985). Differential Adhesion and Infection of Nematodes by the Endoparasitic Fungus *Meria coniospora* (Deuteromycetes). *Applied and Environmental Microbiology*, 552-555.

- Jung, C., Lee, S., Kim, S., Choi, D., & Joo, W. (2012). A Novel Helicosporium isolate and Its Antimicrobial and Cytotoxic Pigment. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 1214-1217.
- Klein, D., & Eveleigh, D. (2002). Ecology of Trichoderma. En V. autores, *Trichoderma and Gliocladium: Basic, biology, Taxonomy and Genetics*, Volume 1 (págs. 57-69). Londres. UK. Taylor & Francis.
- Kuo, H., Hui, S., Choi, J., Asiegbu, F., Valkonen, J., & Lee, Y. (2014). Secret lifestyles of *Neurospora crassa*. *Scientific Reports*, 1-6.
- Laguna, I., Salazar, L., & López, J. (1983). Fungal and Bacterial Diseases of Aroids: *Xanthosoma spp.* and *Colocasia esculenta* (L.) Schott, in Costa Rica. Costa Rica: Tropical Agricultural Research and Training Center, Catie, 1-30.
- Lawrence, C., Mitchell, T., Craven, K., Cho, Y., Cramer, R., & Kim, K. (2008). At Death's Door: *Alternaria* Pathogenicity Mechanisms. *The Plant Pathology Journal*, 101-111.
- Lawrence, D., Rotondo, F., & Gannibal, P. (2016). Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria*. *Mycol Progress*, 1-22.
- Lebrigand, K., He, L., Thakur, N., Arguel, M., Polanowska, J., Herissat, B., Ewbank, J. (2016). Comparative genomic analysis of *Drechmeria coniospora* reveals core and specific genetic requirements for fungal endoparasitism of nematodes. *PLoS Genet*, 1-41.
- Levizou, E., Periklis, D., George, P., & Manetas, Y. (2004). Nondestructive assessment of leaf chemistry and physiology through spectral reflectance measurements may be misleading when changes in trichome density co-occur. *New Phytologist*, 463-472.
- Li, F., & Yoshizawa, T. (2000). *Alternaria* Mycotoxins in Weathered Wheat from China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2920-2924.
- Lilja, A., Poteri, M., Liisa, R., Rikala, R., Kurela, T., & Kasanen, R. (2010). Fungal Diseases in Forest Nurseries in Finland. *The Finnish Society of Forest Science · The Finnish Forest Research Institute*, 525-545.

- Lizarazo, P. X., & Gómez, D. (2014). Microbiota rizosférica de *Espeletia spp.* de los Páramos de Santa Inés y de Frontino-Urrao en Antioquia, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 175-182.
- Llambí, L. D., Soto, A., Celleri, R., De Bievre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). Ecología, hidrología y suelos de páramos. Quito. Ecuador. Proyecto Páramo Andino, 5-84.
- Lodge, D. (2001). Diversidad mundial y regional de hongos. En H. Hernández, G. Aldrete, F. Álvarez, & M. Ulloa, Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad (págs. 291-304). Instituto de Biología UNAM.
- López, L., & Jansson, H. (2001). Biodiversidad del suelo: control biológico de nematodos fitopatógenos por hongos nematopatógenos. *Cuadernos de Biodiversidad*, 12-15.
- Lynch, J., & Whipps, J. (1990). Substrate flow in the rhizosphere. *Plant and Soil*, 1-10.
- Lynch, J. (1987). Microbial interactions in the Rhizosphere. *The japanese society of soil microbiology*, 33-41.
- Lynch, J. (1990). Beneficial interactions between micro-organisms and roots. *Biotech*, 335-346.
- Maldonado, C., Rivera, M., Izquierdo, F., & Palma, D. (2010). Efectos de rizósfera, microorganismos y fertilización en la biorremediación y fitorremediación de suelos con petróleo crudo nuevo e intemperizado. *Universidad y ciencia*, 121-136.
- Mangain, A., Roychowdhury, R., & Tah, J. (2013). *Alternaria* pathogenicity and its strategic controls. *Research Journal of Biology*, 1-9.
- Martin, E., Cosoveanu, A., Cabrera, Y., Hernández, G., Giménez, C., & Cabrera, R. (2018). Plantas de cultivo: hongos endófitos vs hongos fitopatógenos. *Agricultura Tropical*, 22-28.
- Martin, F., & Loper, J. (1999). Soilborne plant diseases caused by *Pythium spp.*: Ecology, Epidemiology, and Prospects for Biological Control. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 111-181.

- McNear, D. H. (2013). The Rhizosphere - Roots, Soil and Everything in Between. Nature Education Knowledge, 1-12.
- Medina, M. M. (2009). Estado de avance en la investigación de las comunidades de frailejón que están siendo afectadas por insectos plaga y hongos fitopatógenos en el PNN Chingaza. Informe. Bogotá. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.
- Medina, M. M., Varela, A., & Martínez, C. (2010). Registro de daño a los frailejones (*Asteraceae: Espeletia spp.*) por insectos y hongos patógenos en el PNN Chingaza (Colombia). Cespedecia, 90-91.
- Miles, L., Lopera, C., González, S., Cepero de García, M., Franco, A., & Restrepo, S. (2012). Exploring the biocontrol potential of fungal endophytes from an Andean Colombian Paramo ecosystem. BioControl, 697-710.
- Monasterio, M. (1980). Características biogeográficas generales y afinidad con otras regiones Andinas. En M. Monasterio, Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos (págs. 15-27). Mérida: Editorial Universidad de Los Andes.
- Morales, M., Otero, J., Van der Hammen, T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza, C., Cárdenas, L. (2007). Atlas de Páramos de Colombia. Bogotá, D.C Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 140-150.
- Moreno, A. (2017). Control de plagas y enfermedades forestales. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa, 132-137.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, España: M&T- Manuales y Tesis SEA, 40-58
- Morgan, A., Bending, G., & White, P. J. (2005). Biological costs and benefits to plant–microbe interactions in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 1729–1739.
- Mueller, G., Bills, G., & Foster, M. (2004). Biodiversidad de Hongos, Métodos de inventario y monitoreo. Beijín. China: El sevier academic press, 121-128.

- Mukerji, K., Manoharachary, C., & Singh, J. (2006). *Microbial Activity in the Rhizosphere*. Berlin-Alemania: Springer, 39-53.
- Narayanasami, P. (2013). *Biological Management of Diseases of Corps*. Coimbatore. Springer, 1-600.
- Nihorimbere, V., Ongena, M., Smargiassi, M., & Thonart, P. (2011). Beneficial effect of the rhizosphere microbial community for plant growth and health. *Biotechnol. Agronomic Society Environmental*, 327-337.
- Nonsoque, A. (2013). Comparación de hongos endófitos en individuos sanos y enfermos de *Espeletia grandiflora* (Microcuenca de la quebrada Calostros-Parque Nacional Natural Chingaza). Trabajo de grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Nuraini, F., Aningshi, R., & Susilowati, A. (2017). Screening and characterization of endophytic fungi as antagonistic agents toward *Fusarium oxysporum* on eggplant (*Aolanum melogena*). *Biodiversitas*, 1377-1384.
- Nzungize, J., Gepts, P., Buruchara, R., Buah, S., Ragama, P., Busogoro, J., & Baudoin, J. (2011). Pathogenic and molecular characterization of *Pythium* species inducing root rot symptoms of common bean in Rwanda. *Africal Journal of Microbiology Research*, 1169-1181.
- Park, S., Ten, L., Lee, S., Back, C., Lee, J., Lee, H., & Jung, H. (2017). New Recorded Species in three Genera of the *Sordariomycetes* in Korea. *Mycobiology*, 64-72.
- Pfenning, L., & Maglaes de Abreu, P. (2012). Hongos de suelo saprófitos y patógenos de plantas. En Autores varios, *Manual de biología de suelos tropicales* (págs. 243-280). Coyoacán. México. Instituto Nacional de Ecología.
- Pfenning, L., & Malghaes de Abreu, L. (2012). Hongos de suelo saprófitos y patógenos de plantas. En V. autores, *Manual de biología de suelos tropicales* (págs. 243-280). Instituto Nacional de Ecología.

- Pinotelli, E., Grixolli, M., & Moraga, S. (1996). Prospección micológica en rizósfera y rizoplano en un vivero forestal de *Eucaplytpus globulus* en la V Región Chile. *Voletín Micológico*, 17-32.
- Pinton, R., Varanini, Z., & Nannipieri, P. (2001). *The Rhizosphere Biochemistry and Organic Substances at Soil-Plant Interface*. New York U.S.A.: MARCEL DEKKER, INC, 33-124.
- Prieto, M. (2017). Lesiones de frailejones (*Espeletia sp.*) y potenciales hongos fitopatógenos asociados, en los páramos de Chingaza y Cruz Verde. Trabajo de Grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Quincke, M., Peterson, C., & Mundt, C. (2012). Relationship between Incidence of *Cephalosporium* Stripe and Yield Loss in Winter Wheat. *International Journal of Agronomy*, 1-9.
- Rangel-Ch, O. (2000). la región paramuna y franja aledaña en Colombia. En A. Acosta, J. Aguirre, G. Andrade C., C. Ardila M., C. L. Ariza, A. Cadena, . . . J. Uribe, Colombia diversidad biótica III Región de vida paramuna (págs. 1-23). Bogotá, D.C. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Rebodinos, L., Vallejo, I., Santos, M., Collado, I., Carbú, M., & Cantoral, J. (2000). Análisis genético y relación con patogenicidad en *Botrytis cinerea*. *Revista Iberoamericana Micología*, 37-42.
- Rivera, D., & Pinilla, C. (2013). Transformación de los páramos en Colombia. En M. Cabrera, & W. Ramírez, *Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación* (págs. 35-40). Bogotá, D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rodríguez, M. d. (2001). Biodiversidad de los hongos patógenos del suelo de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 53-78.
- Sagardoy, M., & Mandolesi, M. (2004). *Biología del suelo Guía de estudio*. Universidad del Sur Departamento de Agronomía: Editorial de la Universidad Nacional del Sur, 8-19.

- Salazar, C., Betancourth, C., Baca, A., Pineda, M., Castillo, G., Rodríguez, M., . . . Lagos, L. E. (21-22 de febrero de 2018). Detección de organismos asociados con pudrición de frailejón (*Espeletia pycnophylla*) en el Páramo de Paja Blanca Nariño, Colombia. Bogotá, D.C. Colombia: I Simposio internacional "Problemas Fitosanitarios en el Páramo relacionados con Cambio Climático: Avances y Perspectivas en la Investigación.
- Salazar, I., Martínez, E., Peña, F., Cabezas, M., & Gómez, J. (2010). Identificación del agente causante de la marchitez de proteas (*Leucadendron sp.*). Rev. U.D.C.A Act. E Div. Clent, 79-87.
- Salinas, C., Fuentes, L., & Hernández, L. (2013). Caracterización de los lepidópteros fitófagos asociados a la herbivoría de frailejones en la microcuenca de la quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. Revista Mutis, 1-22.
- Sánchez, J., Valencia, H., & Valero, N. O. (2005). Producción de ácido indolacético por microorganismos solubilizadores de fosfatos presentes en la rizósfera de *Espeletia grandiflora* y *Calamagrostis effusa* del páramo El Granizo. En M. A. (Ed), Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la Cordillera Oriental de Colombia (págs. 177-196). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Schubert, K., & Braun, U. (2005). Taxonomic revision of the genus *Cladosporium* s.l. 4. Species reallocated to *Asperisporium*, *Dischloridium*, *Fusicladium*, *Passalora*, *Pseudoasperisporium* and *Stenella*. Fungal Diversity, 187-208.
- Schulz, B., & Boyle, C. (2006). What are Endophytes? En V. autores, *Microbial Root Endophytes* (págs. 1-13). Heidelberg. Alemania. Biomedical and Life Sciences.
- Scorsetti, A., Elíades, L., Stenglein, A., Cabello, M., Pelizza, S., & Saparrat, M. (2012). Pathogenic and enzyme activities of the entomopathogenic fungus *Tolyposcladium cylindrosporium* (Ascomycota: hypocreales) from Tierra del Fuego, Argentina. Revista de Biología Tropical, 833-841.
- Segura, L. (2010). Evaluación de la actividad antimicrobiana de los metabolitos secundarios obtenidos por la fermentación en medio sólido de *Penicillium roseopurpureum* nativo

- del páramo de Guasca, Cundinamarca. Trabajo de Grado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Sharma, P., Meena, D., & Chauhan, J. (2013). First Report of *Nigrospora oryzae* (Berk. & Broome) Petch Causing Stem Blight on Brassica juncea in India. *Journal of Phytopathology*, 439-441.
- Shaw, J. (1948). *Forest Pathology*. USA: Mc Graw-Hill Book Company, 332-380.
- Sinobas, J., & Rodríguez, E. (1999). Determinación de la patogenicidad de *Pythium spp.* sobre pepino (*Cucumis sativus L.*), tomate (*Lycopersicon esculentum L.*) y judía (*Phaseolus vulgaris L.*). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 279-287.
- Sivasithamparam, K., & Ghisalberti, E. (2002). Secondary metabolism in *Trichoderma* and *Gliocladium*. En A. varios, *Trichoderma & Gliocladium* vol. 1 Basic Biology, Taxonomy and Genetics (págs. 139-141). Londres. Taylor & Francis.
- Smith, A. (1979). Function of Dead Leaves in *Espeletia schultzii* (*Compositae*) an Andean Caulescent Rosette Species. *Biotropica*, 34-47.
- Smith, I., Dunez, J., Phillips, D., Lelliott, R., & Archer, S. (1992). *Manual de las enfermedades de las plantas*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa, 10-354.
- Solarte, M. H., Narvaez, G., Rivas, G., Baca, A. E., Muñoz, D., Calderón, J. J., Castillo, G. (2007). Proyecto estado del a formación biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño Tomo II Características biofísicas de los páramos de Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño Grupo de Investigación en Biología de Páramos y Ecosistemas Andinos Equipo Interdisciplinario Proyecto Páramos Corporación Autónoma Regional De Nariño – Corponariño, 24-154.
- Staats, M., van Baarlen, P., & van Kan, J. (2005). Molecular Phylogeny of the Plant Pathogenic Genus *Botrytis* and the Evolution of Host Specify. *Mol. Biol. Ecol*, 333-346.

- Sturm. (1990). Contribución al conocimiento de las relaciones entre los frailejones (*Espeletinae, asteraceae*) y los animales en la región del páramo andino. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, 667-685.
- Suárez, J. (2013). Evaluación del grado de afectación por entorchamiento y herbivoría en una población de *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. de la cuenca alta de la Quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de grado.
- Suksiri, S., Laipas, P., Soyong, K., & Poem, S. (2018). Isolation and Identification of *Phytophthora sp.* and *Pythium sp.* from Durian Orchard in Chumphon Province, Thailand. *International Journal of Agricultural Technology*, 389-402.
- Taylor, L., & Sinsabaugh, R. (2015). The Soil Fungi: Occurrence, Phylogeny and Ecology. En P. Eldor, *Soil microbiology, ecology and biochemistry* (págs. 77-100). Oxford UK: Elsevier.
- Torres, J. (2013). Evaluación del grado de afectación por entorchamiento y herbivoría en una población de *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. de la cuenca alta de la Quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de Grado. Bogotá, D.C., Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Van der Hammen, T., & Cleef, A. (1986). Development of the High Andean Paramo Flora and Vegetation. En M. Monasterio, & F. Vuilleumier, *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford. Oxford University Press, 154-170.
- Van der Hammen, T., Pabón, J., Gutiérrez, H., & Alarcón, J. (2002). El Cambio Global y los Ecosistemas de Alta Montaña de Colombia. En V. autores, *Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condición de HotSpot & Global Climatic Tensor* (págs. 163-209). Bogotá: IDEAM.
- Varela, A. (2011). Análisis de la relación hongos patógenos-afectación de frailejones en el Parque Nacional Natural Chingaza. Informe de Actividades del Proyecto. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

- Varela, A. (2014). Limitantes en la restauración ecológica: Estudio de caso de las afecciones por patógenos en el Parque Nacional Natural Chingaza. En M. Cabrera, & W. Ramírez, Restauración ecológica de los páramos de Colombia: transformación y herramientas para su conservación (págs. 212-227). Bogotá, D.C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Varela, L., & Amora, E. (2010). Los hongos como componentes de la diversidad del suelo. En R. Ferrera, & A. Alarcón, Microbiología Agrícola Hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico y planta-microorganismo (págs. 76-88). México D.F.: trillas.
- Vargas, O. (2013). Disturbios en los páramos andinos. En J. Cortés-Duque, & C. Sarmiento, Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición y criterios para la delimitación de páramos (págs. 39-59). Bogotá, D.C: Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
- Vargas, O. (2016). Distribución altitudinal, papel en los ecosistemas y amenazas de las poblaciones del género *Espeletia* (*Asteraceae*) en Colombia. Trabajo de Grado. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Wang, M., Liu, F., Crous, P., & Cai, L. (2017). Phylogenetic reassessment of *Nigrospora*: Ubiquitous endophytes, plant and human pathogens. *Persoonia*, 118-142.
- Warcup, J. (1950). THE ECOLOGY OF SOIL FUNGI. Botany School, 376-399.
- Whipps, J. (2001). Microbial interactions and biocontrol in the Rhizosphere. *Journal Experimental Botany*, 487-511.
- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., & van Can, J. (2007). *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 561-580.
- Wilson, D. (1995). Endophyte - the evolution of a term, and clarification of its use and definition. Dept of Zoology, Arizona State University, 274-276.

- Woudenberg, J., Groenewald, J., Binder, M., & Crous, P. (2013). *Alternaria* redefined. *Studies in Mycology*, 171-212.
- Yoshikawa, Y., Ikai, K., Umeda, Y., Ogawa, A., Takesako, K., & Kato, I. (1993). Isolation, structures, and antifungal activities of new *Aureobasidins*. *The journal of antibiotics*, 1347-1354.
- Zhao, J., Zhang, Y., Wang, L., Wang, J., & Zhang, C. (2012). Bioactive secondary metabolites from *Nigrospora* sp. LLGLM003, an endophytic fungus of the medicinal plant *Moringa oleifera* Lam. *World Journal Microbiology Biotechnology*, 2107-2112.
- Zhong, J., Zhou, Q., Hu, Y., Zhu, H., & Gao, B. (2016). Molecular identification of a novel victorivirus from the phytopathogenic fungus *Nigrospora oryzae*. *Virus Genes*, 156-159.
- Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol, Science and Technology*, 865-901.

14. ANEXOS

Anexo A: *Tabla de frecuencia y abundancia para géneros afectados en el páramo de Paja Blanca*

Género	No aislamientos	Abundancia
<i>Alternaria</i>	8	3,3%
<i>Aureobasidium</i>	15	6,1%
<i>Botrytis</i>	9	3,7%
<i>Cephalosporium</i>	1	0,4%
<i>Chaetomium</i>	1	0,4%
<i>Cladosporium</i>	1	0,4%
<i>Colletotrichum</i>	2	0,8%
<i>Corynespora</i>	7	2,9%
<i>Epicoccum</i>	1	0,4%
<i>Fusarium</i>	12	4,9%
<i>Geotrichum</i>	2	0,8%
<i>Gliocladium</i>	54	22,0%
<i>Helicomyces</i>	1	0,4%
<i>Helicosporium</i>	1	0,4%
<i>Isaria</i>	1	0,4%
<i>Meria</i>	3	1,2%
<i>Mucor</i>	4	1,6%
<i>Neurospora</i>	3	1,2%
<i>Penicillium</i>	6	2,4%
<i>Periconia</i>	4	1,6%
<i>Pythium</i>	7	2,9%

<i>Rhizoctonia</i>	1	0,4%
<i>Scopulariopsis</i>	1	0,4%
<i>Tolypocladium</i>	5	2,0%
<i>Torula</i>	38	15,5%
<i>Trichocladium</i>	1	0,4%
<i>Trichoderma</i>	2	0,8%

Anexo B: *Tabla de frecuencia y abundancia de géneros en los frailejones no afectados procedentes del páramo de Morasurco.*

Género	No de aislamientos	Abundancia
<i>Aureobasidium</i>	4	2,5%
<i>Bispora</i>	1	0,6%
<i>Cladosporium</i>	2	1,3%
<i>Epicoccum</i>	5	3,1%
<i>Fusarium</i>	9	5,7%
<i>Gliocladium</i>	22	13,8%
<i>Helicomyses</i>	6	3,8%
<i>Helicosporium</i>	4	2,5%
<i>Meria</i>	2	1,3%
<i>Mucor</i>	12	7,5%
<i>Nigrospora</i>	14	8,8%
<i>Penicillium</i>	1	0,6%
<i>Phialophora</i>	2	1,3%
<i>Pythium</i>	8	5,0%
<i>Rhizopus</i>	3	1,9%
<i>Torula</i>	3	1,9%
<i>Trichocladium</i>	5	3,1%
<i>Trichoderma</i>	1	0,6%

Anexo C: Tabla de frecuencia y abundancia de morfotipos entre Endo y ectorrizósfera de frailejones afectados del páramo de Paja Blanca.

Morfotipo	Frecuencia Endorrizósfer a	Frecuencia Ectorrizósfer a	Abundancia Endorrizósfe ra	Abundancia Ectorrizósfe ra	Abundanci a Total
<i>Alternaria 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Alternaria 2</i>	6	1	3,9%	1,1%	2,9%
<i>Aureobasidium 1</i>	0	10	0,0%	11,1%	4,2%
<i>Aureobasidium 2</i>	4	0	2,6%	0,0%	1,7%
<i>Aureobasidium 3</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Botrytis 1</i>	7	2	4,6%	2,2%	3,8%
<i>Cephalosporium 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Chaetomium 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Cladosporium 1</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Colletotrichum 1</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Colletotrichum 2</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Corynespora 1</i>	7	0	4,6%	0,0%	2,9%
<i>Dematiaceae 1</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Dematiaceae 2</i>	5	0	3,3%	0,0%	2,1%
<i>Dematiaceae 3</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Dematiaceae 4</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Dematiaceae 5</i>	5	0	3,3%	0,0%	2,1%
<i>Dematiaceae 6</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Dematiaceae 7</i>	2	0	1,3%	0,0%	0,8%
<i>Epicoccum 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Fusarium 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Fusarium 2</i>	5	0	3,3%	0,0%	2,1%
<i>Fusarium 3</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%

<i>Fusarium 4</i>	5	0	3,3%	0,0%	2,1%
<i>Gliocladium 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Gliocladium 2</i>	41	10	27,0%	11,1%	21,3%
<i>Gliocladium 3</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Gliocladium 4</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Geotrichum 1</i>	0	2	0,0%	2,2%	0,8%
<i>Helicomyces 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Helicosporium 1</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Hyphomycete 1</i>	0	2	0,0%	2,2%	0,8%
<i>Isaria 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Meria 1</i>	0	3	0,0%	3,3%	1,3%
<i>Moniliaceae 1</i>	0	2	0,0%	2,2%	0,8%
<i>Moniliaceae 2</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Moniliaceae 3</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Mucor 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Mucor 2</i>	0	3	0,0%	3,3%	1,3%
<i>Myxomycete 1</i>	2	0	1,3%	0,0%	0,8%
<i>Neurospora 1</i>	3	0	2,0%	0,0%	1,3%
<i>Oomycete 1</i>	0	14	0,0%	15,6%	5,9%
<i>Oomycete 2</i>	1	2	0,7%	2,2%	1,3%
<i>Oomycete 3</i>	2	1	1,3%	1,1%	1,3%
<i>Oomycete 4</i>	0	9	0,0%	10,0%	3,8%
<i>Oomycete 5</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Penicillium 1</i>	2	0	1,3%	0,0%	0,8%
<i>Penicillium 2</i>	0	3	0,0%	3,3%	1,3%
<i>Penicillium 3</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Periconia 1</i>	4	0	2,6%	0,0%	1,7%
<i>Pythium 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Pythium 2</i>	6	0	3,9%	0,0%	2,5%
<i>Rhizoctonia 1</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Scopulariopsis 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%

<i>Tolypocladium 1</i>	0	5	0,0%	5,6%	2,1%
<i>Torula 1</i>	3	0	2,0%	0,0%	1,3%
<i>Torula 2</i>	19	0	12,5%	0,0%	7,9%
<i>Torula 3</i>	5	0	3,3%	0,0%	2,1%
<i>Torula 4</i>	4	0	2,6%	0,0%	1,7%
<i>Torula 5</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Torula 6</i>	2	0	1,3%	0,0%	0,8%
<i>Torula 7</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Torula 8</i>	1	1	0,7%	1,1%	0,8%
<i>Torula 9</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%
<i>Trichocladium 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Trichoderma 1</i>	0	1	0,0%	1,1%	0,4%
<i>Trichoderma 2</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,4%



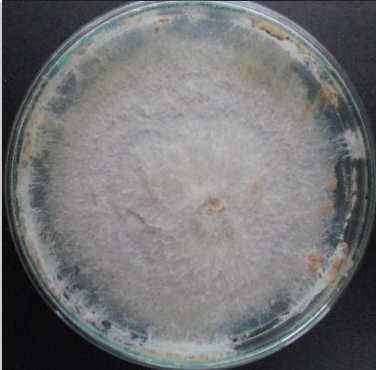

Anexo D: Tabla de frecuencia y abundancia de morfotipos entre ecto y endorrizósfera de los frailejones del páramo de Morasurco.

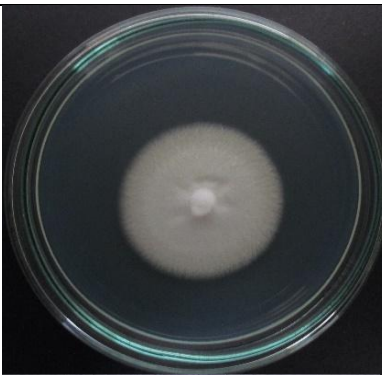
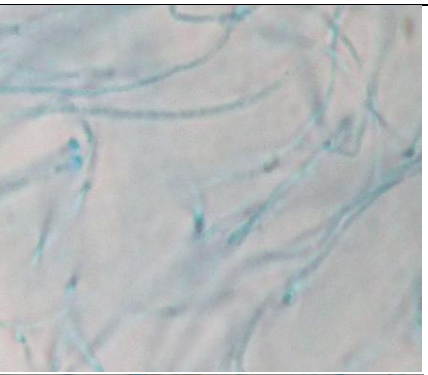

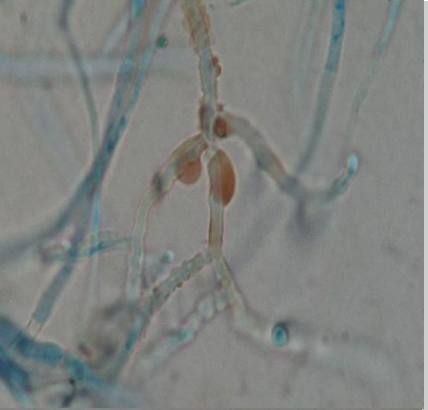


Morfotipo	Frecuencia Endorrizósfera	Frecuencia Ectorrizósfera	Abundancia Endorrizósfera	Abundancia Ectorrizósfera	Abundancia Total
<i>Aureobasidium 2</i>	4	0	2,9%	0,0%	2,5%
<i>Bispora 1</i>	0	1	0,0%	3,8%	0,6%
<i>Cladosporium 2</i>	2	0	1,5%	0,0%	1,2%
<i>Dematiaceae 5</i>	7	0	5,1%	0,0%	4,3%
<i>Dematiaceae 8</i>	6	0	4,4%	0,0%	3,7%
<i>Dematiaceae 9</i>	9	0	6,6%	0,0%	5,6%
<i>Epicoccum 2</i>	8	0	5,9%	0,0%	4,9%
<i>Fusarium 4</i>	2	2	1,5%	7,7%	2,5%
<i>Fusarium 5</i>	5	0	3,7%	0,0%	3,1%
<i>Gliocladium 2</i>	19	2	14,0%	7,7%	13,0%
<i>Gliocladium 5</i>	0	1	0,0%	3,8%	0,6%
<i>Helicomyces 1</i>	6	0	4,4%	0,0%	3,7%
<i>Helicosporium 2</i>	4	0	2,9%	0,0%	2,5%
<i>Meria 2</i>	0	2	0,0%	7,7%	1,2%
<i>Moniliaceae 4</i>	13	0	9,6%	0,0%	8,0%
<i>Moniliaceae 5</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,6%
<i>Mucor 1</i>	0	2	0,0%	7,7%	1,2%
<i>Mucor 3</i>	0	2	0,0%	7,7%	1,2%
<i>Mucor 4</i>	2	0	1,5%	0,0%	1,2%
<i>Mucor 5</i>	6	0	4,4%	0,0%	3,7%
<i>Nigrospora 1</i>	10	0	7,4%	0,0%	6,2%
<i>Nigrospora 2</i>	1	0	0,7%	0,0%	0,6%
<i>Nigrospora 3</i>	3	0	2,2%	0,0%	1,9%
<i>Oomycete 1</i>	1	5	0,7%	19,2%	3,7%
<i>Oomycete 2</i>	2	1	1,5%	3,8%	1,9%




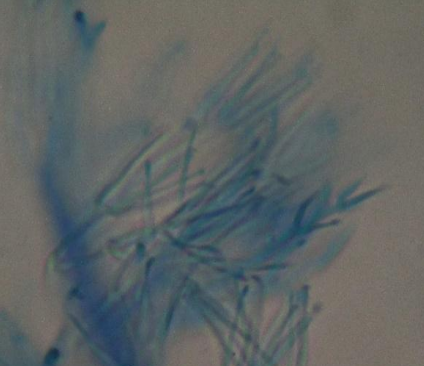

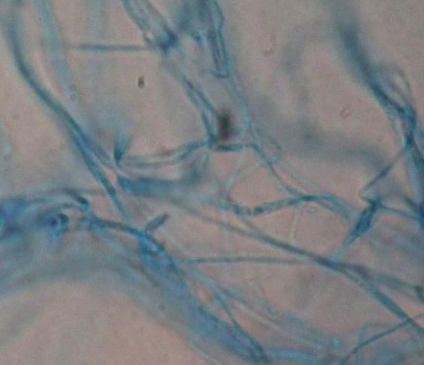
<i>Oomycete 6</i>	0	1	0,0%	3,8%	0,6%
<i>Oomycete 7</i>	0	1	0,0%	3,8%	0,6%
<i>Oomycete 8</i>	5	0	3,7%	0,0%	3,1%
<i>Oomycete 9</i>	3	0	2,2%	0,0%	1,9%
<i>Penicillium 4</i>	0	1	0,0%	3,8%	0,6%
<i>Phialophora 1</i>	2	0	1,5%	0,0%	1,2%
<i>Pythium 2</i>	8	0	5,9%	0,0%	4,9%
<i>Rhizopus 1</i>	0	3	0,0%	11,5%	1,9%
<i>Torula 2</i>	2	1	1,5%	3,8%	1,9%
<i>Trichocladium 2</i>	5	0	3,7%	0,0%	3,1%
<i>Trichoderma 3</i>	0	1	0,0%	3,8%	0,6%

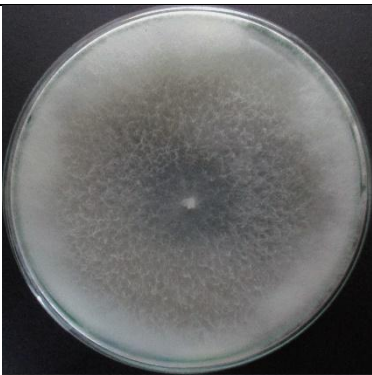
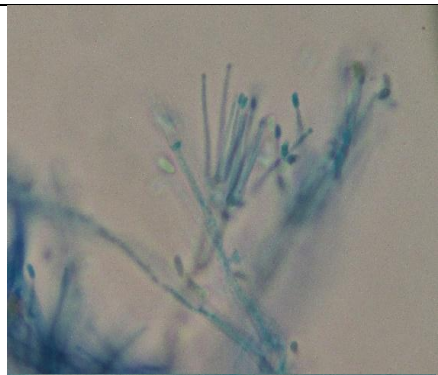


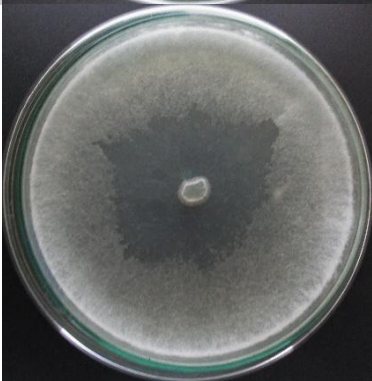
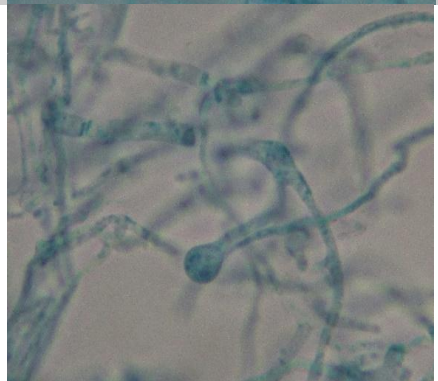
Anexo E. Tablas de las descripciones morfológicas macro y microscópicas de los morfotipos fúngicos encontrados en los frailejones con y sin afectación procedentes de los páramos de Paja Blanca y Morasurco. Fuente: esta investigación.



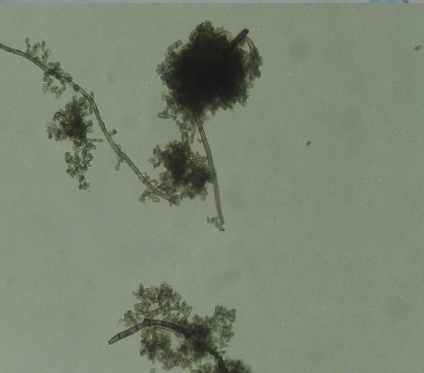

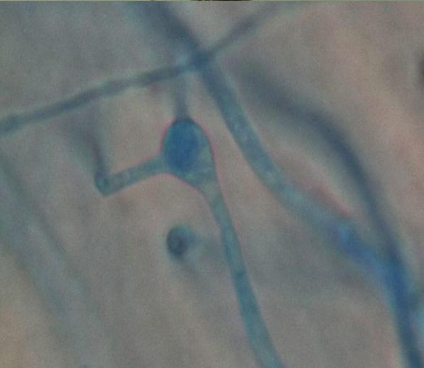
PARAMO DE PAJA BLANCA PRIMER MUESTREO (ECTORRIZÓSFERA)

MORFTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
<i>Gliocladium</i> M1 (1)	Anverso y reverso crema, forma irregular, textura cerosa, borde entero, plano, topografía lisa, velocidad de crecimiento rápida (80mm).		Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i> , color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas	
<i>Gliocladium</i> M2 (2)	Anverso blanco, reverso crema, forma irregular, textura afelpada, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento rápida (68mm).		Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i> , color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas	

<p><i>Oomycete M3</i> (1)</p> <p>Anverso blanco, reverso amarillo, forma circular, textura afelpada, borde entero, topografía con surcos radiados, plano, velocidad de crecimiento moderada (35mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, no presentó estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Aureobasidium M4</i> (1)</p> <p>Anverso de una coloración marrón en el centro y blanca hacia el borde, el reverso posee la misma coloración aunque con un marrón más oscuro. Forma circular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento moderada (37mm).</p>		<p>Micelio hialino cuando joven y oscuro con la edad, abundante conidia lateral, subhialina a oscura, una célula ovoide</p>	
<p><i>Gliocladium M5</i> (2)</p> <p>Anverso blanco, reverso crema, forma irregular, textura afelpada, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento rápida (68mm).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	




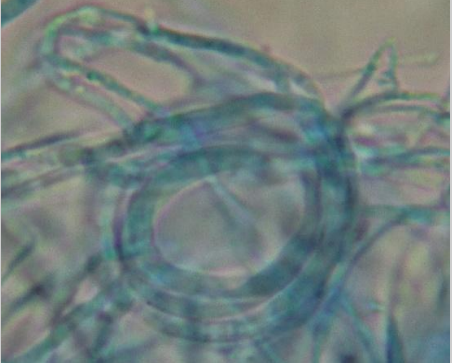
<p><i>Fusarium</i> M6 (1)</p> <p>Anverso blanco, reverso amarillo-marrón. Forma Irregular, textura afelpada, borde entero, elevación pulvinado, velocidad de crecimiento moderada (60mm).</p>		<p>Micelio septado, hialino, conidióforos alargados, simples, con fiálides individuales, hialinas.</p>	
<p><i>Gliocladium</i> M7 (3)</p> <p>Color anverso blanco, reverso rosado claro. Forma Irregular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	
<p><i>Moniliaceae</i> M8 (1)</p> <p>Anverso blanco, reverso amarillo claro, forma circular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento moderada (38mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, sin estructuras de fructificación.</p>	

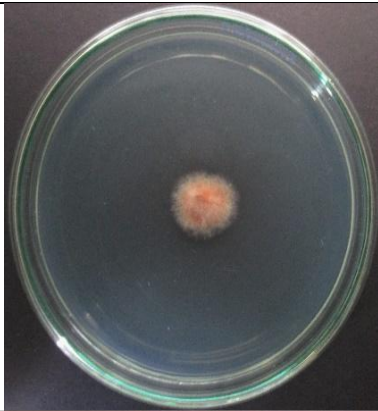
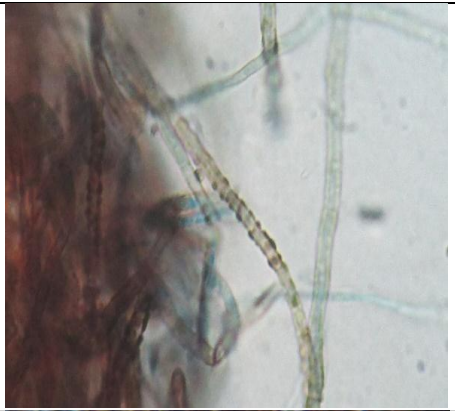

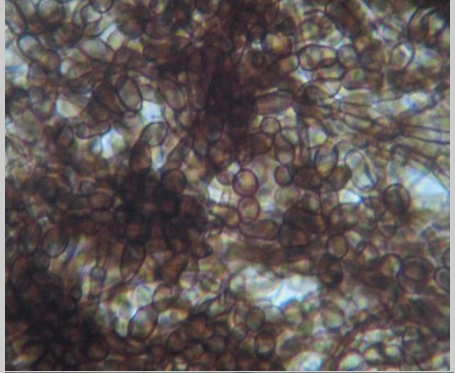

<p><i>Pythium M9</i> (1)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada-algodonosa, borde entero, elevación umbilicoide, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio cenocítico, hialino, zoosporangios globosos terminales e intercalares.</p>	
<p><i>Cephalosporium M10</i> (1)</p>	<p>Anverso blanco, reverso amarillo, forma circular, textura algodonosa, borde entero, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (28mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos y fiálides delgadas, en su mayoría simples, y hialinas, conidias (phialosporas) hialinas, compuestas de una célula.</p>	
<p><i>Trichoderma M11</i> (1)</p>	<p>Anverso y reverso blanco-transparente, forma circular, textura afelpada-algodonosa, borde erodado, elevación umbilicoide, velocidad de crecimiento rápida (80mm).</p>		<p>Identificación molecular, no presentó estructuras de fructificación.</p>	


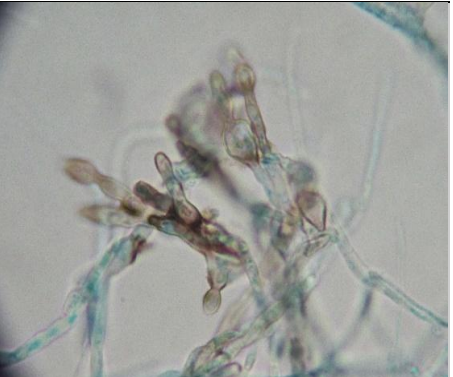
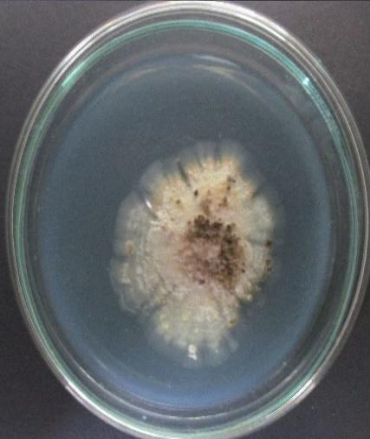
<p><i>Mucor</i> M12 (1)</p> <p>Anverso y reverso blanco, forma irregular, textura cerosa, topografía lisa, plano, borde rizado-filamentoso, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base</p>	
<p><i>Botrytis</i> M14 (1)</p> <p>Anverso y reverso verde oscuro, borde transparente. Forma irregular, textura afelpada-polvorosa, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento moderada (40mm).</p>		<p>Micelio marrón, septado, ramificado. Conidióforos alargados, células redondeadas formando agrupaciones de conidias con esterigma corto. Conidia marrón oscura de forma ovoide.</p>	
<p><i>Mucor</i> M15 (1)</p> <p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura cerosa, borde ondulado, topografía irregular, elevado, velocidad de crecimiento rápida (69mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base</p>	

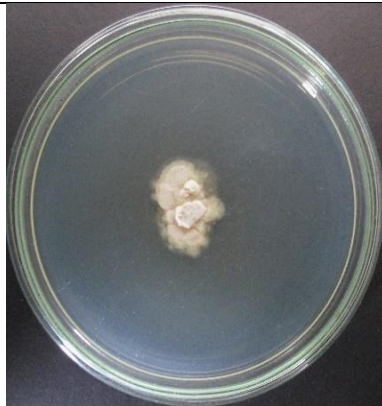
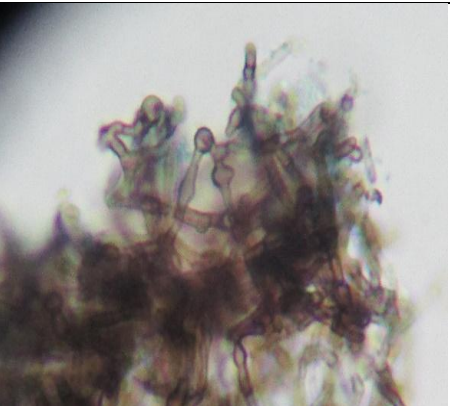
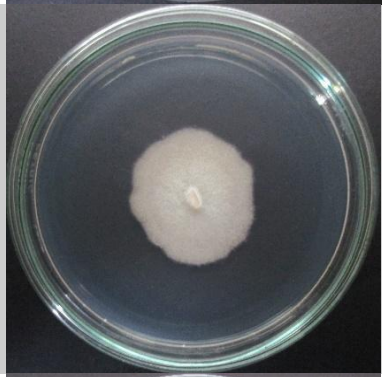
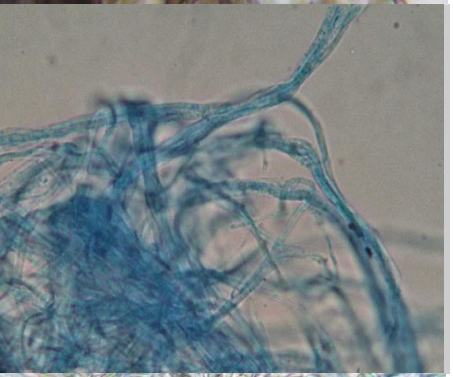
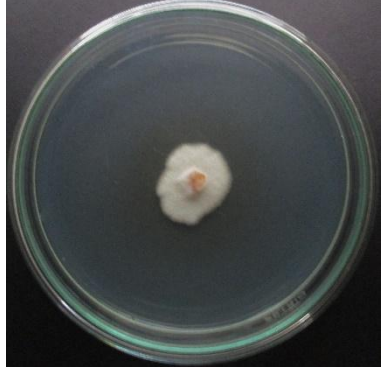
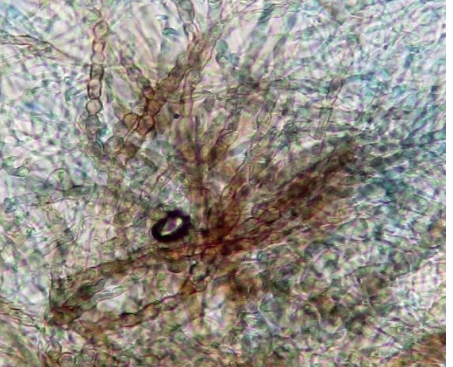
<p><i>Chaetomium</i> M16 (1)</p>	<p>Anverso blanco y grisáceo con estructuras puntiformes de color dorado, reverso amarillo claro. Forma circular, textura polvorosa-cerosa, borde rizado, elevación convexa, velocidad de crecimiento moderada (40mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, picnidios oscuros, conidia redonda.</p>	
<p><i>Scopulariopsis</i> M17 (1)</p>	<p>Anverso y reverso amarillo claro, forma irregular, textura cerosa, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (12mm).</p>		<p>Micelio hialino, conidióforos nacen de las hifas, los conidios forman cadenas basípetas de unicelulares y de pared lisa.</p>	
<p><i>Oomycete</i> M18 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco-transparente, forma irregular, textura afelpada, borde ondulado, plano, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, no presentó estructuras de fructificación.</p>	

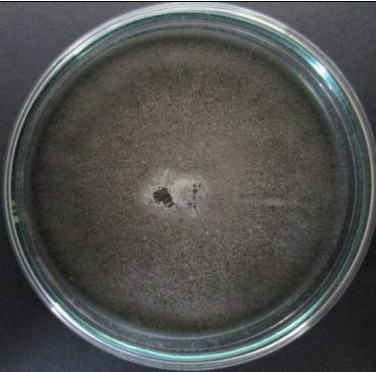
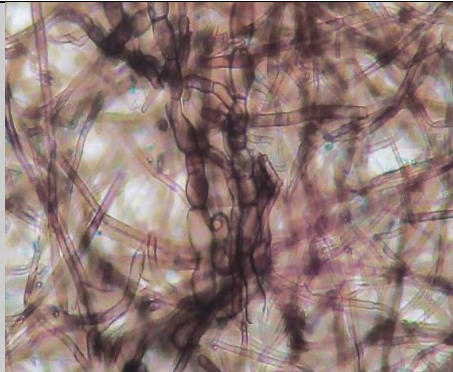

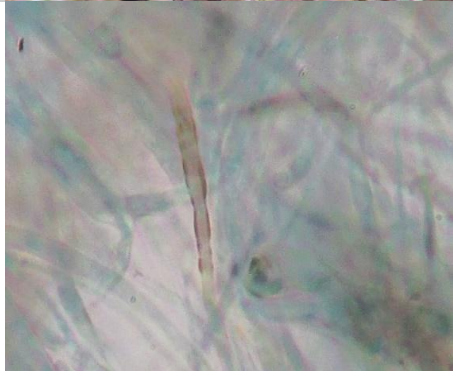


PARAMO DE PAJA BLANCA PRIMER MUESTREO (ENDORRIZÓSFERA)


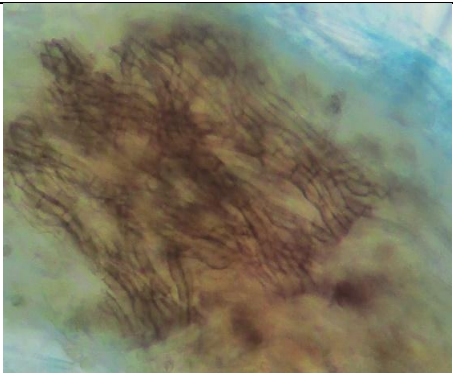
MMORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
<i>Helicomyces M1</i> (1)	Anverso blanco con mancha amarilla en el centro, reverso amarillo claro, forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevada, velocidad de crecimiento lenta (22, 19mm).		Micelio septado, hialino, conidióforos hialinos, mayormente simples, cortos a elongados, conidia hialina y enrollada.	
<i>Helicomyces M2</i> (1)	Anverso blanco, reverso marrón claro, forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevada, velocidad de crecimiento lenta (16mm).		Micelio septado, hialino, conidióforos hialinos, mayormente simples, cortos a elongados, conidia hialina y enrollada.	

<p><i>Aureobasidium</i> M3 (2)</p>	<p>Anverso y reverso rojos, se vuelven anaranjados hacia el borde, forma circular, textura afelpada, presenta estructuras que sobresalen hacia la parte central, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (15mm).</p>		<p>Micelio hialino cuando joven y oscuro con la edad, abundante conidia lateral, subhialina a oscura, una célula ovoide.</p>	
<p><i>Torula</i> M4 (1)</p>	<p>Anverso negro con borde blanco, reverso blanco, forma circular, textura afelpada-cerosa, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (1mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color marrón.</p>	
<p><i>Dematiaceae</i> M5 (1)</p>	<p>Anverso y reverso marrón oscuro, forma irregular, textura afelpada, borde lobular, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (20mm).</p>		<p>Micelio marrón septado, no produjo estructuras reproductivas.</p>	

<p><i>Torula M6</i> (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco amarillento, forma irregular, textura afelpada-cerosa, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (12mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color marrón.</p>	
<p><i>Torula M7</i> (2)</p>	<p>Anverso blanco crema con estructuras grisáceas, reverso blanco crema con un anillo marrón claro hacia el borde, forma irregular, textura afelpada-cerosa, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (2mm)</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color marrón.</p>	
<p><i>Trichoderma M8</i> (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco crema, forma irregular, textura afelpada-cerosa, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (15mm).</p>		<p>Micelio de coloración brillante anaranjada, septado, conidióforos hialinos, ramificados, no verticilados, fiálides individuales, con una célula ovoide naciendo en pequeños agrupamientos terminales.</p>	

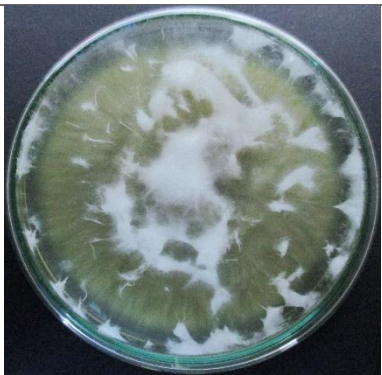
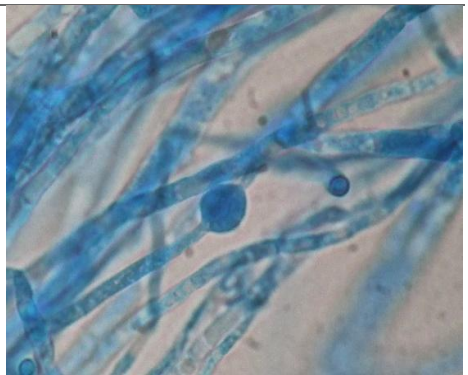



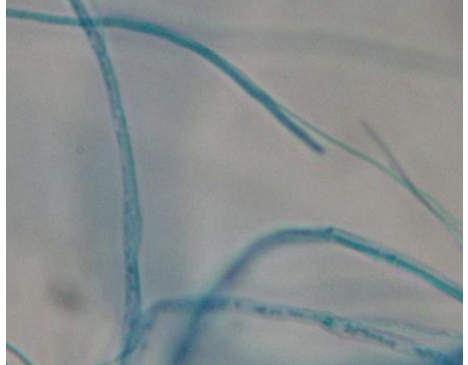
<p><i>Rhizoctonia</i> M9 (1)</p> <p>Anverso y reverso blancos con manchas marrones, forma irregular, textura afelpada, excepto las manchas marrones que son similares al cuero, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (16mm)</p>		<p>Cuerpos de fructificación y esporas ausentes, esclerocio marrón de forma muy variable, intersecciones del micelio formando ángulos de 90 grados.</p>	
<p><i>Oomycete</i> M10 (3)</p> <p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (33mm)</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, no presenta estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Torula</i> M12 (2)</p> <p>Anverso y reverso blancos, forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (22mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color marrón.</p>	


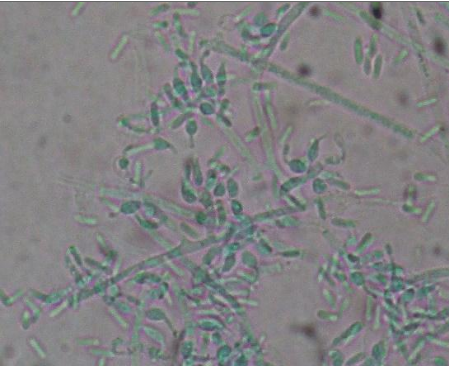
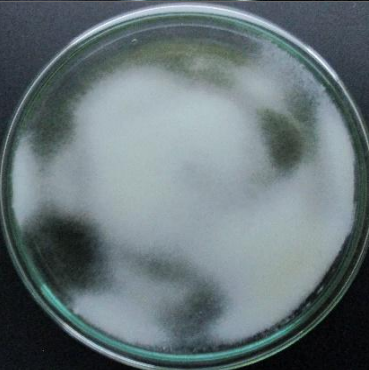
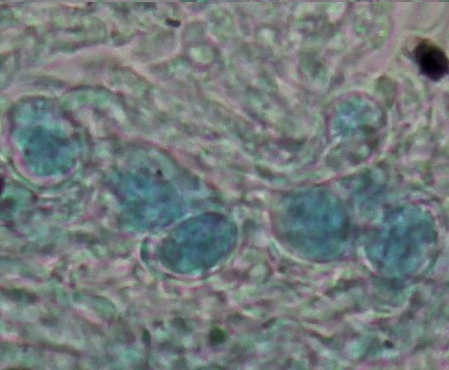

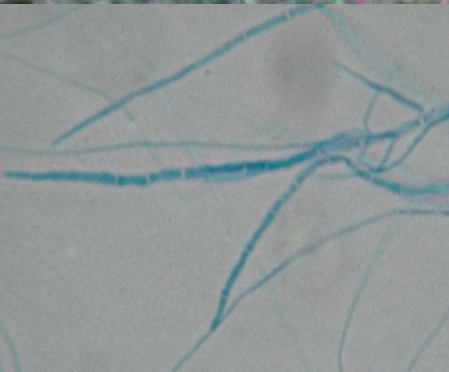
<i>Torula</i> M13 (3)	Anverso gris claro, reverso gris oscuro, forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento rápida, (73mm).		Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color marrón.	
<i>Dematiaceae</i> M14 (2)	Anverso blanco, reverso blanco con una mancha marrón claro en el centro, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (46mm).		Micelio hialino y oscuro, septado, no presenta estructuras reproductivas.	
<i>Corynespora</i> M15 (1)	Anverso blanco con manchas marrones concéntricas, reverso color crema. Forma circular, textura afelpada, borde lobular, topografía rugosa, elevado, velocidad de crecimiento lenta (22mm)		Micelio hialino, septado, conidióforo ligeramente hinchado hacia el ápice, simple y único, conidia (porospora) terminal en cadenas cortas.	

<i>Torula M17</i> (4)	Anverso marrón con un halo blanco hacia el borde, forma circular, textura cerosa, borde entero, topografía lisa, plano, velocidad de crecimiento lenta (20mm).		Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color marrón.	
--	--	--	---	---


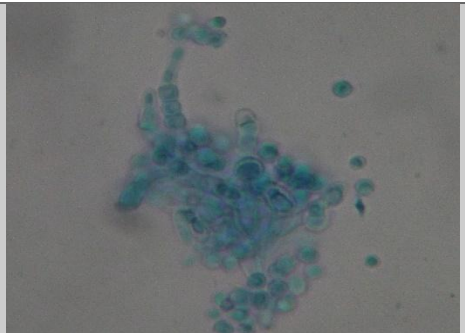


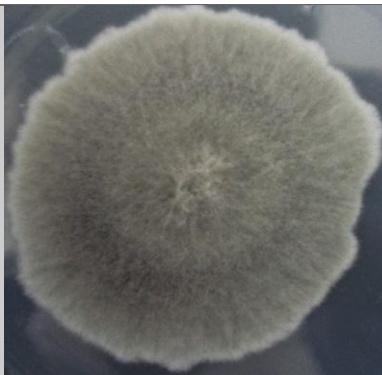
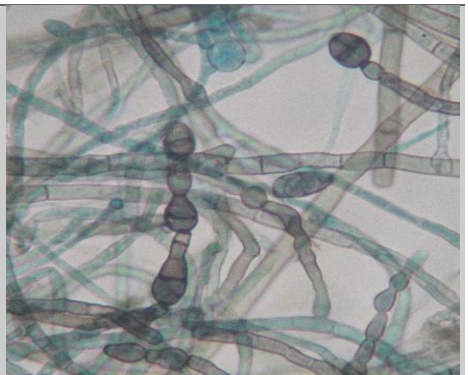
PARAMO DE PAJA BLANCA SEGUNDO MUESTREO (ECTORIZÓSFERA)



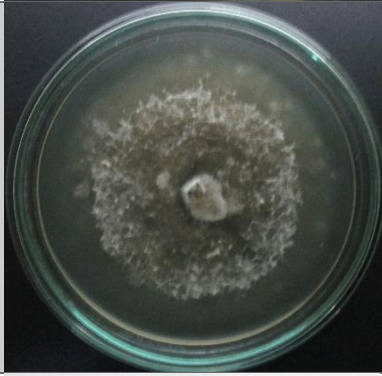
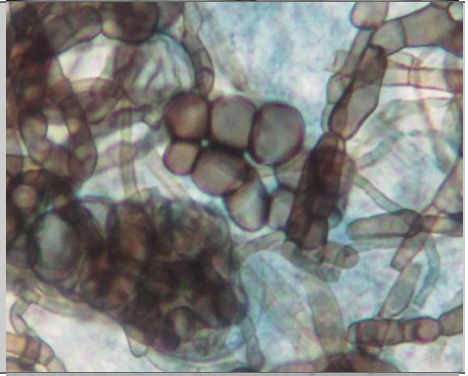


MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
------------------	------------------------	-------------	------------------------	-------------

<p><i>Oomycete M1</i> (4)</p>	<p>Anverso y reverso transparente con manchas blancas. Forma irregular, textura algodonosa y cerosa, borde filamentoso, elevación umbonada, velocidad de crecimiento moderada (35mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, no presentó estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Oomycete M2</i> (4)</p>	<p>Anverso y reverso transparente con una mancha blanca central. Forma irregular, textura algodonosa y cerosa, borde filamentoso, elevación umbonada, velocidad de crecimiento moderada (35mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, no presentó estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Oomycete M3</i> (1)</p>	<p>Anverso blanco, reverso crema, forma circular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (25mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, no presentó estructuras reproductivas.</p>	


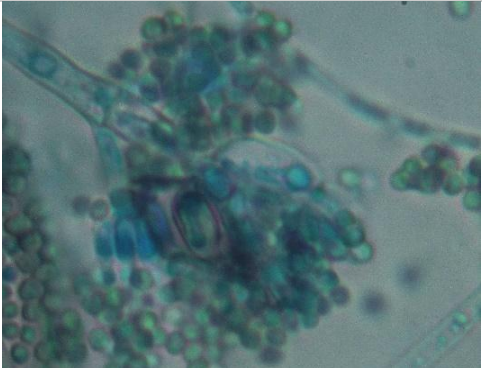
<p><i>Tolypocladium</i> M5 (1)</p>	<p>Anverso y reverso crema, forma circular, textura afelpada-polvorosa, borde entero elevado, velocidad de crecimiento lenta (26mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base</p>	
<p><i>Mucor</i> M7 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco, forma irregular, textura algodonosa-cerosa, borde irregular, elevación pulvinada, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base</p>	
<p><i>Moniliaceae</i> M9 (1)</p>	<p>Anverso blanco, reverso crema, forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (26mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, no presentó estructuras reproductivas.</p>	

<p>M10 <i>Hyphomycete</i> (1)</p>	<p>Anverso blanco y marrón claro, reverso marrón claro con un anillo concéntrico marrón oscuro. Forma circular, textura afelpada polvorosa, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (20mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, estructuras con estructuras globosas.</p>	
<p><i>Epicoccum</i> M11 (1)</p>	<p>Anverso anaranjado con una mancha central amarilla, reverso marrón oscuro en el centro y amarillo hacia el borde. Forma circular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento rápida (78mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, esporodocio oscuro, con forma de cojín de tamaño variable, conidióforos compactos o ausentes, oscuros, conidia oscura y globosa.</p>	
<p><i>Gliocladium</i> M12 (2)</p>	<p>Anverso blanco con rosado, reverso marrón claro, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento moderada (43mm).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	

<p>Meria M13 (1)</p>	<p>Anverso y reverso verde claro y amarillo hacia el borde. Forma irregular, textura cerosa, borde erodado, elevado, topografía rugosa, velocidad de crecimiento lenta (10mm).</p>		<p>Micelio hialino, ramificado, conidióforos simples, elongados y septado, conidias hialinas, producidas de forma individual o agrupada.</p>	
<p>Gliocladium M14 (4)</p>	<p>Anverso blanco con amarillo hacia el borde, reverso crema, forma circular, textura afelpada, borde filamentososo, elevado, velocidad de crecimiento moderada (38mm).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	
<p>Alternaria M16 (1)</p>	<p>Anverso gris con borde blanco, reverso negro. Forma irregular, textura afelpada, borde lobular, elevado, velocidad de crecimiento rápida (78mm).</p>		<p>Micelio oscuro y septado, conidióforos oscuros, en su mayoría simples, formando cadenas de conidias, conidias (prosporas) oscuras, con septos longitudinales, naciendo de cadenas acropétalas.</p>	

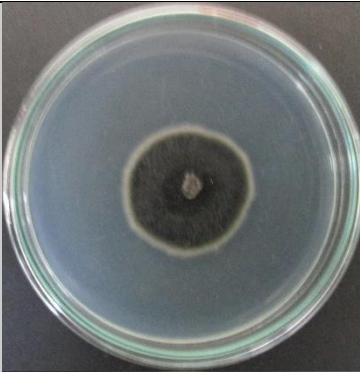
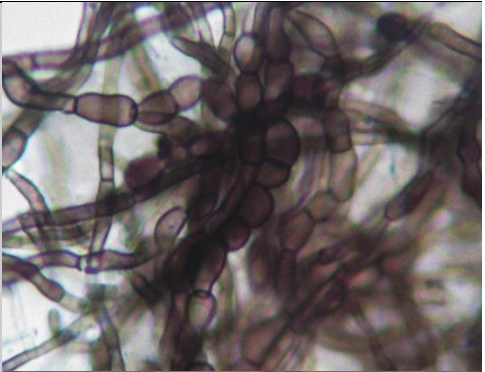
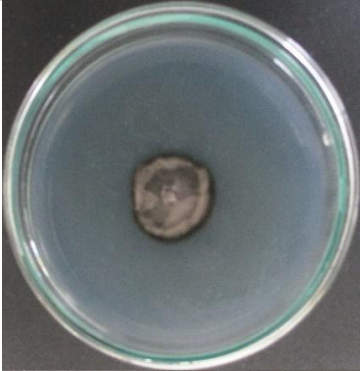
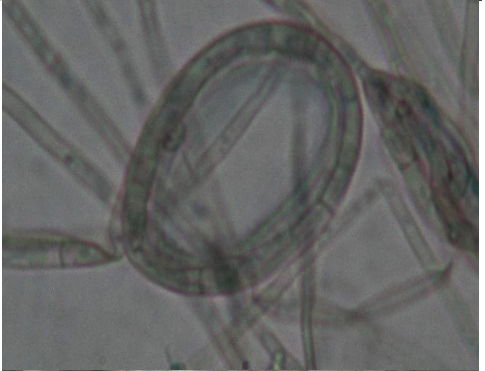
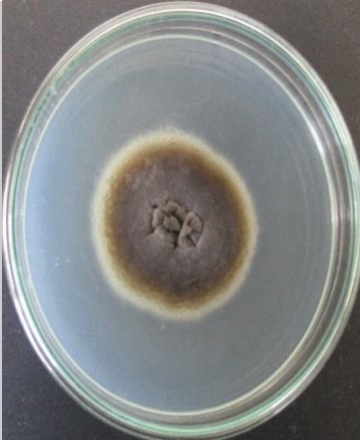
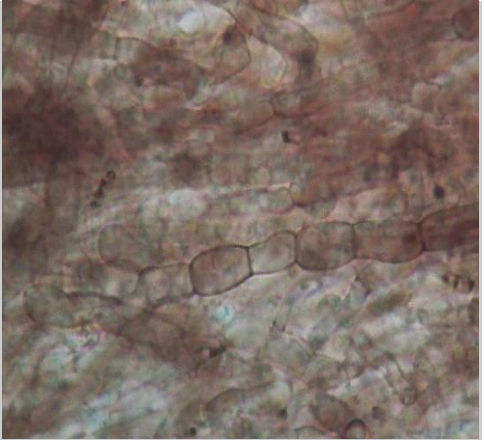
<p>Dematiaceae M17 (2)</p>	<p>Anverso blanco, reverso blanco con una mancha oscura en el centro. Forma circular, textura polvorosa, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (22mm).</p>		<p>Micelio oscuro, septado, con estructuras ovoides saliendo de los lados. No produjo estructuras de fructificación.</p>	
<p>Torula M18 (5)</p>	<p>Anverso transparente y blanco, reverso crema. Forma irregular, textura afelpada, borde irregular, elevado, velocidad de crecimiento moderada (40mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color oscuro.</p>	
<p>Botritys M19 (1)</p>	<p>Anverso verde, reverso negro con verde oscuro hacia el borde. Forma circular, textura afelpada-polvorosa, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (28mm).</p>		<p>Micelio marrón, septado, ramificado. Conidióforos alargados, células redondeadas formando agrupaciones de conidias con esterigma corto. Conidia marrón oscura de forma ovoide.</p>	

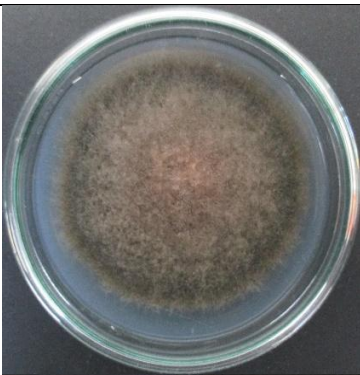
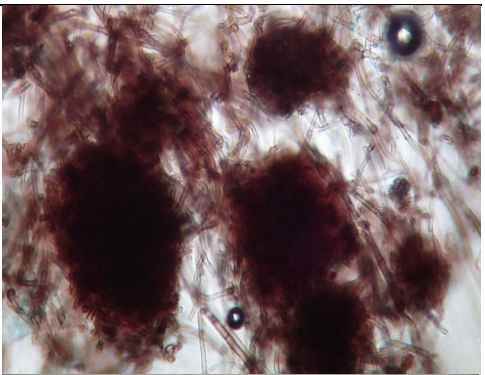
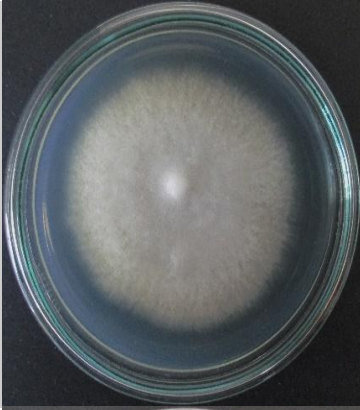


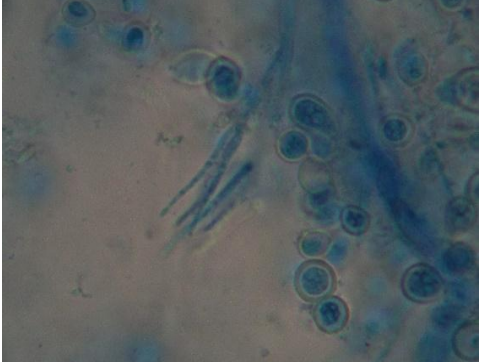
PARAMO DE PAJA BLANCA SEGUNDO MUESTREO (ENDORRIZÓSFERA)



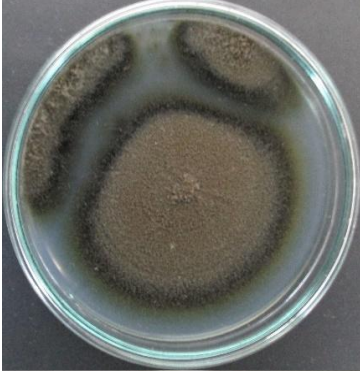

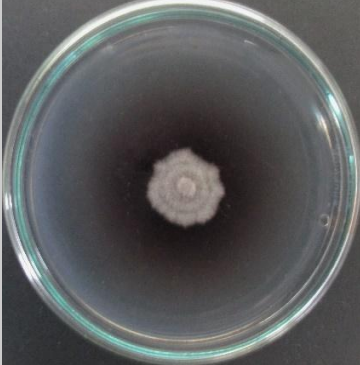
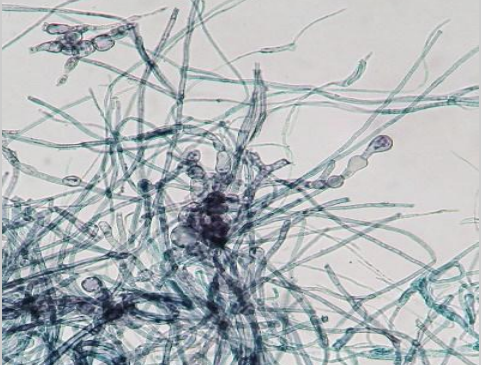
MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
<i>Penicillium</i> M7 (1)	Anverso verde, reverso anaranjado y amarillo, forma irregular puntiforme, textura polvorosa, borde lobular, elevado, velocidad de crecimiento lenta (2mm).		Conidióforo alargado, delgado y pigmentado, ramificado, formando agrupaciones de conidias (Botryobastospora) marrones, de células ovoides y de forma irregular.	


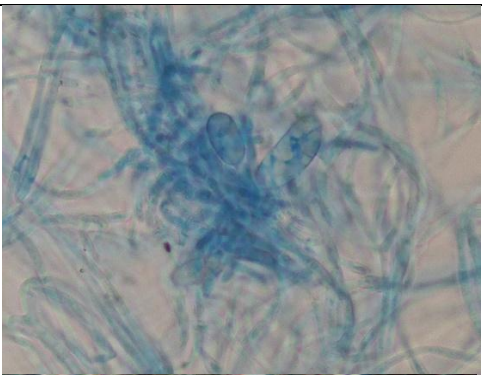

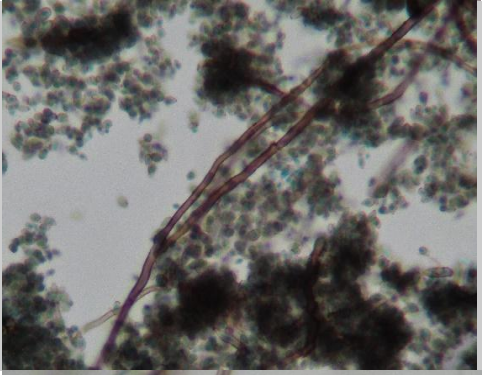
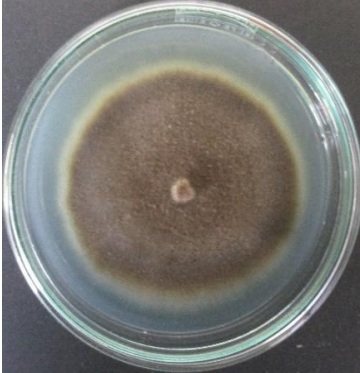

<p><i>Torula</i> M9 (6)</p>	<p>Anverso y reverso crema con manchas marrón. Forma irregular, textura cerosa-afelpada, borde ondulado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (20mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas de color oscuro.</p>	
<p><i>Torula</i> M10 (7)</p>	<p>Anverso y reverso marrón en el centro y crema hacia el borde, forma circular, textura afelpada-cerosa, borde erodado, plano, velocidad de crecimiento lenta (10mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas.</p>	
<p><i>Aureobasidium</i> M12 (3)</p>	<p>Anverso y reverso negros con borde blanco. Forma circular, textura cerosa, topografía rugosa con estructuras puntiagudas sobresalientes, borde erodado, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (18mm).</p>		<p>Micelio hialino cuando joven y oscuro con la edad, abundante conidia lateral, subhialina a oscura, una célula ovoide.</p>	

<p><i>Oomycete</i> M13 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blancos. Forma circular, textura afelpada, borde entero, plano, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio cenocítico y hialino, presenta estructuras enrolladas.</p>	
<p><i>Colletotrichum</i> M14 (1)</p>	<p>Anverso y reverso blancos en el centro y marrón hacia el borde. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (38mm).</p>		<p>Acérvulo en forma de disco, espinas entre los conidióforos. Conidióforos simples, elongados, de largo variable, conidia hialina con una célula oblonga.</p>	
<p><i>Dematiaceae</i> M15 (3)</p>	<p>Anverso marrón, reverso negro con borde marrón. Forma irregular, textura afelpada, borde ondulado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (20mm).</p>		<p>Micelio marrón, septado, no presentó estructuras reproductivas.</p>	

<p><i>Torula</i> M18 (1)</p>	<p>Anverso y reverso verde oscuro con borde blanco. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (12mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas y oscuras.</p>	
<p><i>Helicosporium</i> M19 (1)</p>	<p>Anverso marrón claro, reverso marrón oscuro, forma irregular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (12mm).</p>		<p>Micelio oscuro, septado, conidioforo erecto, simple o ramificado, conidia hialina o pigmentada, septada y enrollada.</p>	
<p><i>Torula</i> M21 (4)</p>	<p>Anverso marrón en el centro y blanco hacia el borde, reverso crema. Forma irregular, textura cerosa-polvorosa, topografía rugosa con pliegues que irradian desde el centro, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (21mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas y de color marrón.</p>	

<p><i>Periconia</i> M22 (1)</p>	<p>Anverso y reverso marrón. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (10mm).</p>		<p>Conidióforos oscuros, sólidos, simples, alargados al ápice con soportes o cabezas libres de conidias, conidias (blastospora) oscuras en cadenas secas.</p>	
<p><i>Gliocladium</i> M24 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada, borde filamentososo, elevación umbilicoide, velocidad de crecimiento lenta (20mm).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	
<p><i>Pythium</i> M25 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio cenocítico y hialino, zoosporangios globosos terminales e intercalares.</p>	

<p><i>Alternaria</i> M27 (2)</p>	<p>Anverso y reverso marrón claro con borde blanco. Forma irregular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (12mm).</p>		<p>Micelio oscuro y septado, conidióforos oscuros, en su mayoría simples, formando cadenas de conidias, conidias (prosporas) oscuras, con septos longitudinales, naciendo de cadenas acropétalas.</p>	
<p><i>Botrytis</i> M28 (1)</p>	<p>Anverso verde, reverso verde oscuro. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (35mm).</p>		<p>Micelio marrón, septado, ramificado. Conidióforos alargados, células redondeadas formando agrupaciones de conidias con esterigma corto. Conidia marrón oscura de forma ovoide.</p>	
<p><i>Fusarium</i> M30 (2)</p>	<p>Anverso blanco, reverso violeta oscuro, forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (13mm).</p>		<p>Micelio hialino septado, clamidosporas en cadena, terminales e intercalares.</p>	

<i>Moniliaceae</i> 31 (1)	Anverso blanco, reverso crema, forma irregular, textura afelpada-cerosa, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (21mm).		Micelio hialino, septado, no presentó estructuras reproductivas.	
<i>Botrytis</i> M32 (1)	Anverso verde, reverso verde oscuro. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (35mm).		Micelio marrón, septado, ramificado. Conidióforos alargados, células redondeadas formando agrupaciones de conidias con esterigma corto. Conidia marrón oscura de forma ovoide.	
<i>Neurospora</i> M34 (1)	Anverso marrón claro con borde amarillo, reverso negro con borde verde. Forma irregular, textura afelpada, borde enrodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (23mm).		Micelio oscuro, septado, agrupación de ascas con ascosporas hialinas de forma ovalada	

Cladosporium
M35
(1)

Anverso y reverso
anaranjados. Forma
circular, textura
afelpada, borde
erodado, elevado,
velocidad de
crecimiento moderada
(50mm).


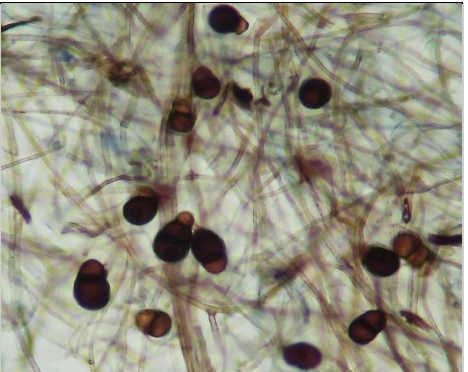

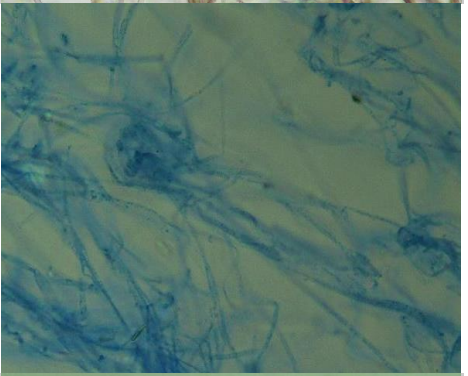




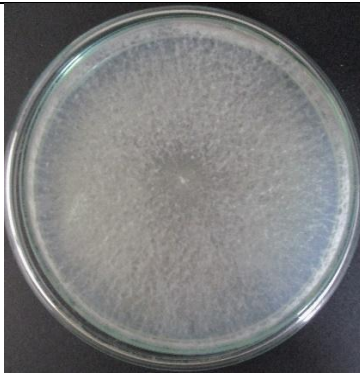

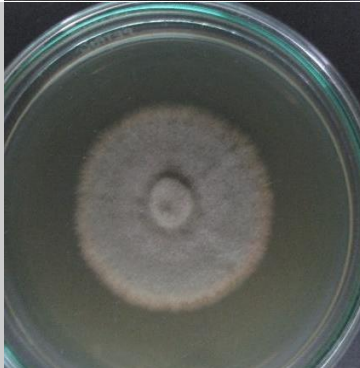
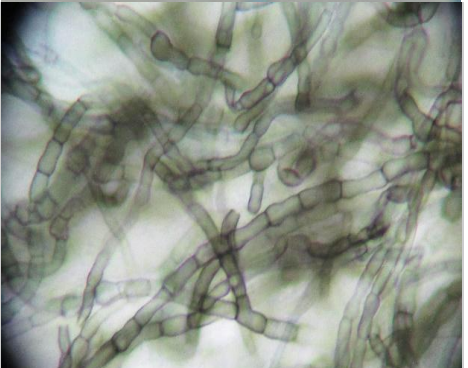

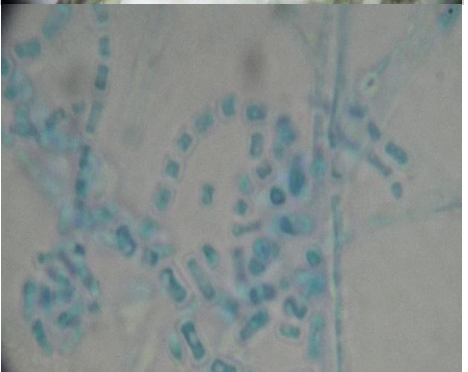
Conidióforos altos,
oscuros y elevados,
conidias blastosporas,
de tamaño variable,
ovoides a cilíndricas,
algunas con forma de
limón, usualmente
simple o en cadenas
ramificadas.


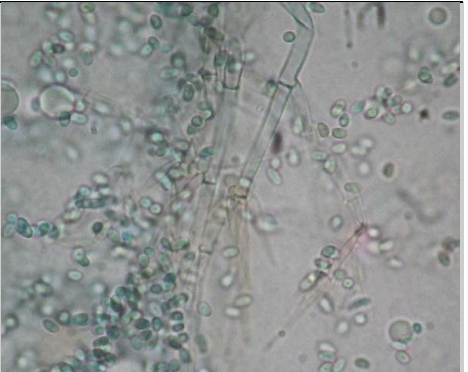

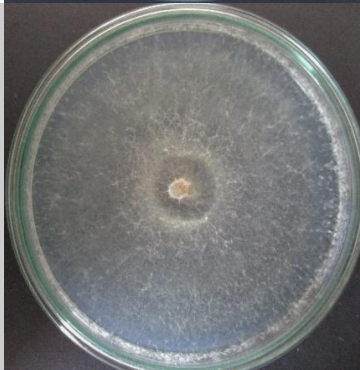
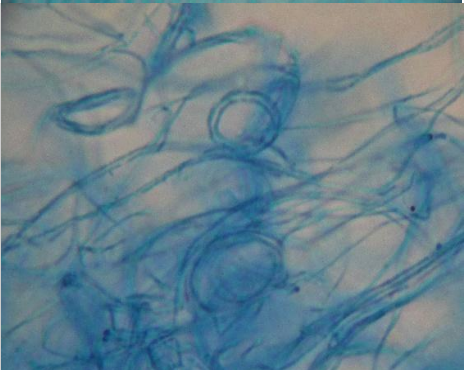


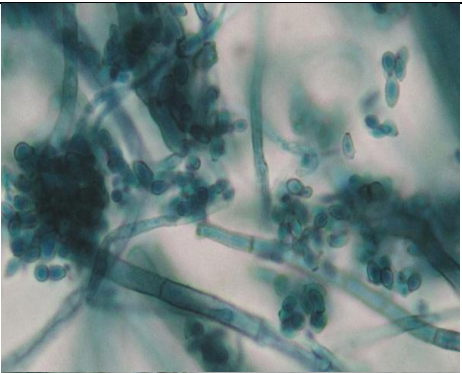

PARAMO DE PAJA BLANCA TERCER MUESTREO (ECTORIZÓSFERA)

MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
<i>Torula</i> M1 (8)	Anverso y reverso amarillos. Forma circular, textura afelpada, borde enroscado, elevación convexa, velocidad de crecimiento moderada (42mm).		Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas y anaranjadas.	
<i>Dematiaceae</i> M3 (4)	Anverso con anillos concéntricos de color verde gris y marrón, reverso negro con borde marrón. Forma circular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (25mm).		Micelio marrón, septado, no presentó estructuras de fructificación.	
<i>Botrytis</i> M4 (1)	Anverso marrón con partes de color verde oscuro, reverso negro con borde verde oscuro. Forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (25mm).		Micelio marrón, septado, ramificado. Conidióforos alargados, células redondeadas formando agrupaciones de conidias con esterigma corto. Conidia marrón oscura de forma ovoide.	

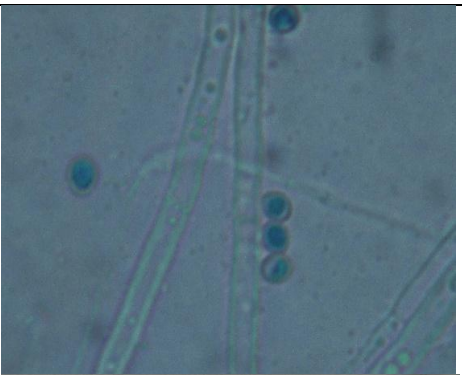

<p><i>Trichocladiu</i> <i>m M5</i> (1)</p>	<p>Anverso gris y verde oscuro, reverso negro con borde verde oscuro. Forma circular, textura afelpada, borde entero, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (15mm).</p>		<p>Conidióforo alargado, delgado y pigmentado, ramificado, formando agrupaciones de conidias (Botryobastospora) marrones, de células ovoides y de forma irregular.</p>	
<p><i>Oomycete</i> <i>M6</i> (3)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada y glabra, borde ondulado-erodado, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (10mm).</p>		<p>Micelio cenocítico y hialino, no presentó estructuras de fructificación.</p>	
<p><i>Penicillium</i> <i>M7</i> (2)</p>	<p>Anverso verde claro, reverso amarillo. Forma irregular puntiforme, textura polvorosa, borde irregular-filamentoso, elevado, velocidad de crecimiento lenta (25mm).</p>		<p>Conidióforo alargado, delgado y pigmentado, ramificado, formando agrupaciones de conidias (Botryobastospora) marrones, de células ovoides y de forma irregular.</p>	

<p><i>Oomycete</i> M8 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada, borde filamentoso, plano, velocidad de crecimiento lenta (20mm).</p>		<p>Micelio hialino y cenocítico, estructuras enrolladas dispuestas de manera terminal en ciertas partes del micelio.</p>	
<p><i>Dematiaceae</i> M9 (5)</p>	<p>Anverso gris, reverso negro con borde gris, forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (8mm).</p>		<p>Micelio septado de color oscuro, estructuras similares a artrosporas saliendo del micelio. No presentó estructuras de fructificación.</p>	
<p><i>Geotrichum</i> M10 (1)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada, borde filamentososo, elevado, velocidad de crecimiento rápida (58mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos ausentes, conidia (artrospora) hialina, la célula es cilíndrica con esquinas truncadas, formada por segmentación de la hifa.</p>	

<p><i>Fusarium</i> M11 (3)</p>	<p>Anverso y reverso anaranjados, forma circular, textura cerosa-polvorosa, borde entero, plano, velocidad de crecimiento moderada (28mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, clamidosporas en cadena y terminales, microconidia compuesta por una célula ovoide.</p>	
<p><i>Isaria</i> M12 (1)</p>	<p>Anverso y reverso color beige, forma irregular, textura cerosa, borde ondulado, topografía lisa, plano, velocidad de crecimiento lenta (10mm).</p>		<p>Micelio hialino y septado, sinema de color claro, conidia hialina formada por una célula ovoide producida en un material gelatinoso.</p>	
<p><i>Oomycete</i>M13 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco-transparente. Forma circular, textura afelpada, borde filamentososo, plano, velocidad de crecimiento lenta (26mm).</p>		<p>Micelio hialino y cenocítico con estructuras enrolladas. Ausencia de estructuras reproductivas.</p>	

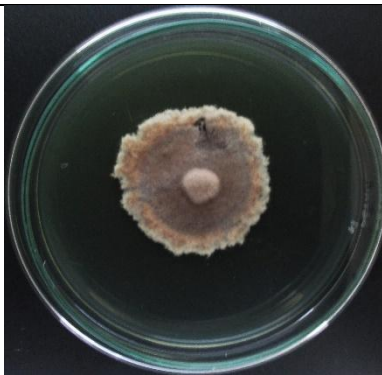
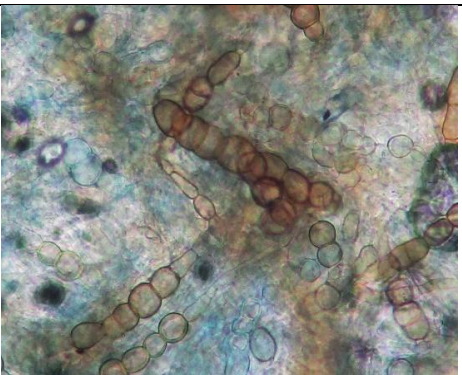
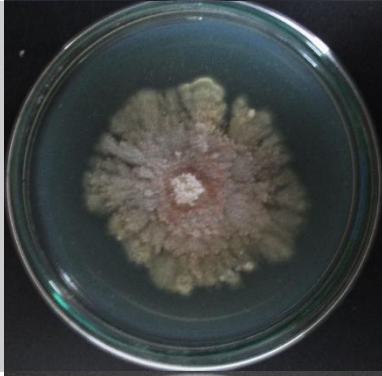
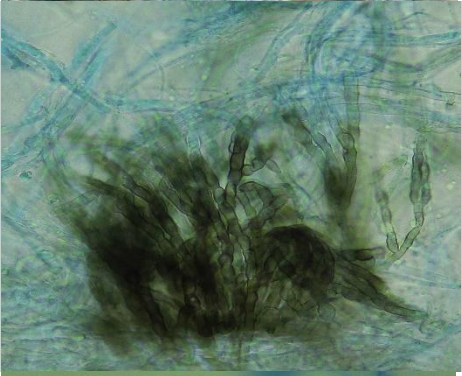

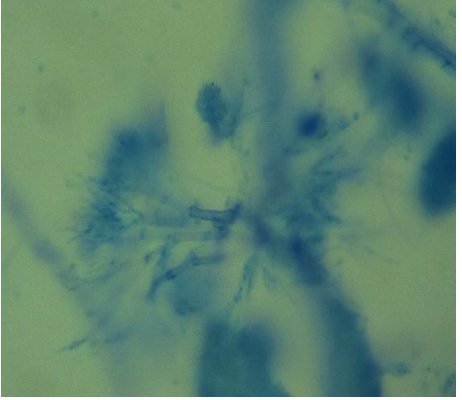
<p><i>Botrytis</i> M14 (1)</p> <p>Anverso verde con borde rojizo, reverso negro, verde oscuro y rojo. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevación convexa, velocidad de crecimiento moderada (28mm).</p>		<p>Conidióforo alargado, delgado y pigmentado de color azul, ramificado, formando agrupaciones de conidias (Botryobastospora) azules de células ovoides y de forma irregular.</p>	
<p><i>Penicillium</i> M15 (2)</p> <p>Anverso verde claro, reverso amarillo. Forma irregular puntiforme, textura polvorosa, borde irregular-filamentoso, elevado, velocidad de crecimiento lenta (14mm).</p>		<p>Conidióforo alargado, delgado y pigmentado, ramificado, formando agrupaciones de conidias (Botryobastospora) marrones, de células ovoides y de forma irregular.</p>	
<p><i>Colletotrichum</i> M16 (2)</p> <p>Anverso blanco, reverso rosado con borde blanco. Forma irregular, textura afelpada, borde filamentoso, elevado, velocidad de crecimiento lenta (21mm).</p>		<p>Acérvulo en forma de disco, espinas entre los conidióforos. Conidióforos simples, elongados, de largo variable, conidia hialina con una célula oblonga.</p>	


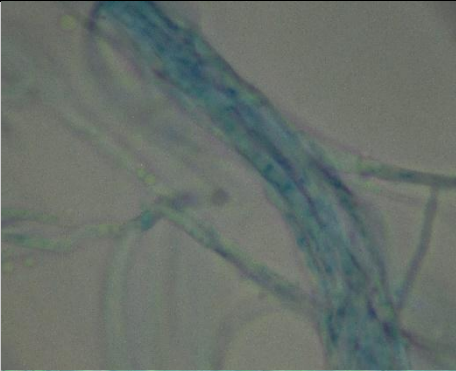

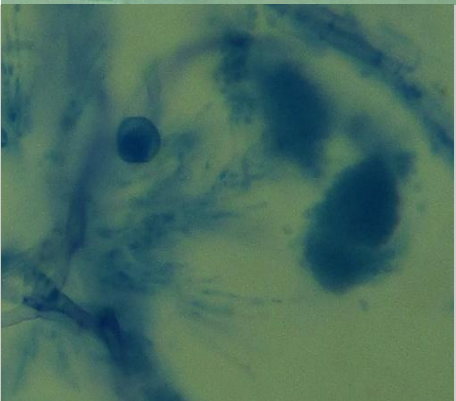
<p><i>Dematiaceae</i> M17 (6)</p>	<p>Anverso verde oscuro con partes blancas, reverso negro con borde verde oscuro. Forma irregular, textura afelpada, borde entero-ondulado, elevación pulvinada, velocidad de crecimiento lenta (12 mm).</p>		<p>Micelio oscuro, septado, en ocasiones con presencia de micelio hialino adyacente.</p>	
<p><i>Botrytis</i> M18 (1)</p>	<p>Anverso verde oscuro, reverso marrón. Forma irregular, textura polvorosa-afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (23mm).</p>		<p>Conidióforo alargado, delgado y pigmentado, ramificado, formando agrupaciones de conidias (Botryobastospora) marrones, de células ovoides y de forma irregular.</p>	
<p><i>Botrytis</i> M19 (1)</p>	<p>Anverso gris y verde, reverso marrón oscuro, forma irregular, textura afelpada polvorosa, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (30mm).</p>		<p>Conidióforo alargado, delgado y pigmentado, ramificado, formando agrupaciones de conidias (Botryobastospora) marrones, de células ovoides y de forma irregular.</p>	

<p><i>Moniliaceae</i> M20 (2)</p>	<p>Anverso blanco y anaranjado en el centro, el resto verde, reverso blanco. Crecimiento puntiforme, textura polvorosa, borde entero, velocidad de crecimiento moderada (30mm).</p>		<p>Micelio hialino y septado, posee estructuras globosas, conidióforo ausente.</p>	
<p><i>Geotrichum</i> M21 (1)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, textura afelpada. Forma circular, textura afelpada-polvorosa, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (28mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos ausentes, conidia (artrospora) hialina, la célula es cilíndrica con esquinas truncadas, formada por segmentación de la hifa.</p>	

PARAMO DE PAJA BLANCA TERCER MUESTREO (ENDORRIZÓSFERA)

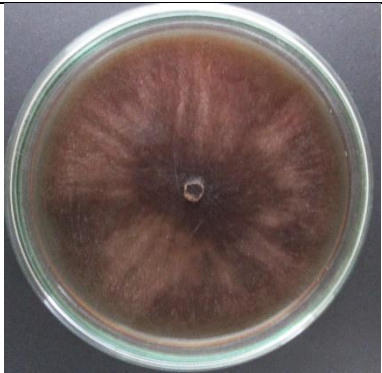

MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
-----------	-----------------	------	-----------------	------

<p><i>Torula</i> M1 (8)</p>	<p>Anverso y reverso amarillos. Forma irregular, textura afelpada, borde ondulado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (24mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas y anaranjadas.</p>	
<p><i>Torula</i> M2 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma irregular, textura afelpada, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (18mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas y oscuras</p>	
<p><i>Gliocladium</i> M4 (2)</p>	<p>Anverso blanco con motas anaranjadas, reverso crema, forma irregular, textura afelpada, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (40mm).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	

<p><i>Oomycete</i> M6 (5)</p>	<p>Anverso blanco, reverso crema, forma irregular, textura afelpada-cerosa, borde entero, velocidad de crecimiento lenta (6mm).</p>		<p>Micelio hialino y cenocítico. No presentó estructuras de fructificación.</p>	
<p><i>Moniliaceae</i> M7 (3)</p>	<p>Anverso y reverso blancos. Forma circular, textura afelpada, borde entero, velocidad de crecimiento rápida (82mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, con estructuras de forma irregular saliendo del micelio como artrosporas.</p>	
<p><i>Gliocladium</i> M8 (2)</p>	<p>Anverso blanco con motas anaranjadas, reverso crema, forma irregular, textura afelpada, borde rizado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (40mm).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	


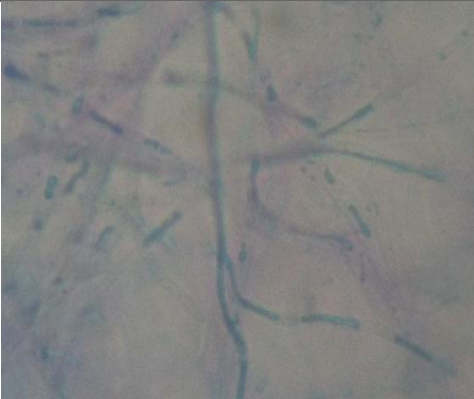
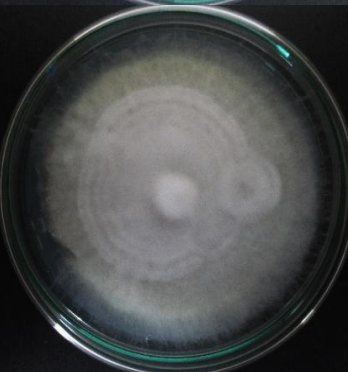
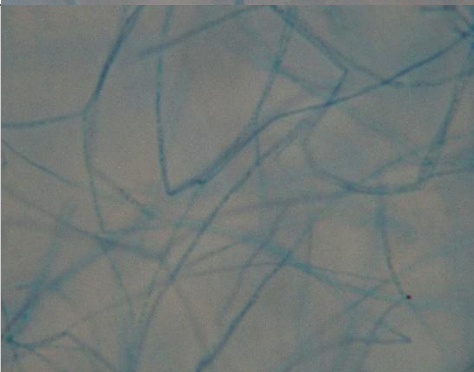

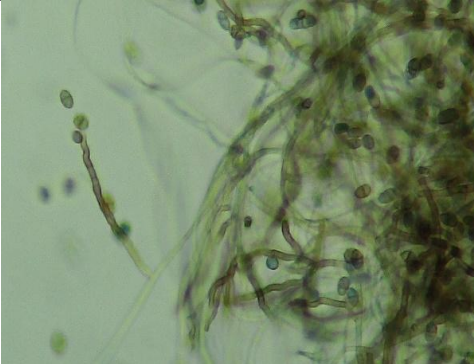
<i>Torula</i> M9 (9)	Anverso y reverso verdes con borde transparente. Forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (16mm).		Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas y oscuras	
<i>Fusarium</i> M10 (4)	Anverso marrón-anaranjado, forma circular, textura afelpada-cerosa, borde filamentosa, elevado, velocidad de crecimiento moderada (51 mm).		Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconidia compuesta por una célula oblonga.	
<i>Dematiaceae</i> M11 (7)	Anverso marrón con un círculo gris en el centro, reverso negro con borde marrón, forma irregular, textura afelpada, borde erodado, plano, velocidad de crecimiento lenta (14mm).		Micelio oscuro y septado, presenta en algunas ocasiones artroconidias. No presentó estructuras de fructificación.	

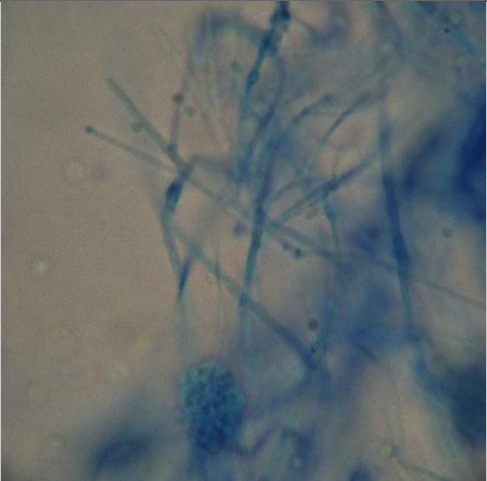
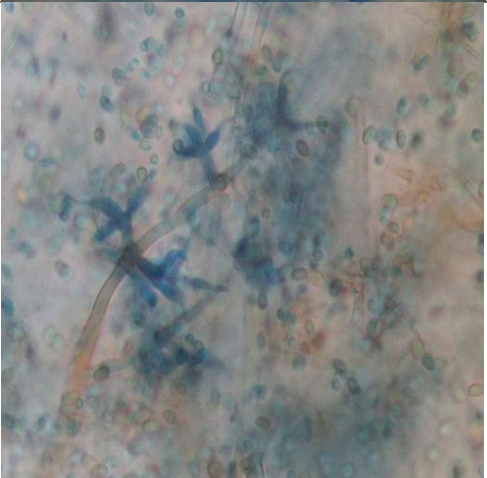
<p><i>Fusarium</i> M13 (4)</p>	<p>Anverso gris, reverso rojo. Forma irregular, textura polvorosa-cerosa, borde erodado, plano, velocidad de crecimiento lenta (15mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconidia compuesta por una célula oblonga.</p>	
<p><i>Penicillium</i> M14 (3)</p>	<p>Anverso verde, reverso blanco con el centro rojo. Forma irregular, textura polvorosa, borde irregular, plano, velocidad de crecimiento lenta (15mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos se elevan sobre el micelio, más o menos ramificados cerca al ápice, penicilados terminan el fiálides, conidia hialina o globosa, en cadenas basipetalas secas.</p>	
<p><i>Fusarium</i> M16 (4)</p>	<p>Anverso y reverso anaranjados. Forma circular, textura afelpada-polvorosa, borde entero, velocidad de crecimiento lenta (14mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconidia compuesta por una célula oblonga.</p>	


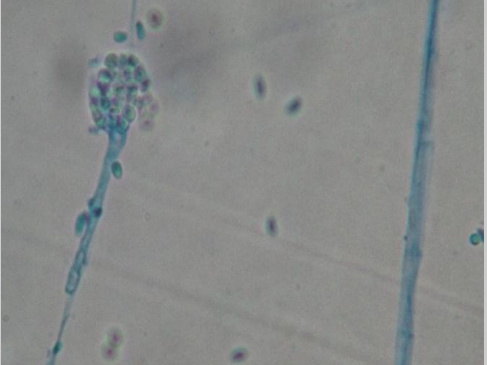

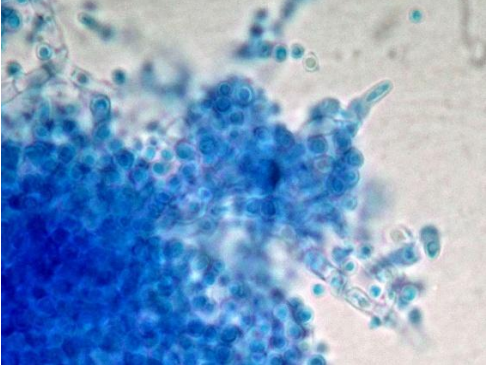
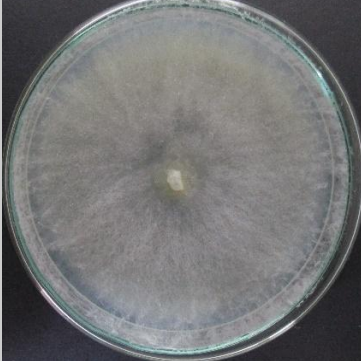
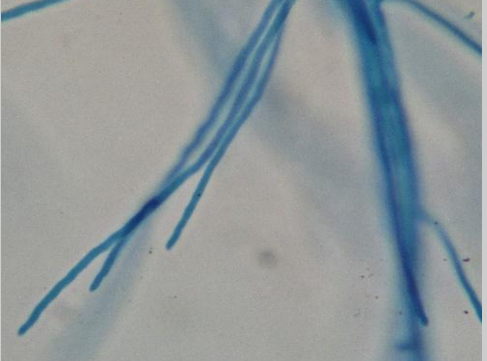
<p><i>Fusarium</i> M17 (4)</p>	<p>Anverso y reverso anaranjados. Forma circular, textura afelpada-polvorosa, borde entero, velocidad de crecimiento lenta (12mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconidia compuesta por una célula oblonga.</p>	
------------------------------------	--	--	---	---

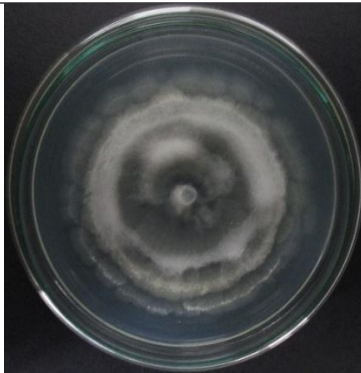
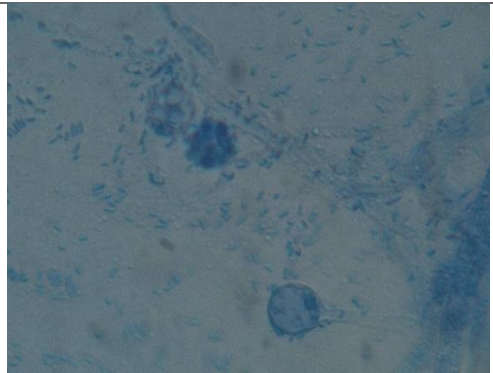
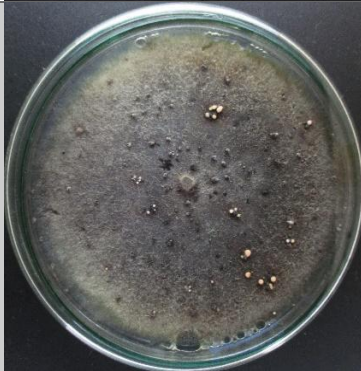
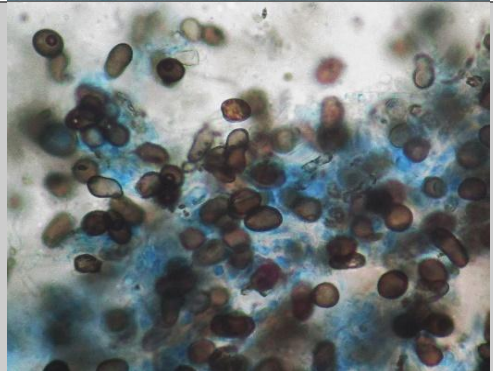
PÁRAMO DE MORASURCO PRIMER MUESTREO (ECTORRIZÓSFERA)

MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
-----------	-----------------	------	-----------------	------

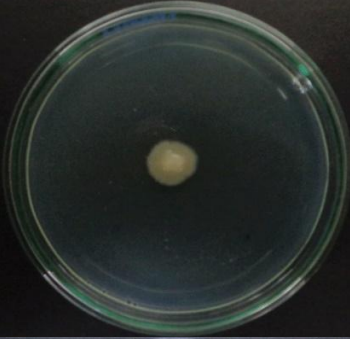
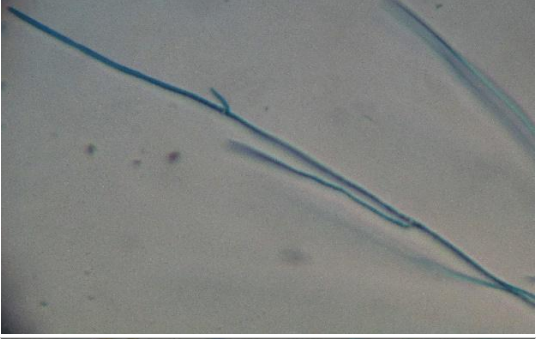
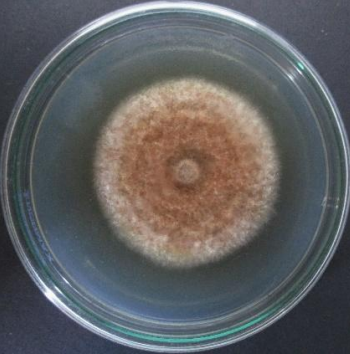

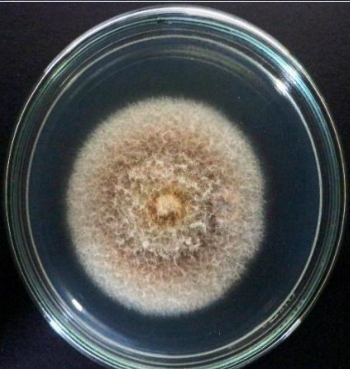
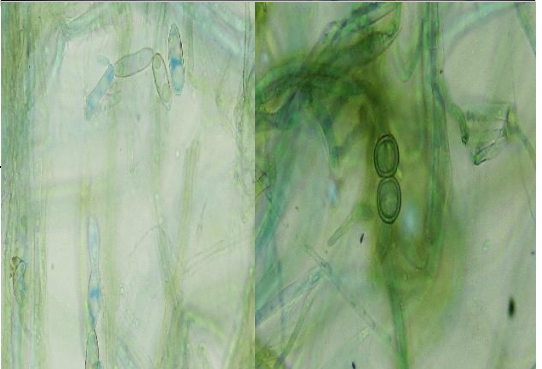
<p><i>Oomycete M1</i> (6)</p>	<p>Anverso blanco, reverso anaranjado, forma circular, borde aserrado, textura afelpada, elevación convexa baja, topografía con surcos radiados. Velocidad de crecimiento moderada (41, 32mm).</p>		<p>Micelio hialino y cenocítico. No presentó estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Oomycete M2</i> (1)</p>	<p>Anverso blanco, reverso amarillo claro, forma circular, borde entero, textura afelpada, elevación elevada, topografía con surcos radiados. Velocidad de crecimiento lenta (33mm).</p>		<p>Micelio hialino y cenocítico. No presentó estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Bispora M3</i> (1)</p>	<p>Anverso y reverso marrón, forma irregular, borde entero, textura afelpada, elevación elevada, topografía lisa. Velocidad de crecimiento lenta (12mm).</p>		<p>Micelio y conidióforos oscuros, cortos, simples, conidias (blastosporas) oscuras y oblongas, con dos y a veces tres células, producidas en cadenas acropétalas.</p>	

<p><i>Gliocladium</i> M4 (2)</p>	<p>Anverso blanco, reverso amarillo claro, forma irregular, borde lobular, textura algodonosa-plumosa, elevación elevada, Velocidad de crecimiento moderada (53mm).</p>	<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	
<p><i>Trichoderma</i> M5 (3)</p>	<p>Anverso y reverso anaranjado y rojo, forma circular, textura afelpada-lanosa, borde entero-enroscado, elevación plana, velocidad de crecimiento rápida (70, 68 mm).</p>	<p>Micelio de coloración brillante anaranjada, septado, conidióforos hialinos, ramificados, no verticilados, fiálides individuales, con una célula ovoide naciendo en pequeños agrupamientos terminales.</p>	

<i>Mucor</i> M7 (3)	Anverso y reverso blancos, forma irregular, textura cerosa y algodonosa, borde rizado, elevación pulvinado, velocidad de crecimiento rápida (75, 73 mm).		Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base.	
<i>Meria</i> M8 (2)	Anverso y reverso amarillo claro, forma irregular, textura cerosa-afelpada, borde enroscado-filamentoso, elevación elevada, velocidad de crecimiento lenta (21, 22 mm).		Micelio hialino, ramificado, conidióforos simples, elongados y septado, conidias hialinas, producidas de forma individual o agrupada.	
<i>Oomycete</i> M9 (2)	Anverso y reverso blanco, forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderado (45mm).		Micelio hialino y cenocítico. No presentó estructuras de fructificación.	

<p><i>Mucor</i> M10 (1)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma irregular, textura cerosa y algodonosa, borde rizado, elevación pulvinado, velocidad de crecimiento rápida (80, 76 mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base.</p> 
<p><i>Nigrospora</i> M11 (2)</p>	<p>Anverso y reverso verde, forma circular, textura afelpada, borde entero enrodado, elevación plano, velocidad de crecimiento rápida (cubre toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos cortos mayormente simples, conidia oscura, una célula globosa situada en una vesícula hialina al final del conidióforo.</p> 

MORFOTIPOS PÁRAMO DE MORASURCO PRIMER MUESTREO (ENDORRIZÓSFERA)

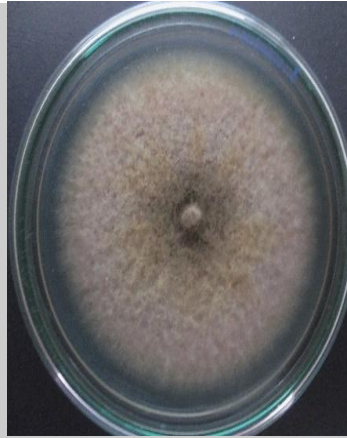
MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTOGRAFÍA	D. MICROSCÓPICA	FOTOGRAFÍA
<i>Moniliaceae</i> M2 (4)	Anverso y reverso blancos, forma circular, textura cerosa, borde enroscado, elevado, topografía lisa, velocidad de crecimiento lenta (15mm).		Micelio septado y hialino. No presentó estructuras de fructificación.	
<i>Fusarium</i> M3 (5)	Anverso blanco y anaranjado, reverso marrón y anaranjado, forma circular, textura afelpada, plano, borde filamentoso, velocidad de crecimiento rápida (73 mm).		Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconida compuesta por una célula oblonga.	
<i>Fusarium</i> M4 (5)	Anverso blanco con un anillo concéntrico anaranjado, reverso marrón anaranjado con		Micelio hialino, septado, clamidosporas verdes en cadena y terminales, microconida compuesta	

borde blanco, forma circular, textura afelpada -lanosa, borde entero enrodado, elevado, velocidad de crecimiento rápida (64mm).

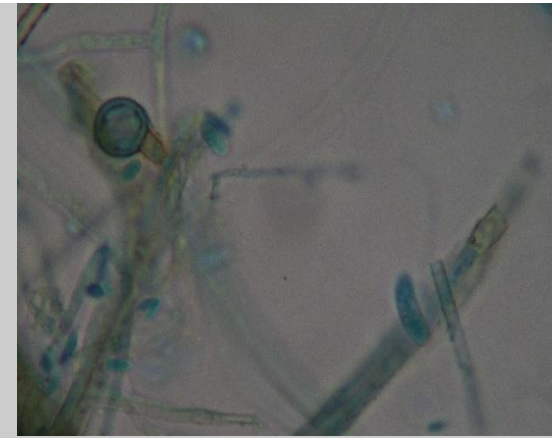
por una célula oblonga.

Fusarium M5
(4)

Anverso blanco y anaranjado, reverso marrón y anaranjado, forma circular, textura afelpada, plano, borde filamentoso, velocidad de crecimiento rápida (71, 74 mm).



Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconidia compuesta por una célula oblonga.

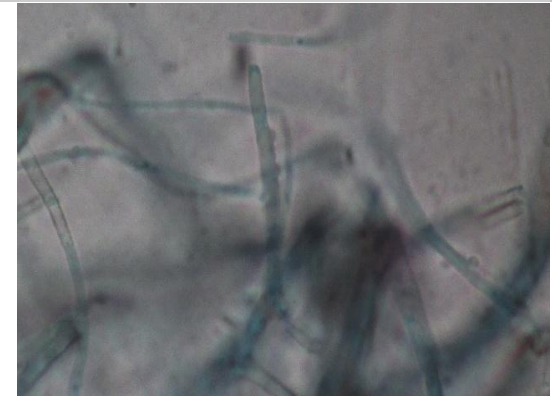


Nigrospora M6
(1)

Anverso y reverso negros en el centro y el resto blanco, forma circular, textura afelpada, borde filamentoso-enrodado, plano, velocidad de crecimiento lenta (20, 21mm).



Micelio hialino, septado, conidióforos cortos mayormente simples, conidia oscura, una célula globosa situada en una vesícula hialina al final del conidióforo.



<p><i>Gliocladium</i> M7 (2)</p> <p>Anverso y reverso blancos, forma irregular, textura afelpada-algodonosa, borde ondulado, elevación convexa, velocidad de crecimiento moderada (50mm).</p>		<p>Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i>, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas</p>	
<p><i>Fusarium</i> M10 (4)</p> <p>Anverso blanco y anaranjado, reverso marrón y anaranjado, forma circular, textura afelpada, borde entero-enroddado, plano, velocidad de crecimiento rápida (73mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconidia compuesta por una célula oblonga.</p>	
<p><i>Trichocladium</i> M13 (2)</p> <p>Anverso y reverso marrón claro-verde, forma circular, textura afelpada, borde enroddado-filamentoso, plano, velocidad de crecimiento lenta (26, 31 mm).</p>		<p>Conidióforos cortos, conidia (aleuriospora), oscura, con uno a cuatro septos transversos, ovoide.</p>	

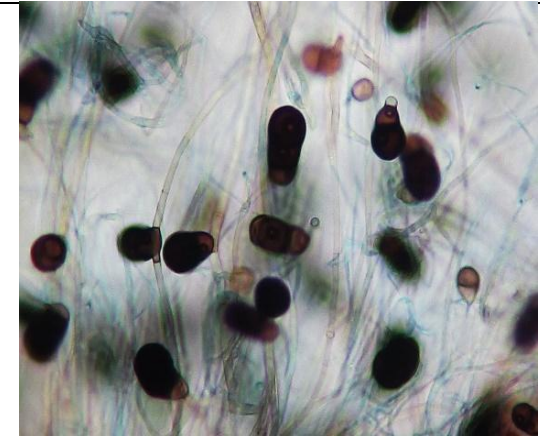
***Trichocladium*
M14**

(2)

Anverso y reverso verde oscuro, forma circular, textura afelpada, elevación convexa, borde enroscado, velocidad de crecimiento lenta (13, 14 mm).



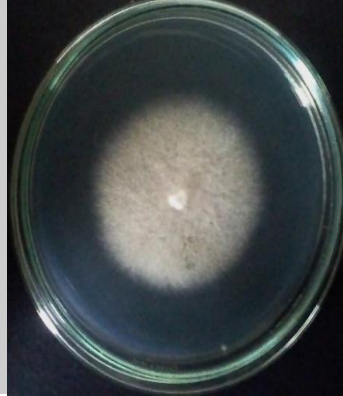
Conidióforos cortos, conidia (aleuriospora), oscura, con uno a cuatro septos transversos, ovoide.



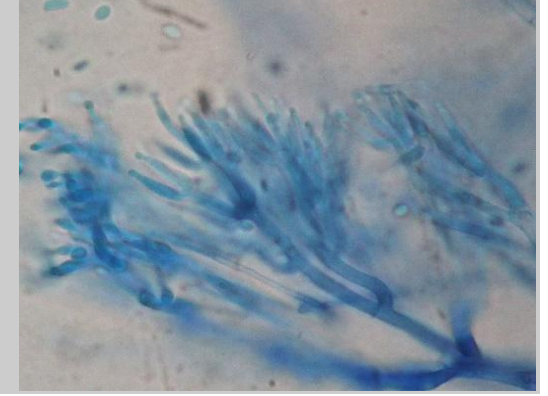
***Gliocladium*
M16**

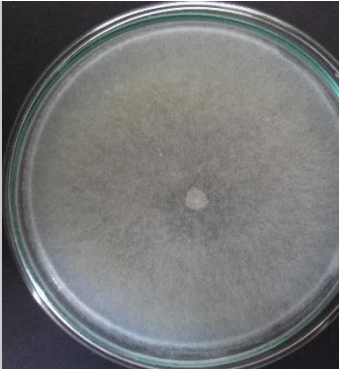
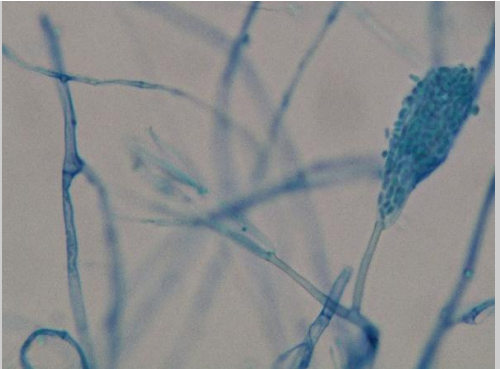
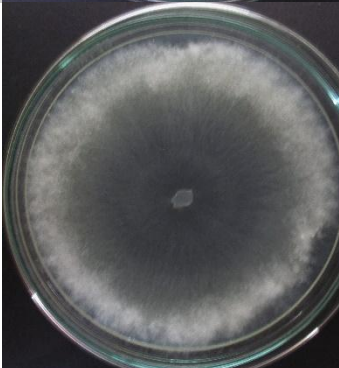
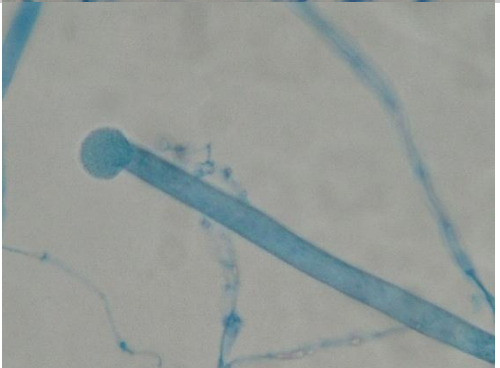

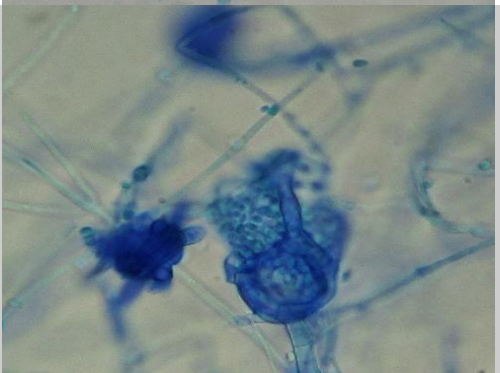
(2)

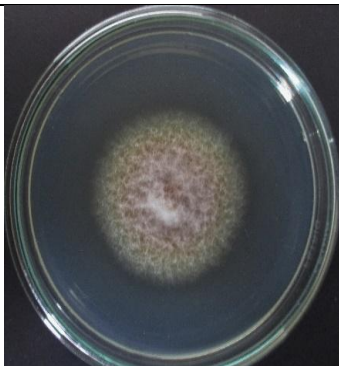

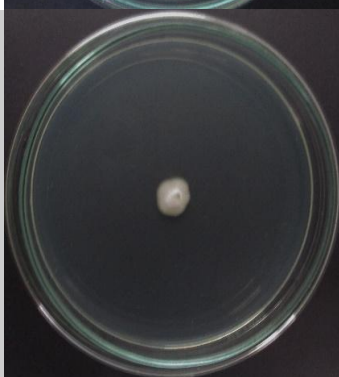
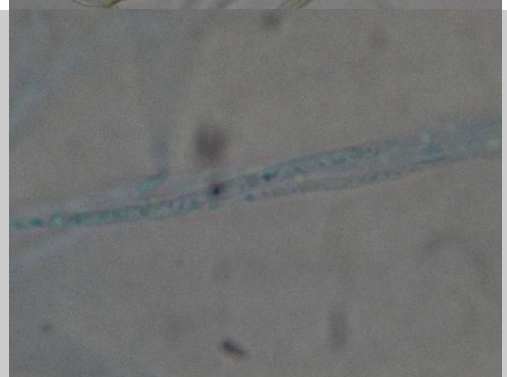
Anverso blanco, reverso blanco con una mancha marrón en el centro, forma circular, textura afelpada, borde enroscado, plano, velocidad de crecimiento moderada (52, 54mm).



Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como *Penicillium*, color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas

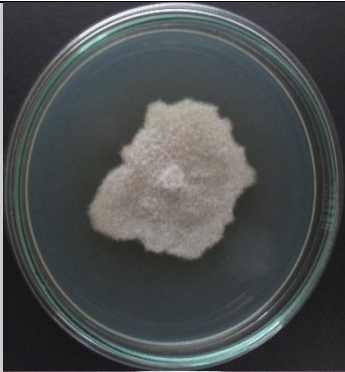

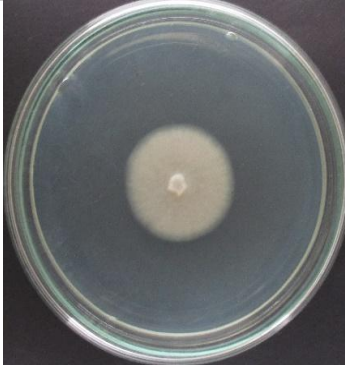
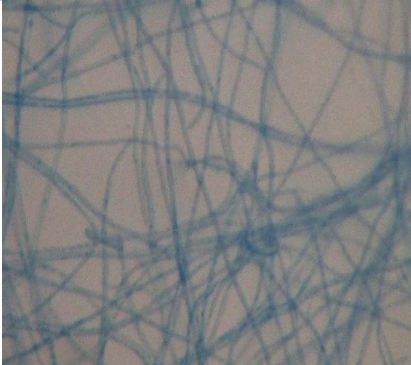
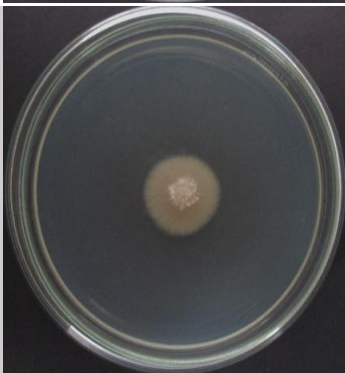
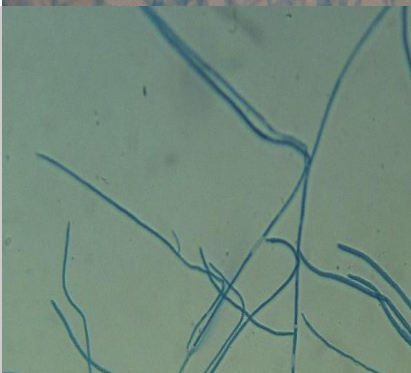


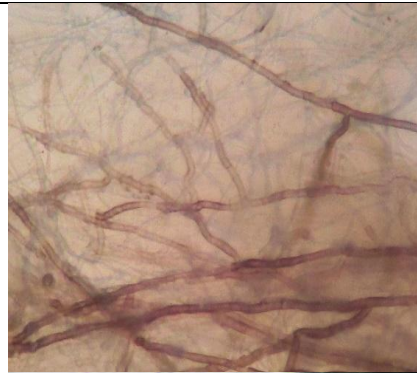
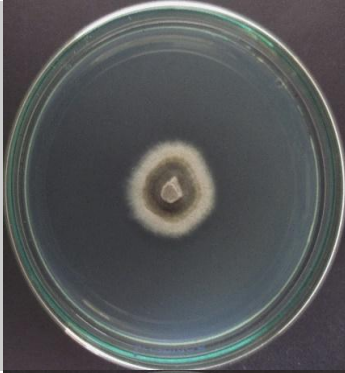
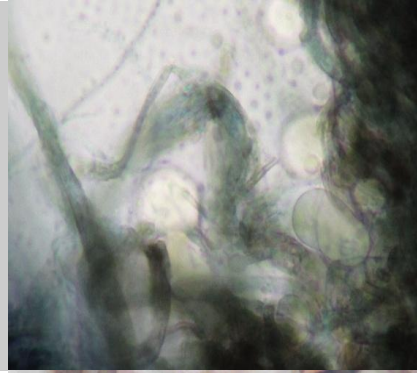
MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	C. MICROSCÓPICA	FOTO
<i>Gliocladium</i> M1 (5)	Anverso y reverso blancos, forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).		Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i> , color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas	
<i>Mucor</i> M2 (3)	Anverso y reverso blanco, forma irregular, textura afelpada-cerosa, borde erodado, elevación umbilicoide, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).		Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base.	
<i>Gliocladium</i> M5 (2)	Anverso y reverso blancos, forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevación convexa, velocidad de crecimiento moderada (35mm).		Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i> , color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas	

<i>Fusarium</i> M6 (4)	Anverso blanco con anaranjado, reverso anaranjado, forma circular, textura afelpada, borde elevado, velocidad de crecimiento moderada (52mm).		Micelio hialino, septado, clamidosporas anaranjadas en cadena y terminales, microconida compuesta por una célula oblonga.	
<i>Oomycete</i> M7 (7)	Anverso blanco, reverso beige. Forma irregular, textura aterciopelada, borde entero, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (12mm).		Micelio hialino cenocítico. No hay presencia de estructuras de fructificación.	

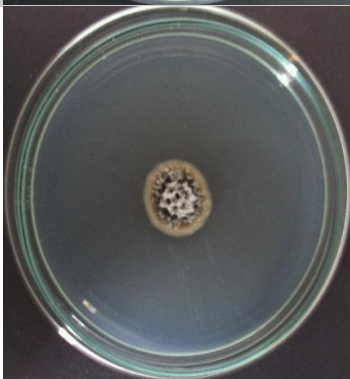
PARAMO DE MORASURCO, MUESTREO 5 ENDORRIZÓSFERA

MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
-----------	-----------------	------	-----------------	------

<p><i>Helicomyces</i> M1 (1)</p>	<p>Anverso y reverso blanco. Forma irregular, textura afelpada, borde ondulado-erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (52mm).</p>		<p>Micelio septado, hialino, conidióforos hialinos, mayormente simples, cortos a elongados, conidia hialina y enrollada.</p> 
<p><i>Oomycete</i> M3 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco. Forma circular, textura afelpada-cerosa, plano, borde erodado, velocidad de crecimiento lenta (32mm).</p>		<p>Micelio hialino y septado. Ausencia de estructuras de fructificación.</p> 
<p><i>Moniliaceae</i> M4 (4)</p>	<p>Anverso blanco, reverso crema, forma circular, textura cerosa, borde erodado, plano estructuras sobresalientes en la parte central, velocidad de crecimiento lenta (22mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado. Ausencia de estructuras de fructificación.</p> 

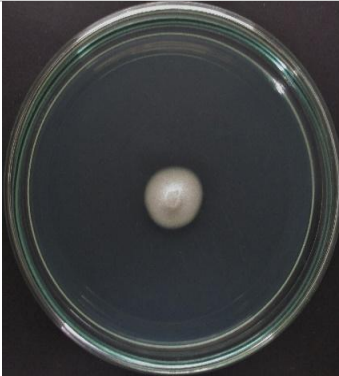
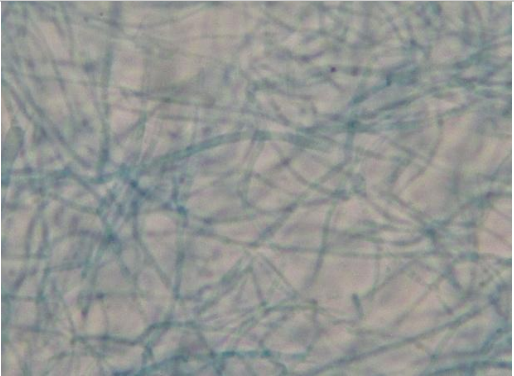
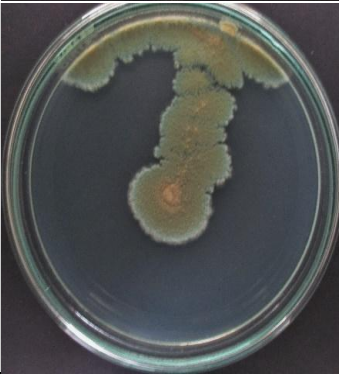
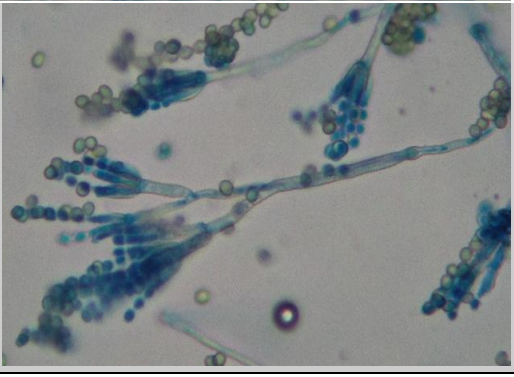
<p>Dematiaceae M5 (5)</p>	<p>Anverso gris con blanco, reverso gris con borde crema. Forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (22mm).</p>		<p>Micelio oscuro, septado, algunas veces con arthroconidias. Ausencia de estructuras reproductivas</p>	
<p>Nigrospora M7 (1)</p>	<p>Anverso y reverso gris en el centro, blanco hacia el borde. Forma Irregular, textura afelpada, borde erodado, plano, velocidad de crecimiento lenta (30mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos cortos mayormente simples, conidia oscura, una célula globosa situada en una vesícula hialina al final del conidióforo</p>	
<p>Epicoccum M8 (2)</p>	<p>Anverso rojo cubierto de una pelusa gris, reverso rojo oscuro. Forma irregular, borde filamentoso, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (15mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, esporodoquio oscuro, con forma de cojín de tamaño variable, conidióforos compactos o ausentes, oscuros, conidia oscura y globosa.</p>	

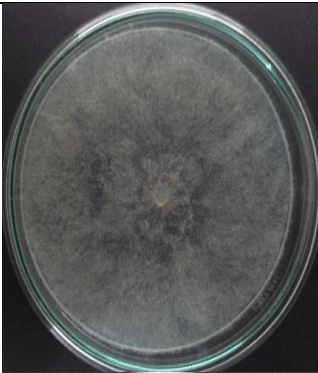
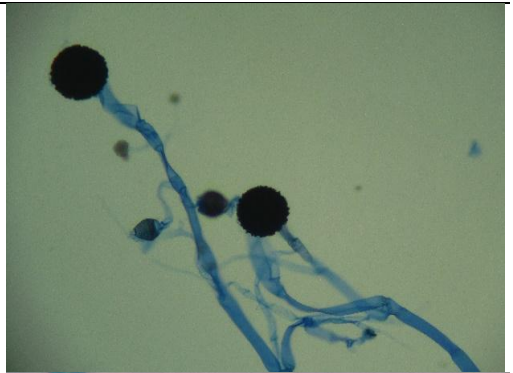


<p>Moniliaceae M10 (5)</p>	<p>Anverso blanco, reverso con un anillo concéntrico marrón y amarillo. Forma rizoide, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento moderada (43mm).</p>		<p>Micelio hialino y septado, presenta estructuras ovaladas y alargadas en cadena.</p>	
<p>Nigrospora M11 (1)</p>	<p>Anverso y reverso marrón con borde blanco. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, plano, velocidad de crecimiento lenta (29mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos cortos mayormente simples, conidia oscura, una célula globosa situada en una vesícula hialina al final del conidióforo</p>	
<p>Oomycete M12 (1)</p>	<p>Anverso blanco, reverso con un círculo concéntrico marrón claro, el resto blanco. Forma circular, textura cerosa-afelpada, borde entero, topografía presenta pliegues irradiando desde el centro, velocidad de crecimiento lenta (30mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico. Ausencia de estructuras reproductivas.</p>	


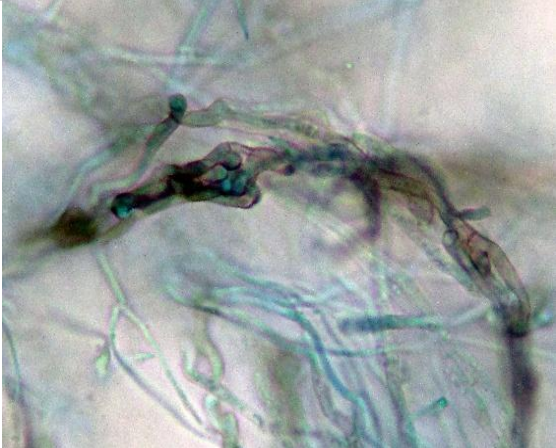
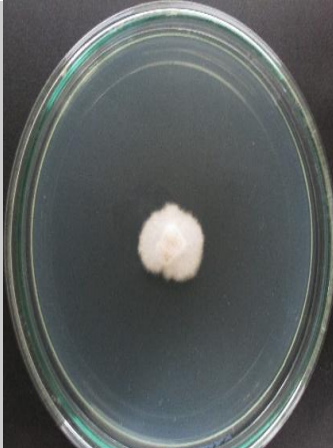
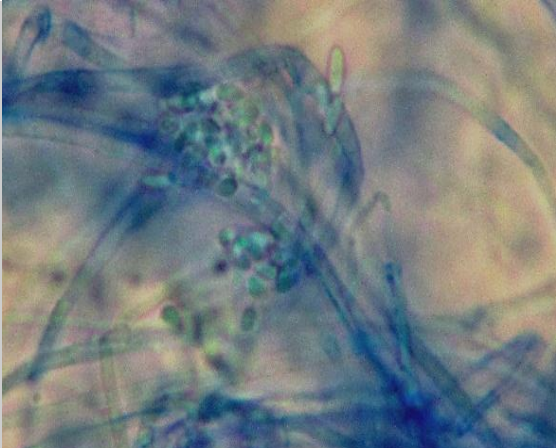
<p><i>Pythium</i> M13 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, textura afelpada, forma irregular, borde erodado, elevación elevada, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, zoosporangios globosos situados de forma e intercalar.</p>	
<p><i>Nigrospora</i> M14 (3)</p>	<p>Anverso negro cubierto por una pelusa blanca, reverso negro, textura algodonosa, forma circular, borde erodado, elevación convexa, velocidad de crecimiento moderada (43mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos cortos mayormente simples, conidia oscura, una célula globosa situada en una vesícula hialina al final del conidióforo.</p>	
<p><i>Dematiaceae</i> M15 (8)</p>	<p>Anverso negro con puntas blancas, reverso crema transparente. Forma circular, textura cerosa, borde entero, elevación convexa, topografía irregular, con picos, velocidad de crecimiento lenta (22mm).</p>		<p>Micelio oscuro, septado, estructuras globosas en cadena. Ausencia de estructuras reproductivas.</p>	


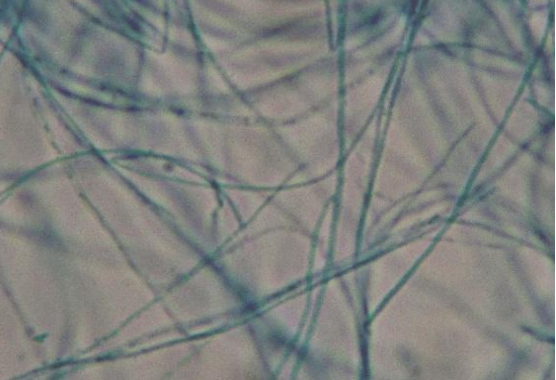

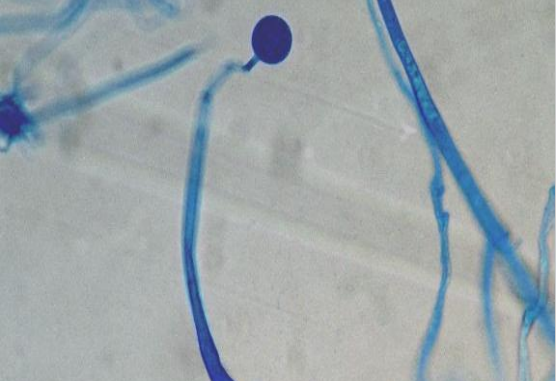
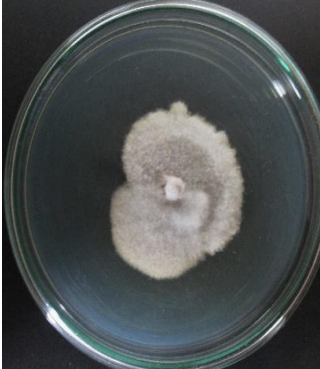
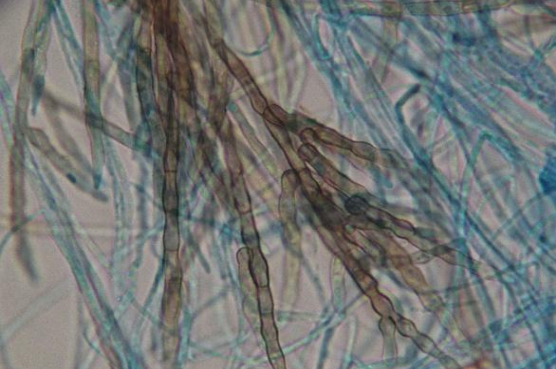
<p><i>Epicoccum</i> M16 (2)</p> <p>Anverso rojo cubierto de una pelusa gris, reverso rojo oscuro. Forma irregular, borde filamentosos, elevación convexa, velocidad de crecimiento lenta (15mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, esporodoquio oscuro, con forma de cojín de tamaño variable, conidióforos compactos o ausentes, oscuros, conidia oscura y globosa.</p>	
<p><i>Nigrospora</i> M17 (2)</p> <p>Anverso y reverso posee un círculo concéntrico marrón y borde blanco. Forma circular, textura afelpada, borde erodado, plano, velocidad de crecimiento moderada (35mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidióforos cortos mayormente simples, conidia oscura, una célula globosa situada en una vesícula hialina al final del conidióforo.</p>	
<p><i>Epicoccum</i> M18 (2)</p> <p>Anverso rojo, reverso rojo oscuro. Forma irregular, borde filamentosos, elevado, velocidad de crecimiento lenta (18mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, esporodoquio oscuro, con forma de cojín de tamaño variable, conidióforos compactos o ausentes, oscuros, conidia oscura y globosa.</p>	

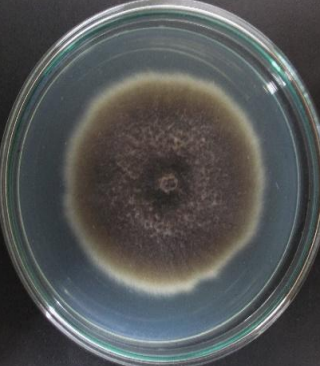




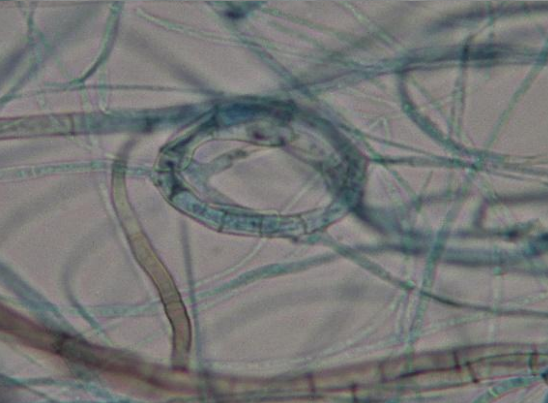
PARAMO DE MORASURCO, MUESTREO 6 ECTORIZÓSFERA

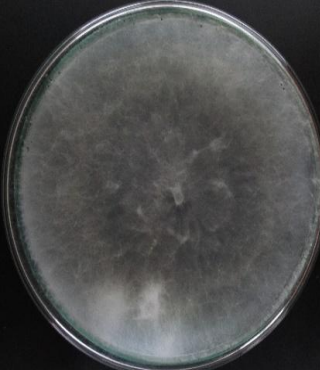
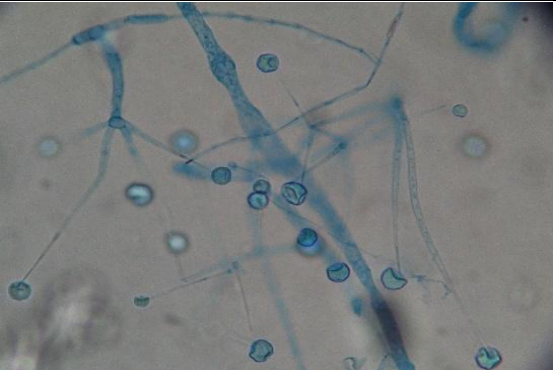
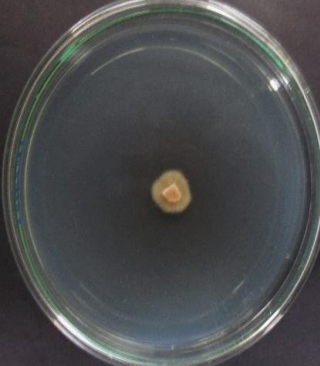
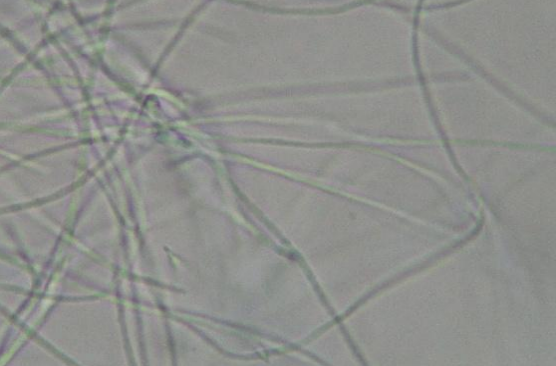

MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
<i>Oomycete M1</i> (1)	Anverso blanco, crema, forma circular, afelpada, erodado, velocidad de crecimiento (18mm).		Micelio hialino y cenocítico. Ausencia de estructuras reproductivas.	
<i>Penicillium M2</i> (4)	Anverso verde con borde blanco, reverso amarillo. Forma irregular, textura polvorosa, borde ondulado, velocidad de crecimiento (22mm).		Micelio hialino, septado, conidióforos se elevan sobre el micelio, más o menos ramificados cerca al ápice, penicilados terminan el fiálides, conidia hialina o globosa, en cadenas basipetalas secas.	

<p><i>Rhizopus</i> M3 (1)</p>	<p>Anverso blanco con puntos negros, reverso blanco. Forma irregular, textura afelpada, borde erodado, elevado, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples, globulares y oscuros, soportados por una gran columela, presencia de rizoides.</p>	
<p><i>Mucor</i> M4 (3)</p>	<p>Anverso y reverso blancos, forma irregular, textura algodonosa-cerosa, borde erodado, elevación umbonada, velocidad de crecimiento rápida (50mm).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base</p>	

MORFOTIPO	D. MACROSCÓPICA	FOTO	D. MICROSCÓPICA	FOTO
<i>Cladosporium</i> M3 (2)	Anverso blanco, reverso crema. Forma irregular, textura afelpada cerosa, borde ondulado-erodado, elevado, velocidad de crecimiento lenta (29mm).		Conidióforos altos, oscuros y elevados, conidias blastosporas, de tamaño variable, ovoides a cilíndricas, algunas con forma de limón, usualmente simple o en cadenas ramificadas.	
<i>Gliocladium</i> M4 (2)	Anverso y reverso blanco, forma irregular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (17mm).		Conidióforos hialinos, la parte superior posee ramas peniciliadas, formando un “cepillo” compacto como <i>Penicillium</i> , color hialino o brillante, 1 célula, producida sucesiva y apicalmente y colectada en gotas mucilaginosas	

<p><i>Oomycete M5</i> (8)</p>	<p>Anverso y reverso blanco. Forma irregular, textura afelpada, borde ondulado, plano, velocidad de crecimiento rápida (50mm).</p>		<p>Micelio hialino y cenocítico. Ausencia de estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Mucor M6</i> (4)</p>	<p>Anverso y reverso blanco. Forma irregular, textura cerosa-afelpada, borde rizado-ondulado, plano, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base</p>	
<p><i>Torula M8</i> (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco, forma irregular, textura afelpada, borde entero, elevado, velocidad de crecimiento lenta (28, 13 mm).</p>		<p>Micelio hialino, septado, conidioforo corto o ausente, ramificaciones enteras desarrolladas en una cadena simple o ramificada, erecta de conidias globosas y oscuras</p>	

<p><i>Dematiaceae</i> M9 (9)</p>	<p>Anverso y reverso con centro negro y borde blanco, forma circular, textura afelpada-cerosa, borde erodado, plano, velocidad de crecimiento lenta (25mm).</p>		<p>Micelio septado de coloración oscura. Ausencia de estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Aureobasidium</i> M10 (2)</p>	<p>Anverso y reverso marrón. Forma irregular, afelpada, erodado, velocidad de crecimiento lenta (2mm).</p>		<p>Micelio hialino cuando joven y oscuro con la edad, abundante conidia lateral, subhialina a oscura, una célula ovoide</p>	
<p><i>Helicosporium</i> M11 (2)</p>	<p>Anverso y reverso blanco. Forma irregular, textura afelpada, borde filamentoso, plano, velocidad de crecimiento moderada (48mm).</p>		<p>Micelio oscuro, septado, conidioforo erecto, simple o ramificado, conidia hialina o pigmentada, septada y enrollada.</p>	

<p><i>Mucor</i> M13 (5)</p>	<p>Anverso y reverso blanco. Forma irregular, textura afelpada-algodonosa, borde rizado-ondulado, elevación umbilicoide, velocidad de crecimiento rápida (toda la caja).</p>		<p>Micelio hialino, cenocítico, esporangios simples o ramificados, globulares y poseen una columela en la base</p>	
<p><i>Oomycete</i> M15 (9)</p>	<p>Anverso y reverso amarillo. Forma irregular, afelpada, erodado, velocidad de crecimiento lenta (4mm).</p>		<p>Micelio hialino cenocítico. Ausencia de estructuras reproductivas.</p>	
<p><i>Phialophora</i> M16 (1)</p>	<p>Anverso verde con blanco, reverso verde oscuro con amarillo, forma circular, textura afelpada, borde erodado, elevación convexa, velocidad de crecimiento moderada (33mm).</p>		<p>Conidióforos cortos o ausentes, simple o ramificado, reducido a fiálides hialinas u oscuras, conidia subhialina a oscura, globosa a ovoide, extruida desde la fiálide en cabezas húmedas</p>	