

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**IDENTIFICACIÓN AEROMICOLÓGICA DE LAS ÁREAS CIRCUNDANTES AL
RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA**

T E S I S

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por el Bachiller:

LEONARDO CHILÓN AYAY

Asesores:

Ing. M. Sc. MANUEL ROBERTO, RONCAL RABANAL

Dr. MANUEL SALOMÓN, RONCAL ORDOÑEZ

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: Leonardo Chilón Ayay.
DNI: 47127009.
Escuela Profesional/Unidad UNC: Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
2. Asesor: Ing. M. Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal y Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez.
Facultad/Unidad UNC: Facultad de Ciencias Agrarias.
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación: "Identificación aeromicológica de las áreas circundantes al Relleno Sanitario de la ciudad de Cajamarca".
6. Fecha de evaluación: 24/07/2023
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 7%.
9. Código Documento: D172350478.
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 15/05/2024

Firma y/o Sello



Ing. M. Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal
DNI: 26717244

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los quince días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 413-2023-FCA-UNC, de fecha 04 de setiembre del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "IDENTIFICACIÓN AEROMICOLÓGICA DE LAS ÁREAS CIRCUNDANTES AL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA", realizada por el Bachiller LEONARDO CHILÓN AYAY para optar el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

A las quince horas y doce minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

A las dieciséis horas y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

M. Cs. Jolin Víctor López Orbegoso
PRESIDENTE

Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro
SECRETARIO

Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori
VOGAL

Ing. M. Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal
ASESOR

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la salud y por ser parte de mis logros realizados.

A mis padres María C., Ayay de la Cruz y Sabino, Chilón Ayay, que Dios los tienen en su gloria, que sin ellos sin ayuda y fortaleza no hubiera logrado nada, siempre los tendré en mi corazón.

Y a toda mi familia por su amor, su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por el apoyo y la fortaleza para continuar con este proyecto.

A mi asesor Ph.D. Manuel R., Roncal Rabanal por darme la iniciativa, el ánimo de empezar y guiarme en este proyecto de investigación.

Al Dr. Manuel S., Roncal Ordoñez por su buena acogida y su apoyo desinteresado y el arduo trabajo en el laboratorio de Fitopatología.

A Jhonatan J., Bada Cuenca, Jackelin, Salazar Rojas y Makelvin D., Jara Sangay por el apoyo desinteresado en los monitoreos realizados.

A Mirian G., Soto Quispe por el apoyo incondicional para terminar este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas	4
2.2.1. Relleno sanitario	4
2.2.2. Contaminación en el relleno sanitario.....	5
2.2.3. Tipos de Rellenos Sanitarios.....	5
2.2.4. Atmósfera.....	6
2.2.5. Aeromicrología.....	6
2.2.6. Formas de transmisión de los hongos	14

2.2.7.	Hongos en el medio ambiente.....	15
2.2.8.	Riqueza de especies	15
2.2.9.	Frecuencia de especies	15
CAPÍTULO III.....		16
MATERIALES Y MÉTODOS.....		16
3.1.	Ubicación	16
3.2.	Materiales.....	16
3.2.1.	Materiales de campo	16
3.2.2.	Materiales de laboratorio	16
3.3.	Metodología	16
3.3.1.	Ubicación y descripción de los puntos de monitoreo	16
3.3.2.	Preparación de medios de cultivo	22
3.3.3.	Exposición e incubación de las placas Petri	23
3.3.4.	Taxonomía para la identificación de hongos	23
3.3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	24
CAPÍTULO IV.....		25
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		25
4.1.	Descripción morfológica de los géneros fúngicos encontrados	25
4.1.1.	Morfología del aislamiento 1: <i>Alternaria</i>	25
4.1.2.	Morfología del aislamiento 2: <i>Aspergillus</i>	27

4.1.3.	Morfología del aislamiento 3: <i>Botryotrichum</i>	30
4.1.4.	Morfología del aislamiento 4: <i>Botrytis</i>	31
4.1.5.	Morfología del aislamiento 5: <i>Cephalosporium</i>	32
4.1.6.	Morfología del aislamiento 6: <i>Cercospora</i>	33
4.1.7.	Morfología del aislamiento 7: <i>Cladosporium</i>	34
4.1.8.	Morfología del aislamiento 8: <i>Curvularia</i>	35
4.1.9.	Morfología del aislamiento 9: <i>Dictyoarthrinium</i>	36
4.1.10.	Morfología del aislamiento 10: <i>Doratomyces</i>	37
4.1.11.	Morfología del aislamiento 11: <i>Drechslera</i>	38
4.1.12.	Morfología del aislamiento 12: <i>Epicoccum</i>	39
4.1.13.	Morfología del aislamiento 13: <i>Fumago</i>	40
4.1.14.	Morfología del aislamiento 14: <i>Fusarium</i>	41
4.1.15.	Morfología del aislamiento 15: <i>Gliocladium</i>	43
4.1.16.	Morfología del aislamiento 16 <i>Memnoniella</i>	44
4.1.17.	Morfología del aislamiento 17: <i>Monilia</i>	45
4.1.18.	Morfología del aislamiento 18: <i>Nigrospora</i>	46
4.1.19.	Morfología del aislamiento 19: <i>Penicillium</i>	47
4.1.20.	Morfología del aislamiento 20: <i>Periconiella</i>	48
4.1.21.	Morfología del aislamiento 21: <i>Phaeoscopulariopsis</i>	49
4.1.22.	Morfología del aislamiento 22: <i>Pithomyces</i>	50

4.1.23.	Morfología del aislamiento 23: <i>Stachybotrys</i>	51
4.1.24.	Morfología del aislamiento 24: <i>Stachylidium</i>	52
4.1.25.	Morfología del aislamiento 25: <i>Stemphylium</i>	53
4.1.26.	Morfología del aislamiento 26: <i>Torula</i>	54
4.1.27.	Morfología del aislamiento 27: <i>Trichocladium</i>	55
4.1.28.	Morfología del aislamiento 28: <i>Trichoderma</i>	56
4.1.29.	Morfología del aislamiento 29: <i>Trichothecium</i>	57
4.1.30.	Morfología del aislamiento 30: <i>Ulocladium</i>	58
4.1.31.	Morfología del aislamiento 31: <i>Verticillium</i>	59
4.1.32.	Morfología del aislamiento 32: <i>Gloeosporium</i>	60
4.1.33.	Morfología del aislamiento 33: <i>Macrophoma</i>	61
4.1.34.	Morfología del aislamiento 34: <i>Phoma</i>	62
4.1.35.	Morfología del aislamiento 35: <i>Mucor</i>	63
4.1.36.	Morfología del aislamiento 36: <i>Rhizopus</i>	65
4.1.37.	Morfología del aislamiento 37: <i>Sclerotinia</i>	66
4.1.38.	Morfología del aislamiento 38: <i>Chaetomium</i>	67
4.1.39.	Morfología del aislamiento 39: <i>Leptosphaerulina</i>	68
4.1.40.	Morfología del aislamiento 40: <i>Melanospora</i>	69
4.1.41.	Morfología del aislamiento 41: <i>Sordaria</i>	70
4.1.42.	Morfología del aislamiento 42: <i>Levadura</i>	71

4.2. Clasificación taxonómica de microorganismo aeormicológicos.....	72
4.3. Análisis estadístico.....	73
4.3.1. Riqueza de los microorganismos fúngicos	76
4.3.2. Frecuencia de los microorganismos fúngicos	80
CAPÍTULO V.....	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1. Conclusiones	84
5.2. Recomendaciones.....	85
CAPÍTULO VI.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
CAPÍTULO VII	103
ANEXOS	103
ANEXO 1. Claves taxonómicas de microorganismos aeromicológicos frecuentes en el Relleno Sanitario de la ciudad de Cajamarca.	104
ANEXO 2. Permiso emitido por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos – PTRS.	111
ANEXO 3. Panel fotográfico de los monitoreos realizados en el PTRS y las muestras observadas en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca.	112
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Rosa de vientos.....	17
Figura 2 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del relleno sanitario.....	21
Figura 3 <i>Alternaria</i> sp.....	26
Figura 4 <i>Aspergillus</i> sp.....	28
Figura 5 <i>Botryotrichum</i> sp.....	30
Figura 6 <i>Botrytis</i> sp.....	31
Figura 7 <i>Cephalosporium</i> sp.....	32
Figura 8 <i>Cercospora</i> sp.....	33
Figura 9 <i>Cladosporium</i> sp.....	34
Figura 10 <i>Curvularia</i> sp.....	35
Figura 11 <i>Dictyoarthrinium</i> sp.....	36
Figura 12 <i>Doratomyces</i> sp.....	37
Figura 13 <i>Drechslera</i> sp.....	38
Figura 14 <i>Epicoccum</i> sp.....	39
Figura 15 <i>Fumago</i> sp.....	40
Figura 16 <i>Fusarium</i> sp.....	42
Figura 17 <i>Gliocladium</i> sp.....	43
Figura 18 <i>Memnoniella</i> sp.....	44
Figura 19 <i>Monilia</i> sp.....	45
Figura 20 <i>Nigrospora</i> sp.....	46
Figura 21 <i>Penicillium</i> sp.....	47
Figura 22 <i>Periconiella</i> sp.....	48

Figura 23 <i>Phaeoscopulariopsis</i> sp.	49
Figura 24 <i>Pithomyces</i> sp.	50
Figura 25 <i>Stachybotrys</i> sp.	51
Figura 26 <i>Stachylidium</i> sp.	52
Figura 27 <i>Stemphylium</i> sp.	53
Figura 28 <i>Torula</i> sp.	54
Figura 29 <i>Trichocladium</i> sp.	55
Figura 30 <i>Trichoderma</i> sp.	56
Figura 31 <i>Trichothecium</i> sp.	57
Figura 32 <i>Ulocladium</i> sp.	58
Figura 33 <i>Verticillium</i> sp.	59
Figura 34 <i>Gloeosporium</i> sp.	60
Figura 35 <i>Macrophoma</i> sp.	61
Figura 36 <i>Phoma</i> sp.	62
Figura 37 <i>Mucor</i> sp.	64
Figura 38 <i>Rhizopus</i> sp.	65
Figura 39 <i>Sclerotinia</i> sp.	66
Figura 40 <i>Chaetomium</i> sp.	67
Figura 41 <i>Leptosphaerulina</i> sp.	68
Figura 42 <i>Melanospora</i> sp.	69
Figura 43 <i>Sordaria</i> sp.	70
Figura 44 <i>Levadura</i>	71
Figura 45 Mapa de calor de riqueza de especies de los 5 monitoreos - PTRS	77

Figura 46 Histograma de riqueza de los 5 monitoreos en la planta de tratamiento de residuos sólidos - Cajamarca	78
Figura 47 Histograma de frecuencia de especies de los 5 monitoreos en la planta de tratamiento de residuos sólidos - Cajamarca	81
Figura 48 Acondicionamiento y muestreos aeromicológicos	112
Figura 49 Procedimientos realizados en el laboratorio.....	113
Figura 50 Observación de muestras recolectadas en el microscopio.....	114
Figura 51 Apoyo en elaboración de muestreo en campo	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de los puntos de monitoreo.....	19
Tabla 2. Clasificación taxonómica de microorganismos aeromicológicos.....	72
Tabla 3 Presencia de microorganismos aeromicológicos durante la evaluación - PTRS	74

RESUMEN

Los sistemas de disposición final de residuos sólidos están asociados a las emisiones de microorganismos biológicos; estas representan riesgo potencial para la salud de los trabajadores; por tal motivo, se realizó la presente investigación por carencia de estudios realizados en este campo de la aeromicrobiología. El estudio se desarrolló en las áreas internas y externas del Relleno Sanitario de Cajamarca y el cultivo biológico en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca, para lo cual se utilizó el método de sedimentación pasiva en placa con el medio de sustrato Agar Papa Dextrosa. El medio de cultivo en placa se expuso en el área de estudio durante 30 minutos al aire libre y posteriormente se trasladó al laboratorio para ser incubado a temperatura ambiente de 22 °C; este procedimiento se dio en 5 monitoreos, lográndose identificar 52 microorganismos aeromicrobiológicos, los de mayor frecuencia fueron: *Cladosporium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp., *Penicillium digitatum*, *Phoma glomerata*, *Nigrospora* sp., y *Drechslera* sp.; la concentración alta de riqueza de especies estuvo en el patio de descarga de residuos sólidos y en las pozas de lixiviados. Finalmente, se identificaron 18 microorganismos alergénicos para las personas, los cuales son: *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Botrytis* sp., *Cephalosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Chaetomium* sp., *Drechslera* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Scopulariopsis* sp., *Rhizopus* sp., *Stachybotrys* sp., *Stemphylium* sp., *Trichoderma* sp y *Ulocladium* sp.

Palabras clave: Relleno sanitario, residuos sólidos, aeromicrobiológicos, hongos, esporas

ABSTRACT

The final disposal systems of solid waste are associated with the emissions of biological microorganisms; these represent a potential risk to the health of workers; For this reason, the present investigation was carried out due to the lack of studies carried out in this field of aeromycology. The study was carried out in the internal and external areas of the Cajamarca Sanitary Landfill and the biological cultivation in the Phytopathology laboratory of the National University of Cajamarca, for which the method of passive sedimentation in plates with the substrate medium Potato Agar was used. Dextrose. The plate culture medium was exposed in the study area for 30 minutes in the open air and later transferred to the laboratory to be incubated at room temperature of 22 °C; this procedure was given in 5 monitoring sessions, managing to identify 52 aeromycological microorganisms, the most frequent were: *Cladosporium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp., *Penicillium digitatum*, *Phoma glomerata*, *Nigrospora* sp., and *Drechslera* sp.; the high concentration of species richness was in the discharge yard of solid waste and leachate pools. Finally, 18 allergenic microorganisms are identified for people, which are: *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Botrytis* sp., *Cephalosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Chaetomium* sp., *Drechslera* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Scopulariopsis* sp., *Rhizopus* sp., *Stachybotrys* sp., *Stemphylium* sp., *Trichoderma* sp., and *Ulocladium* sp.

Keywords: Landfill, solid waste, aeromycological, fungi, spores.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos municipales a nivel mundial se considera una fuente principal en la contaminación de aire, suelo y agua y es preocupante debido al acelerado crecimiento de las zonas urbanas (Rodríguez et al., 2006).

En la atmósfera se puede encontrar variedad de agentes microscópicos como hongos, bacterias y virus que fácilmente son transportadas a través del viento, siendo algunos causantes de enfermedades en personas, animales y plantas. Los principales generadores aeromicológicos son: las plantas de tratamiento de residuos orgánicos, compostaje o disposición en rellenos sanitarios, mercados y entre otros. Estos microorganismos que son transportados por el aire tienen una gran importancia biológica y económica. Asimismo, la cantidad de enfermedades de plantas y también en seres humanos son causadas en su mayoría por hongos y en algunos casos por virus y bacterias (Vélez y Camargo, 2009).

Aira et al. (2005) afirma que la amplia variedad de microorganismos biológicos presentes en la atmósfera son esporas de hongos, con hasta cientos de miles de muestras recolectadas en el aire, y su tamaño microscópico pueden causar problemas de alergia respiratoria.

El en relleno sanitario de Cajamarca, la presencia de estos inóculos fúngicos puede ser inducida por factores topográficos, condiciones del clima y el crecimiento demográfico en la ciudad. Estos residuos son recolectados de diversos distritos de la región de Cajamarca como: Distrito de Jesús, Llacanora, Baños del Inca, Namora y Cajamarca.

Debido a la falta de estudios aeromicológicos, se realizó el presente trabajo de investigación, teniendo como objetivo general: Identificar los microorganismos aeromicológicos

de las áreas circundantes al Relleno Sanitario de la ciudad de Cajamarca, y cuáles de ellos constituyen un riesgo para la salud de las personas, según la revisión bibliográfica.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Flores et al. (2007), en el estudio de identificación de hongos se determinaron 25 especies fúngicas, destacando *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus* sp. y *Penicilium* sp., además menciona que existen riesgos para la salud de quienes laboran cerca de la zona de descarga de residuos sólidos y lugares próximos a él; estudio realizado en el Municipio de Aguas Calientes, México.

Rodríguez et al. (2006), realizaron estudios en el área de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de la ciudad de Mérida, México, con el objetivo de cuantificar y determinar la dispersión de partículas aerotransportables; para ello, se seleccionó veinte puntos de muestreo y fueron utilizados los medios de cultivo Agar Nutritivo y Agar Papa Dextrosa que fueron utilizados para la cuantificación de aerotransportables totales y hongos; como resultado logró determinar que, en el área de compostaje se encontró la cuantificación más alta para bioaerosoles y hongos y en el área de disposición final se encontró el promedio más alto de esporas fúngicas durante el muestreo.

Vélez y Camargo (2009), estudios realizados en relleno sanitario Palangana, Santa Marta, Colombia, observó que la máxima concentración reportada fue de orden 3000 UFC/m³; y se identificaron 19 géneros, predominando *Aspergillus* (45%), *Penicillium* (23%) y *Geotrichum* (18%); además de ellos se reportaron altas concentraciones de hongos que son perjudiciales a la salud.

Gonzalo et al. (1996), en su investigación realizada en la ciudad de Bajadoz, España, observaron 27 tipos de esporas fúngicas, la mayoría de ellos son conidios y clamidosporas de hongos ascomicetos (*Puccinia* sp., *Tilletia* sp y *Ustilago*). Los géneros con mayor frecuencia

fueron *Cladosporium* (entre el 60 y 70 % de las esporas observadas), seguido de *Ustilago*, *Alternaria* y *Dreschlera*.

Castro (2009), realizó la investigación en el relleno sanitario Portillo Grande en Lima, Perú, identificó esporas de hongos en 13 sitios de muestreo, de los cuales en las zonas aledañas reportó menor concentración con valor de 820,00 UFC/m², en la celda de disposición final y patio de descarga reportó mayor densidad con valor de 2216,17 UFC/m², en el ambiente administrativo y el taller de maestranza la densidad promedio fue de 450,00 UFC/m² y 983,00 UFC/ m² respectivamente. Finalmente identificaron 19 géneros fúngicos y uno de clase zygomycetes, nueve géneros presentan riesgos para la salud destacando *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Nigrospora*, *Alternaria*, *Mucor*, *Curvularia*, *Rhizopus*, y *Stemphylium*.

Medina (2016), realizó la investigación en el relleno sanitario de la ciudad de Celendín, con el objetivo de identificar que microorganismos aeromicológicos se encuentran en el área de estudio; la metodología utilizada para este estudio fue la sedimentación pasiva en placa con medios de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud (SDA) y Papa Dextrosa Agar (PDA); como resultado identificó 15 microorganismos aerofúngicos y un género desconocido.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Relleno sanitario

Son instalaciones que implican métodos técnicos de ingeniería para la disposición final y tratamiento especial de residuos sólidos, los cuales pasan por un proceso desde el tratamiento y compactación hasta el recubrimiento final (Saldivar, et al., 2011).

Noguera y Olivero (2010), también describe como un método para la disposición de basura en el suelo sin generar molestias o riesgos para la salud y seguridad pública. Mediante

este procedimiento se emplean principios de ingeniería para confinar la basura reduciendo su tamaño al mínimo y cubrir capa de tierra al final de cada jornada (Meléndez, 2004).

2.2.2. Contaminación en el relleno sanitario

Los sitios de disposición final son un elemento clave de la gestión sostenible de los residuos generados en las ciudades (Bernache, 2006). La extracción y transformación de los recursos naturales están vinculados en la contaminación ambiental en el Perú, así como en otros países del mundo; además existen otros factores antropogénicos como: el comercio, la industria, actividades agrícolas, tráfico vehicular y residuos sólidos (Castro, 2009).

Beffa et al. (1998) describe tres fuentes de contaminación microbiana en los residuos sólidos municipales; siendo esto los siguientes:

1. Patógenos primarios de origen intestinal (bacterias, virus, huevos y quistes de parásitos).
2. Formas patogénicas y alergénicas secundarias y oportunistas, principalmente hongos generados del almacenamiento
3. Bacterias y hongos alérgenos y toxinas.

Mahdy y Elsehrawi (1997), argumenta que se ha dado cierta atención al muestreo y evaluación de los microorganismos en el ambiente; y la mayoría de estos estudios han sido en hongos.

2.2.3. Tipos de Rellenos Sanitarios

Jaramillo (2002), describe que existen 3 tipos de relleno sanitario que a continuación se los detalla:

2.2.4.1. Mecanizado

Es un diseño realizado para las grandes ciudades o poblaciones que generan superior a 40 toneladas diarias; por lo tanto, es un proyecto de ingeniería complejo, que va más allá de operar con equipo pesado (Jaramillo, 2002). Para la ejecución de ésta se requiere equipos mecánicos como: cargador frontal y tractor de oruga (Ricaldi et al., 2021).

2.2.4.2. Semimecanizado

Para este diseño la generación de residuos debería estar entre las 16 y 40 toneladas de residuos, y los trabajos de esparcimiento, compactación y cobertura se ejecutan con la ayuda de equipos mecánicos y herramientas manuales para el confinamiento de los residuos (Ricaldi et al., 2021).

2.2.4.3. Manual

Está referido a que el confinamiento y compactación de residuos sólidos se realiza o ejecuta con el apoyo de una cuadrilla del personal de trabajo y el empleo de algunas herramientas; este diseño está ejecutada para una cantidad menos de 15 toneladas por día (Jaramillo, 2002).

2.2.4. Atmósfera

Margalef (2005), define como un manto gaseoso que envuelve a la tierra y esta a su vez está habitada solamente en las capas cercanas al material sólido, esto por seres que se mueven a través de ella.

2.2.5. Aeromicología

Denominado micología ambiental es la ciencia que estudia el surgimiento de esporas y otros elementos fúngicos en el aire interior y exterior del ambiente. Los hongos en el aire

están relacionados con enfermedades alérgicas, infecciosas y micotoxicosis. Estas infecciones están relacionadas a altas tasas de mortalidad y son más comunes en pacientes inmunocomprometidos (Ríos, 2011).

Generalmente los hongos son eucariotas, dispone de una pared celular y varios de sus elementos presentes pueden ser alergénicos, otros son heterótrofos y mucho de ellos son saprófitos o parásitos de plantas y de animales; su reproducción se da mediante fragmentación de hifas o también los realizan por medio esporas (Sánchez y Almaguer, 2014).

2.2.5.1. Distribución geográfica

Los hongos según su distribución habitan en los climas variados de la tierra siempre que se disponga de una suficiente humedad, temperatura y sustrato orgánico; mayoría de estos microorganismos se adaptan vivir en los ambientes del suelo como: vegetales vivos o en descomposición y en aguas saladas o dulces; estas esporas suspendidas permanecen en el aire interior o exterior según la temporada del año y los factores del clima (Albornoz, 2014)

2.2.5.2. Composición de los hongos

Están constituidas por filamentos microscópicos que se ramifican en varios sentidos, trasladándose sobre o dentro del sustrato que le sirve de alimento, a cada uno de estos filamentos se lo llama hifa. Generalmente, el diámetro de la hifa es de 3 y 12 μ , el largo es variable y pueden llegar a medir varios centímetros o metros (Albornoz 2014).

2.2.5.3. Clasificación

Rocabado (2011), menciona que esta clasificación está basada en métodos de reproducción, ya sea por intercambio genético o no, principalmente se basan en las características estructurales, el tipo de esporulación por la no realización de intercambio genético y la estructura y su formación de los cuerpos fructíferos sexuales durante su ciclo biológico (Albornoz, 2014). Se clasifican de la siguiente manera:

a. División Amastigomycota

Son organismos que actualmente pertenecen al reino Fungi, todos ellos presentan nutrición por absorción (Aira et al., 2005).

Roncal (2004) menciona que esta división también es llamada Anamorfos y no presenta intercambio genético. En ciertas condiciones ambientales, algunas especies se reproducen por intercambio genético elaborando estructuras llamadas ascos y otros basidios.

a.1. Clase Hyphomycetes

En esta clase están los Deuteromycetes que forman micelios y carecen de esporangios. A estos hongos se les conoce como “moho” o “mildeo”. Son fácilmente reconocibles por su aspecto polvoriento o esponjosos. Las colonias pueden tener una coloración uniforme debido al grupo de conidios coloreados que cubren al micelio (Garcés de Granada et al., 2003). Hongos que presentan micelios septados en cuyas hifas producen esporas o conidios (Arenas, 2015).

a.2. Clase Coelomycetes

Prosperan en las regiones templadas y tropicales, produciendo picnidios de hasta 250 μm de ancho que contiene numerosos conidios lisos aseptados (Taylor y Taylor, 2015).

Garcés de Granada et al. (2003), menciona que en esta clase los conidióforos están sostenidos por un cuerpo fructífero pluricelular y un conidioma; estos dos tipos son los llamados picnidios y acérvulos.

b. División Zygomycota

Las características morfológicas que resaltan en las especies son la zigóspora, que se desarrolla dentro de un Zigosporangio. Además, destaca la columela que se forman en el ápice del esporangióforo (Sandra et al., 2013).

Las hifas son ramificadas sin presencia de tabiques con reproducción por medio de esporas que son dispersadas por el aire; estos hongos habitan sobre variedades de sustratos y se encuentran con frecuencia en restos vegetales; son parásitos de humanos, animales y vegetales (Aira et al., 2005).

b.1. Clase Zygomycetes

Roncal (2004), describe que esta clase de hongos se caracteriza por tener micelio desarrollado con hifas cenocíticas y se propagan a través de esporas; algunas de las especies en la base de los esporangióforos presentan rizoides.

Existen especies saprófitas, parásitos vegetales facultativos o débiles de plantas a parásitos de animales (Alexopoulos y Mims, 1979).

c. División Ascomycota

Stchigel (2000) menciona que esta división está constituida por más de 30.000 géneros y 250 familias en 50 órdenes, que representan un aproximado de 75% de todos los hongos descritos hasta el año 2000. Estos especímenes son conocidos como hongos de saco, la mayoría de ellos causan el deterioro de los alimentos, como también son patógenos de plantas superiores (Albornoz, 2014).

La característica principal es la presencia de ascocarpos que contienen ascas dentro de este (Roncal, 2004); forman un micelio dicariótico; la reproducción se realiza por gemación, fragmentación y desarrollo de conidios (Valderrey, 2010).

c.1. Clase Ascomycetes

En esta clase, la mayoría de especies desarrollan cuerpos fructíferos denominados ascocarpos, constituidos por falsos tejidos o llamados tejido plectenquimático. Las hifas o filamentos de estos hongos son septados; destacando los cleistotecios, peritecios, apotecios y hesterotecios (Roncal, 2004).

Alexopoulos y Mims (1979) sostienen que en esta categoría se encuentran las levaduras y mohos, que suelen ser de color negro o verde y tienen la capacidad de descomponer los tejidos de la celulosa, responsable de la destrucción de cultivos y vegetales, incluidos árboles y plantas ornamentales. Algunos Ascomycetes no tienen micelios como algunas levaduras unicelulares y otros producen cadenas formando pseudomicelios; esta clase causa enfermedades en humanos y animales.

d. División Mastigomycota

Son hongos que poseen centriolos e intervienen en la división nuclear y es característico que produzcan células flageladas durante su ciclo de vida, su nutrición las realice por absorción y su reproducción es asexual mediante zoosporas y reproducción sexual de varios tipos (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007).

Son también conocidos como anamorfos de Acomycota y Basidiomycota, antes conocidos como hongos imperfectos, ya que en su reproducción no existe intercambio genético (Aira et al., 2005).

d.1. Clase Plasmodiophoromycetes

Son organismos unicelulares con estructura denominada zoosporas, que tienen dos flagelos desiguales de tipo látigo; destacan *Spongospora subterranea* (Roncal, 2004).

“Son endoparásitos de plantas vasculares que presentan células tróficas ameboides o plasmodiales, pueden producir células biflageladas o tetraflageladas. Esta clase comprende solo el orden Plasmodiophorales” (Cepero de García et al., 2015).

d.2. Clase Chytridiomycetes

Son acuáticos y algunos de ellos viven en suelos húmedos o también parasitan plantas y se caracterizan por presentar pared celular, no poseen micelios (Rivera, 1991); producen zoosporas con un solo flagelo y realizan intercambio genético por unión de dos zoosporas; en condiciones adversas de alimento forman

estructuras de descanso llamadas *soros*, estos son conformados por esporangios que contienen zoosporas uniflagelados (Roncal, 1994).

d.3. Clase Oomycetes

Son hongos que habitan en el agua y el suelo, se caracterizan por tener micelios bien desarrollados, su reproducción es por intercambio genético mediante la formación de esporangios, se reproducen formando gametangios bien diferenciados que son anteridios y oogonidios y como resultado de la unión de gametos se forman la oospora (Rivera, 1991); conocidos como estructuras de conservación (Roncal, 2004).

e. División Deuteromycota

Posee micelio parecido al de los Ascomycetos, formados por poros simples en los septos de las hifas; la reproducción se da por división celular o por germinación de fragmentos de micelio (Garcés de Granada et al., 2003). La mayoría de estos hongos son imperfectos y terrestres, y pocos son los que se desarrollan en los hábitats de aguas dulces y marinos (Albornoz, 2014).

e.1. Clase Deuteromycetes

También denominados imperfectos anamorfos no hacen intercambio genético, se reproducen únicamente produciendo esporas a través de la mitosis, son septados y además de micelios y levaduras estériles producen conidios sobre los diferentes tipos de conidióforos (Garcés de Granada et al., 2003).

Algunas especies en determinadas condiciones ambientales llegan a realizar intercambio genético elaborando estructuras denominadas ascosporas y otros basidios. “El micelio de este grupo está conformado por hifas no cenocíticas o también llamados septados, y sus filamentos a una edad determinada dan origen a conidióforos simples o ramificados, los conidios son de diferentes tamaños y formas; colores que van desde hialinos, coloreados y oscuros” (Roncal, 1993, p. 103).

2.2.5.4. Humedad

Para el crecimiento fúngico se necesita al menos el 70% de humedad en el ambiente. Sin embargo, algunos hongos pueden desarrollarse a potenciales hídricos muy bajos (Cepero de García et al., 2012).

Los hongos crecen en los lugares que presentan humedad, como en los alrededores de las filtraciones de los techos, en las ventanas o tuberías o donde hubo inundaciones; también pueden crecer en el polvo, alfombras, pinturas y telas (National Center for Environmental Health, 2020).

2.2.5.5. Temperatura

Los hongos se desarrollan en diferentes temperaturas que se dividen en tres grupos que son: psicrófilos, temperatura de 0 a 17 °C algunos pueden crecer a temperaturas inferiores a 0 °C, y su temperatura óptima es de 8 y 12 °C; el rango de temperatura para los hongos mesófilos es de 10 y 35 °C y su temperatura óptima es de 20 y 30 °C; finalmente están las setas termófilas cuya temperatura es de 20 a 60 °C y la temperatura óptima es de 40 a 50 °C (Cepero de García et al., 2012).

2.2.5.6. Reproducción

Lura et al. (1997), argumenta que los hongos se reproducen a través de propágulos de dispersión. A partir de intercambio no genético pueden originarse distintos tamaños, formas y colores. Los hongos se reproducen de dos formas: por intercambio no genético, se da cuando el ambiente es rico en nutrientes y se puede dar por medio de cuatro mecanismos: Formación de esporas y conidios, gemación y fisión; y por intercambio genético, reproducción menos común en hongos, ocurren cuando el ambiente carece de nutrientes (Cepero de García et al., 2012).

2.2.5.7. Crecimiento

La mayoría de los hongos se desarrollan entre 0 y 36 °C, pero su temperatura óptima varía entre 20 y 30 °C. En el crecimiento de los hongos la luz no es indispensable, pero sí tienen una importante función en la dispersión de las esporas, ya que los órganos que contienen esporas de diversos hongos exhiben fototropismo positivo y liberan esporas hacia la luz (Castro, 2009).

2.2.6. Formas de transmisión de los hongos

Las esporas de los hongos siempre se encuentran en grandes cantidades en el aire, y su existencia, variedad y concentración está relacionada con la contaminación del ambiente externo; la diseminación de los contaminantes atmosféricos depende principalmente de los flujos horizontales y verticales (Sanfeliu, 2002).

Borrego et al. (2010), mencionan que estos microorganismos se diseminan a través de aire, suelo, agua, personas y animales. Estudios realizados en Cuba, los hongos tienen mayor propagación en el ambiente durante la temporada de invierno, que, a diferencia de otras

temporadas del año, y estos corresponden a los géneros de: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria* y *Curvularia*.

2.2.7. Hongos en el medio ambiente

Los hongos tienen una importante función en el ambiente, ya que son degradadores de la materia orgánica, y gracias a ellos los demás residuos se descomponen como: el estiércol, las hojarascas y se agregan nutrientes al suelo y proporcionan beneficios productivos. (CienciaPR, 2006). Estos hongos son eucariontes y saprótrofos, ya que se alimentan de materia orgánica como restos vegetales, animales y desechos que se propaguen en el medio ambiente (Steciow, 1988).

2.2.8. Riqueza de especies

“Es la manera más simple de medir la biodiversidad, en función al número de especies sin considerar su importancia. La manera correcta de medir el índice de riqueza es tener un inventario completo que nos permita determinar el número total de especies presentes en el estudio” (Moreno, 2001, p. 26).

2.2.9. Frecuencia de especies

“Es la cantidad de número de veces que se presenta una especie en una cantidad dada en parcelas o puntos de muestreo” (Soler et al., 2012, p. 27).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

Se desarrolló en el Relleno Sanitario de Cajamarca, en el sector Palturo, distrito de Jesús, provincia y departamento de Cajamarca, a una altura de 2816 m.s.n.m., ubicada en las siguientes coordenadas: latitud $7^{\circ}12'58.395''$ S y longitud $78^{\circ}23'21.838''$ W. A una distancia aproximada de 13.8 km de la ciudad Cajamarca – Namora, ver Figura 2.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

GPS Garmin GPSMAP 64s, repisas de madera, libreta de campo, lapicero, cinta masking, cámara fotográfica Canon EOS Rebel T6 y cooler.

3.2.2. Materiales de laboratorio

Medio de cultivo PDA, placas Petri, Matraces Erlenmeyer, láminas porta y cubreobjetos, microscopios, jeringas de 5 ml, estufa, cámara de flujo laminar, encendedor, mechero, alcohol, balanza, autoclave, asa bacteriológica, estereoscopio.

3.3. Metodología

3.3.1. Ubicación y descripción de los puntos de monitoreo

Para la ubicación y distribución de los puntos de muestreo se adaptó la metodología de la norma mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006 “Muestreo de suelos para la identificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra”, documento publicado por SEMARNAT, el cual recomienda la siguiente fórmula para determinar la cantidad de puntos de muestreo en el área de interés a ser evaluado.

$$Y = X^{0,3} x 11,73$$

Donde:

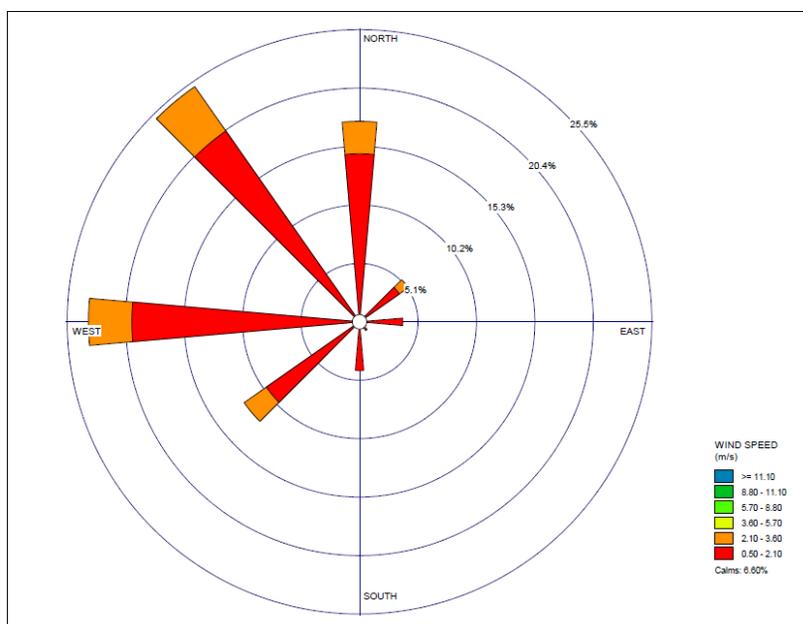
Y: número mínimo de puntos de muestreo

X: superficie del suelo de la zona de estudio expresada en hectáreas.

La ubicación de los puntos de monitoreo fue determinada según la dirección y velocidad del viento, para lo cual se elaboró una rosa de viento que nos sirvió de guía para la distribución de los puntos.

Figura 1

Rosa de vientos



Nota. La figura muestra la velocidad y dirección de viento. Tomado de SENAMHI, estación meteorológica Augusto Weberbauer – Cajamarca

Se realizó un mapa con el Software QGIS para la ubicación de cada punto de monitoreo, ver Figura 2. Algunos puntos fueron modificados por conveniencia y ubicados en

las áreas de interés y focos de contaminación, entre ellos: área disposición final, lixiviados, áreas administrativas, comedor, cantera, almacén de compost, camino de acceso al Relleno Sanitario y zonas aledañas. Adicionalmente, se eligió un punto control (Testigo) a una distancia considerable de las fuentes de contaminación; esto proporciona la línea base inicial correspondiente a la mejor calidad exterior (Hernández, 2001). Los puntos de muestreos ubicados fueron de acuerdo a los criterios de monitoreo para un Relleno Sanitario, en el cual se asocia a la protección de la salud del personal que labora dentro y la población que habita en los alrededores de esta. Generalmente, CEPIS et al. (2002, como se citó en Castro, 2009), recomienda que las áreas a ser monitoreadas deben ser: área de oficinas, taller mecánico, comedor si lo hubiera y camino de acceso al lugar de la instalación.

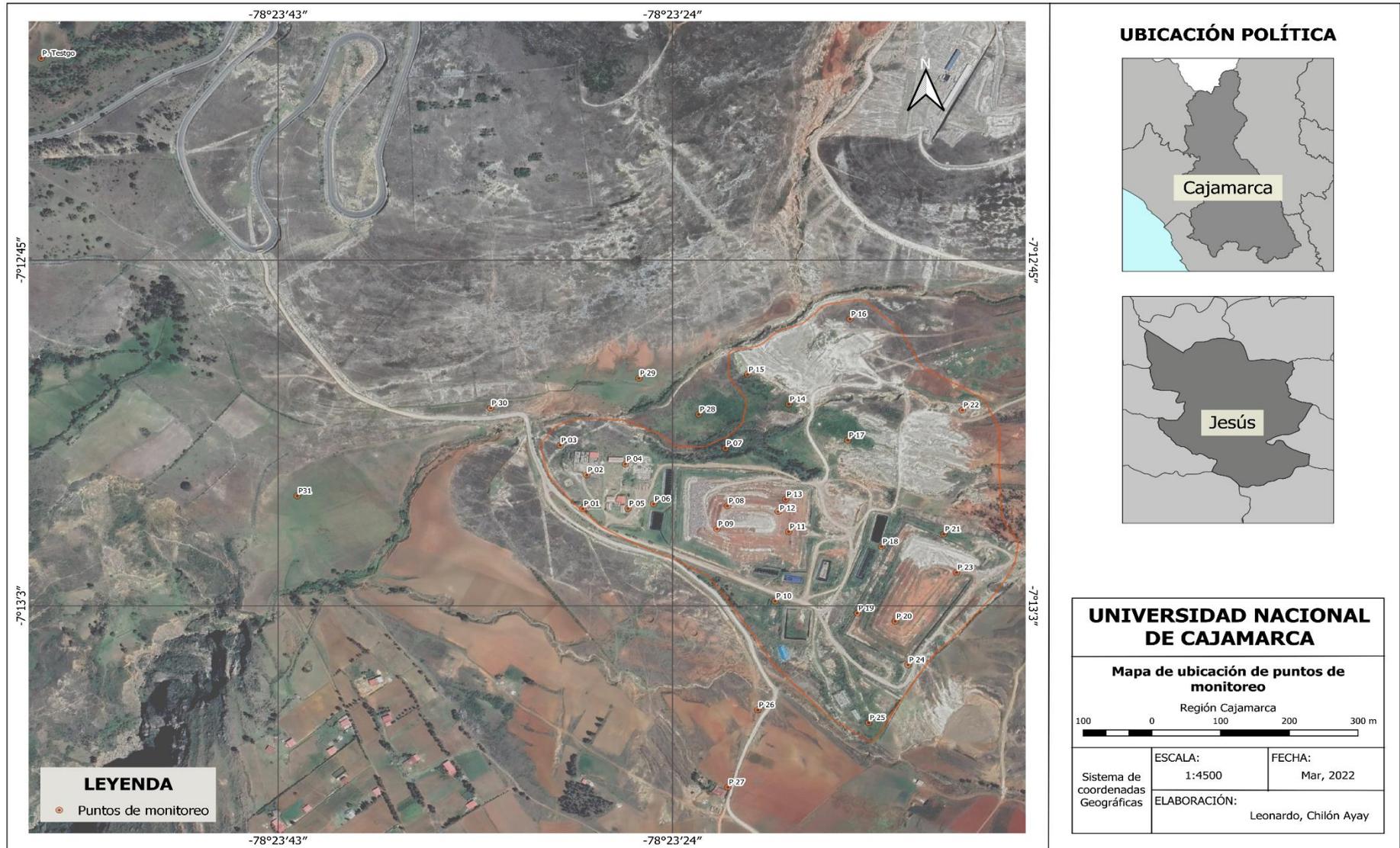
Tabla 1*Ubicación de los puntos de monitoreo*

Puntos de monitoreo	Dentro del relleno sanitario	Coordenadas UTM		
		Este	Norte	Altura m.s.n.m
P1	Zona de balanza electrónica.	788109	9201533	2809
P2	Zona de maestranza.	788115	9201589	2809
P3	Parte inferior de la zona de maestranza.	788077	9201639	2806
P4	Zona de almacén de compost.	788172	9201607	2813
P5	Zona de módulos administrativos y de servicios.	788175	9201533	2811
P6	Zona de poza de lixiviados 1 y 2, de la celda1	788212	9201540	2810
P7	Parte inferior de la celda 1 a orilla del río.	788317	9201632	2817
P8	Zona de disposición final de residuos municipales, parte esquina noreste.	788320	9201537	2817
P9	Zona de disposición final de residuos municipales, parte esquina noreste	788304	9201498	2816
P10	Zona de disposición final de residuos peligrosos.	788388	9201378	2815
P11	Zona de disposición final de residuos municipales, parte esquina noreste	788409	9201493	2819
P12	Zona de disposición final de residuos municipales, parte alta de la celda.	788394	9201527	2820
P13	Zona de disposición final de residuos municipales, parte esquina noreste, celda 1	788405	9201547	2819
P14	Zona noreste parte baja a 20 metros de la cantera.	788410	9201706	2834
P15	Zona noreste parte baja a 30 metros de la cantera.	788350	9201755	2819
P16	Zona alta a 30 metros de la cantera.	788500	9201847	2840

P17	Zona centro a 30 metros de la cantera.	788496	9201645	2825
P18	Zona de poza de lixiviados 3 y 4 de la celda 2	788544	9201468	2833
P19	Parte esquina inferior de la segunda celda de disposición final de residuos municipales zona sur este.	788508	9201357	2832
P20	Parte superior de la segunda celda de disposición final de residuos municipales.	788563	9201343	2841
P21	Parte inferior noreste de la segunda celda de disposición final de residuos municipales.	788635	9201488	2842
P22	Parte alta a 220 m de la segunda celda de disposición final de residuos municipales.	788663	9201694	2844
P23	Zona de descarga en la segunda celda de disposición final de residuos municipales.	788653	9201424	2847
P24	Zona inferior sureste de la segunda celda de disposición final de residuos municipales.	788581	9201271	2843
P25	Zona inferior de la segunda celda de disposición final de residuos municipales, cercano a zonas aledaños	788523	9201175	2831
Zona aledaña al relleno sanitaria				
P26	Zona aledaña a 80 metros de la planta de tratamiento de residuos sólidos.	788362	9201197	2815
P27	Zona aledaña a 220 metros de la planta de tratamiento de residuos sólidos.	788318	9201068	2820
P28	Zona aledaña del lado noreste de la planta de	788279	9201689	2817
P29	tratamiento de residuos sólidos.	788192	9201750	2817
P30	Camino de acceso a la instalación del relleno sanitario, a 200 m antes del ingreso	787976	9201701	2807
P31	Zona aledaña a 350 metros de la planta de tratamiento de residuos sólidos.	787693	9201557	2789
P32	Punto testigo	787324	9202288	2781

Figura 2

Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del relleno sanitario



OPS (2000), sostiene que el monitoreo se realiza de acuerdo al protocolo de muestreo para diseño de un programa de vigilancia de aire para el caso de estudios epidemiológicos, en el cual reglamenta que la altura para toma de muestra debe realizarse 1,5 a 2,5 m. Se realizaron 5 monitoreos mediante la exposición de 2 placas Petri en 32 sitios de monitoreo; las placas Petri fueron expuestas a una altura respirable de 1.50 m por un período de 30 minutos, tiempo prudente para la toma de muestras de microorganismos, ya que tiempo superior a este puede producir problemas tales como evaporación de medio o líquido de recolección y elevada mortalidad de microorganismos captados (Galán et al., 2018); la toma de muestra se realizó entre 12:00 y 01:00 pm debido a que durante este tiempo las condiciones atmosféricas son más estables; se aplicó el método gravimétrico de sedimentación simple, por su facilidad de muestreo (Lanza et al., 2018).

3.3.2. Preparación de medios de cultivo

Para el proceso de preparación de medio de cultivo Agar Papa Dextrosa y esterilización se tomó en cuenta lo recomendado por Medina (2016), se utilizaron 250 g de trozos de papa, 15 g de dextrosa y 18 g de agar agar, todo esto para 1 litro de agua destilada. Posteriormente, la papa picada se hizo hervir en 500 ml de agua y en un matraz Erlenmeyer se disolvió el agar con agua destilada y se filtró el caldo de papa; ambas preparaciones fueron mezcladas, se completó con agua destilada a 1l y posteriormente se trasladó a la autoclave para esterilizar a temperatura de 121 °C por un tiempo de 15 minutos.

Finalmente, se codificó cada una de las placas Petri y fueron selladas con cinta masking con la finalidad de evitar la contaminación; las placas fueron colocadas dentro del Cooler, posteriormente se trasladaron desde el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca hacia el relleno sanitario de la ciudad de Cajamarca.

3.3.3. Exposición e incubación de las placas Petri

Después de haber realizado el transporte de muestras al lugar de monitoreo, cada una de las placas fueron abiertas y expuestas en los puntos de monitoreo. Una vez concluido el tiempo de exposición en el lugar de muestreo, se sellaron las muestras y fueron trasladados al laboratorio de Fitopatología y llevados a la incubadora. Valenzuela (2010) sugiere que para los hongos y levaduras se debe prever el mantenimiento de las condiciones mínimas en las estufas de cultivo a 22 °C, con tiempo de incubación de 48 a 72 horas, para después ser visualizados los organismos fúngicos.

3.3.4. Taxonomía para la identificación de hongos

Martí et al. (1998) mencionan que para la identificación se realiza una observación macroscópica y microscópica de las colonias, teniendo en cuenta el color, pigmentación, formas y características de las esporas. Posteriormente, se obtuvieron los cultivos puros en otras placas Petri de 60 * 15 mm para proceder a la identificación de las muestras. Finalmente, se visualizaron las colonias de cada placa y se llevó pequeñas muestras al microscopio; para ello, se tomó una aguja hipodérmica N° 25 esterilizada en el mechero, se puso la muestra en una lámina porta objetos con un agota de agua destilada, se cubrió con una lámina cubre objetos, y se procedió a la observación en el microscopio.

Para la identificación de los microorganismos fúngicos se realizó mediante la utilización de claves taxonómicas de las siguientes bibliografías (Barnett y Hunter, 1998, Roncal, 1993; Cepero de García et al., 2012, Hanlin, 1990).

3.3.5. Procesamiento y análisis de datos

A. Riqueza de especies

Se realizó el análisis de índice de riqueza varietal fórmula adaptada por (Roa et al., 2008).

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{Ei}{NET}$$

Donde:

S = Índice de riqueza de especies.

Ei = Número de especies encontradas por cada punto de muestreo.

NET = Número total de especies encontradas

B. Frecuencia de especies

Se realizó el análisis de frecuencia de especies mediante la fórmula recomendada por (Valdez et al., 2018) esto no ayuda determinar que microorganismo aeromicrobiológicos son más frecuentes en el área de estudio.

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

Donde:

F_i = Frecuencia absoluta

P_i = Número de sitio en el que está presente las especies

NS = Número total de sitios de muestreo.

CAPÍTULO IV

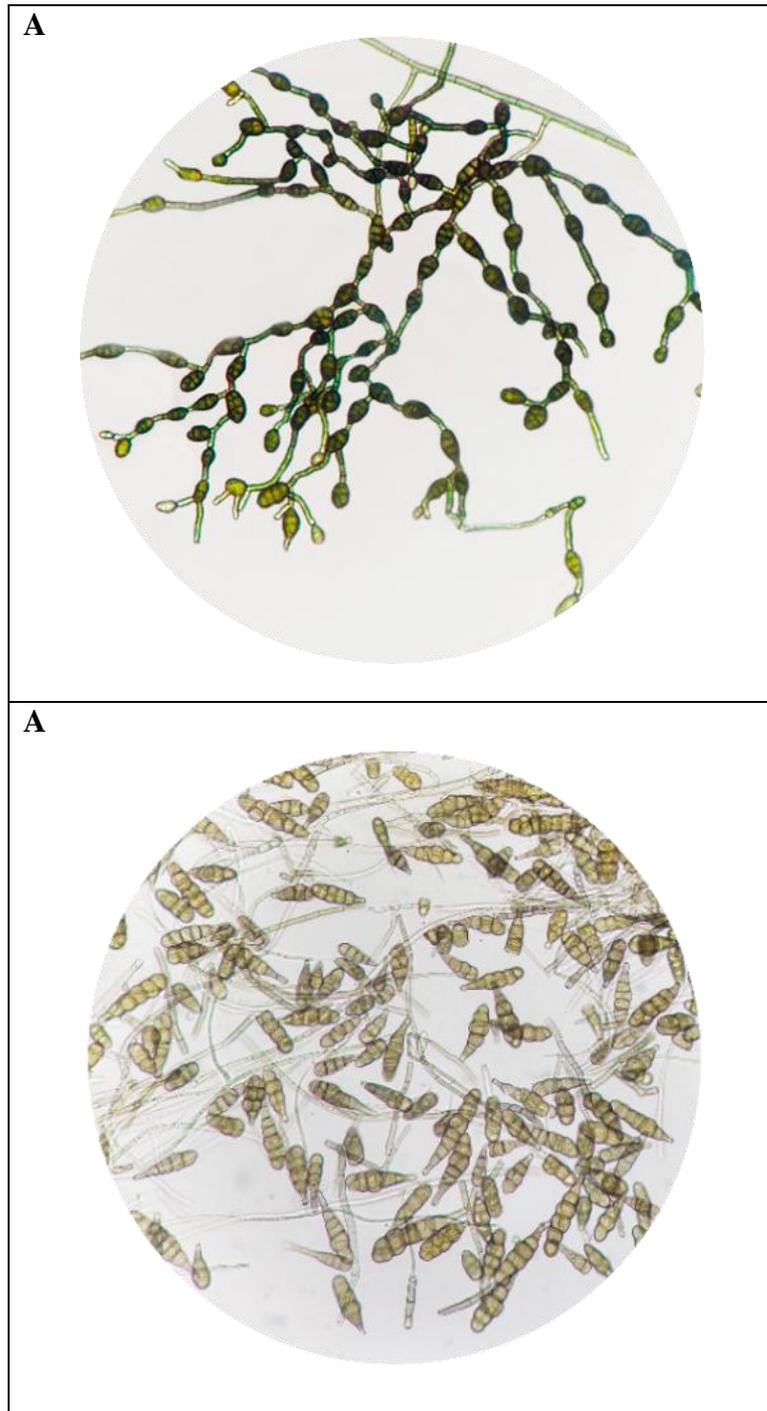
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Descripción morfológica de los géneros fúngicos encontrados

4.1.1. Morfología del aislamiento 1: *Alternaria*

Colonias algodonosas, de coloración marrón a negro en PDA. Hifas septadas, marrón brillante; conidióforos marrones, simples o ramificados; conidios oscuros, pardos o amarillentos de 4 a 7 septos, elípticas u ovoides. Los micelios de color oscuro corresponden al *Alternaria Alternata* y los micelios de color marrón corresponden a *Alternaria solani* características que coinciden con los reportes de Barnett y Hunter (1998) y Pontón et al (2002). El género descrito con estas características es *Alternaria*.

Son saprófitos, se encuentran en suelos y en materia orgánica en descomposición; patógenos de plantas que invaden cultivos vegetales; causan efectos adversos para la salud en humanos y animales, descripción realizada por Cruz et al. (2016); asimismo, Pavón et al. (2012) describe que se han demostrado que tiene capacidad genotóxica, mutagénica, carcinogénica y citotóxica en humanos; además, generan infecciones, neumonía por hipersensibilidad, descomposición por asma bronquial y sinusitis.

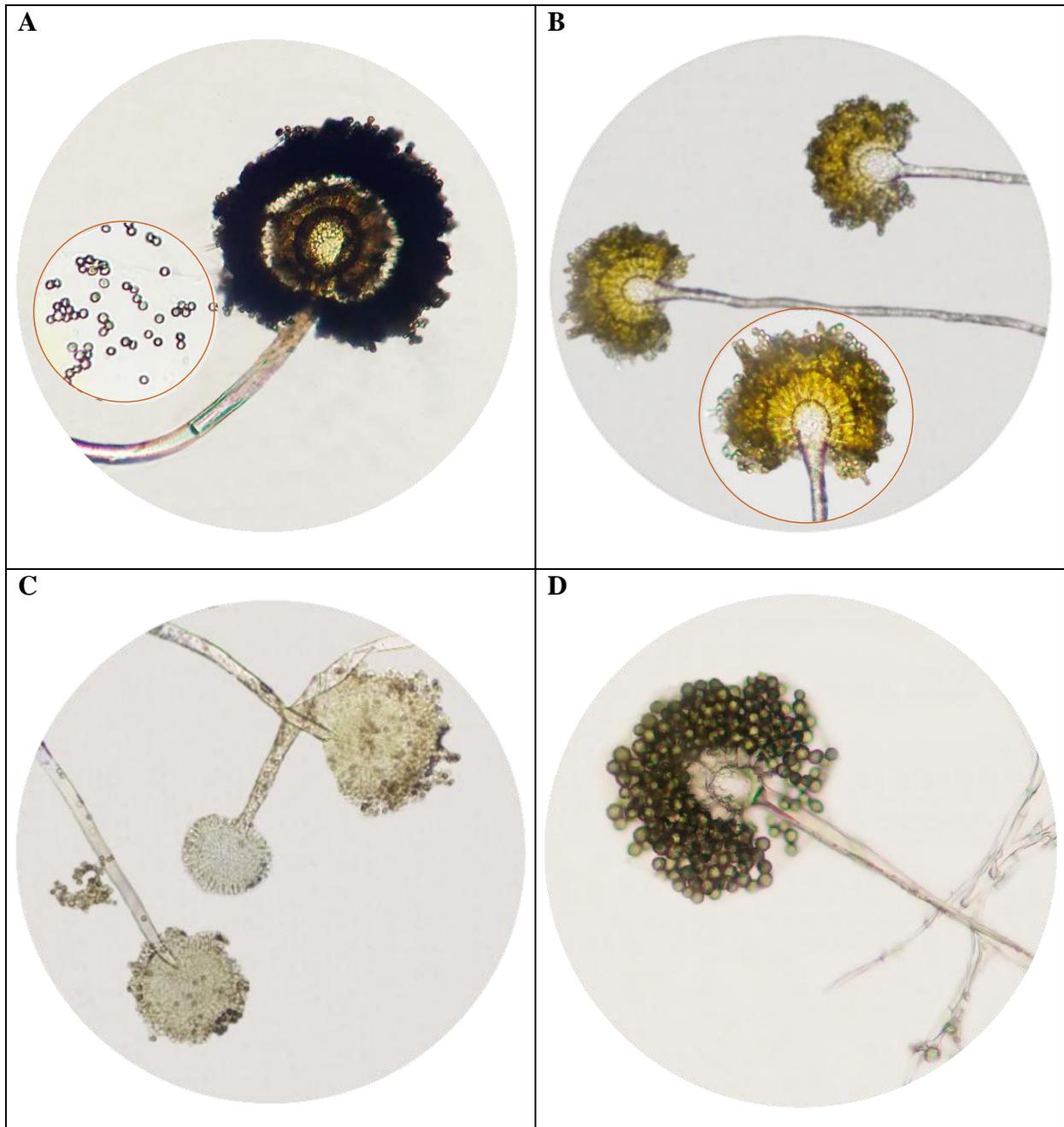
Figura 3*Alternaria* sp.

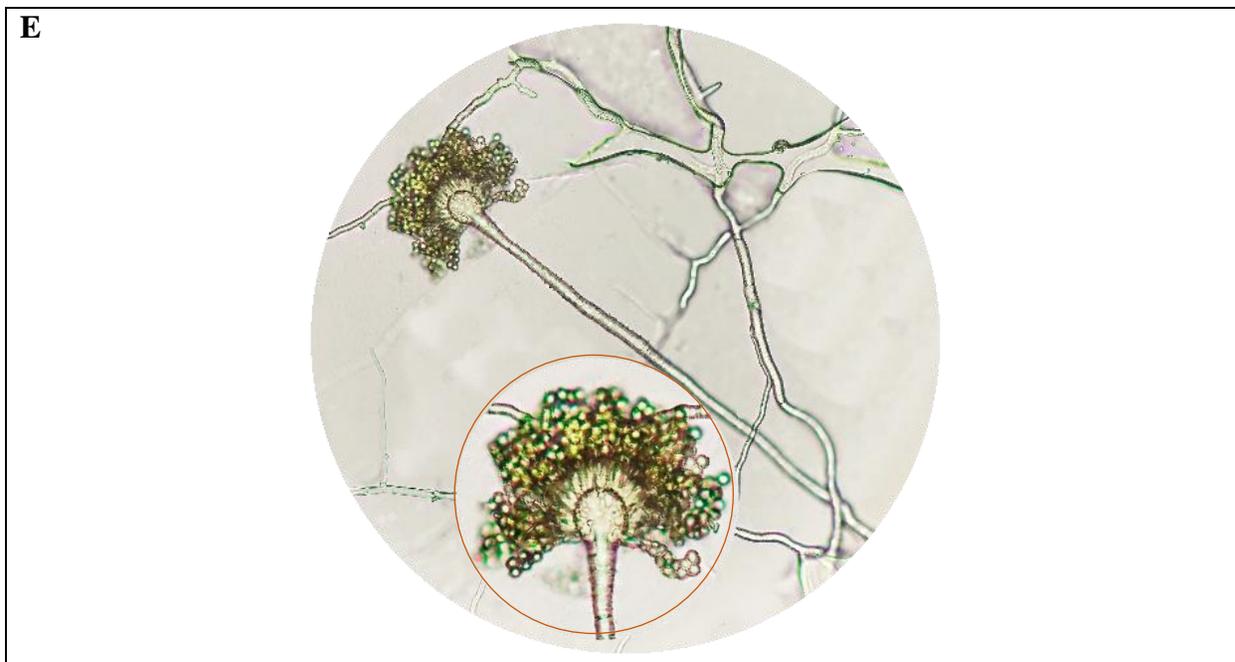
Nota: **A.** Conidióforos y conidios de *Alternaria alternata*. **B.** Conidios de *Alternaria solani*.

4.1.2. Morfología del aislamiento 2: *Aspergillus*

Colonias verdes, verdes amarillentos, marrones oscuros u negros, blancos y verdes azulados según la especie en medio de cultivo PDA; características que coinciden con los reportes de Vílchez (2017) y Ccuno (2017). Hifas aseptadas, hialinas o pigmentadas; los conidióforos terminan en un abultamiento sobre el cual proliferan dos grupos de fiálides, los primeros rectangulares y los segundos en forma de botella; conidios hialinos, unicelulares, características coincidentes con la descripción de Cepero de García, et al. (2012) y Barnett y Hunter (1998). Esta descripción corresponde al género *Aspergillus*.

Hongos saprófitos que se encuentran en el suelo y en la materia orgánica en descomposición y con frecuencia en el aire; microorganismos asociados a enfermedades de plantas. En humanos se asocian con casos de neumonía por hipersensibilidad, descompensación por asma bronquial, rinitis y sinusitis (Cardoza, 2019; Piontelli, 2008); la descripción realizada coinciden con los reportes de Vargas et al. (2021) y INSST (2021), quienes mencionan que producen daños en granos y legumbres; y en personas con sistema inmunitario debilitado o con enfermedades pulmonares tienen mayores riesgos de presentar problemas de salud, con reacciones alérgicas, infecciones en los pulmones y otras reacciones que son potencialmente mortales para las personas; las especies de este género producen aflatoxinas que están clasificadas en el grupo I de cancerígenos del IARC (International Agency for Research on Cancer).

Figura 4*Aspergillus* sp



Nota: A. Conidióforos y conidios de Aspergillus niger. B. Conidióforos, fiálides y conidios de Aspergillus flavus C. Conidióforos de Aspergillus sp. D. Conidióforos y conidios Aspergillus parasiticus. E. Conidióforo, vesícula y conidios de Aspergillus tamarii.

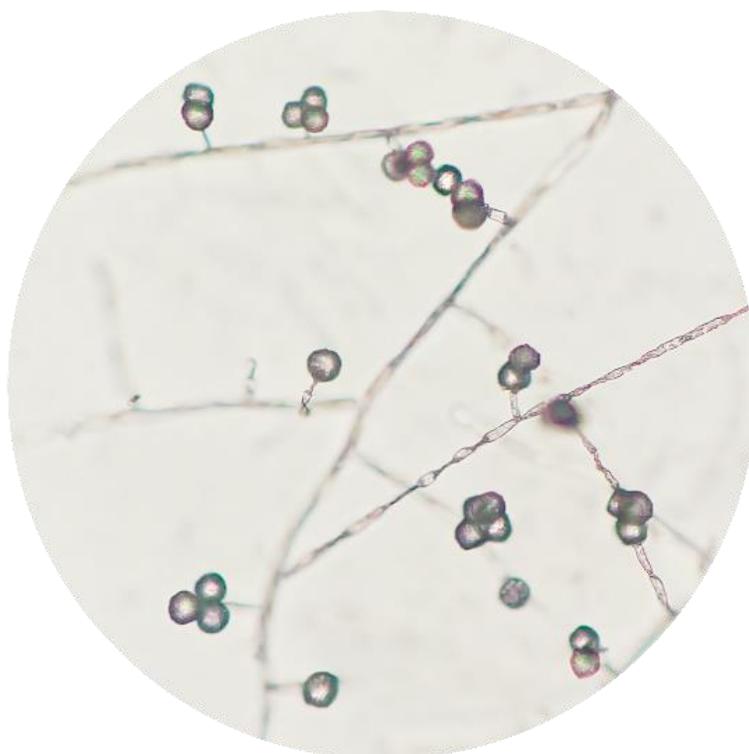
4.1.3. Morfología del aislamiento 3: *Botryotrichum*

Colonias blancas o ligeramente amarillentas al principio, con la madurez se torna de coloración marrón a marrón oscuro en medio de cultivo PDA, descripción que guarda similitud con los reportes de Elkhateeb y Daba (2021). Hifas hialinas o ligeramente pigmentadas; conidióforos cortos, simples, hialinos; conidios unicelulares que terminan agrupados, esféricas, hialinos o brillantemente coloreados, característica que coincide con la descripción de Barnett y Hunter (1998). Esta característica pertenece al género *Botryotrichum*.

Hongos que prosperan en los suelos y el estiércol, además, Ryo et al. (2023), documenta que se encontraron en el aire y ambientes interiores.

Figura 5

Botryotrichum sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Botryotrichum* sp.

4.1.4. Morfología del aislamiento 4: *Botrytis*

Colonias algodonosas, blancas, gris verdoso, descripción que coincide con Rojas (2016). Hifas septadas, hialinas; conidióforos hialinos, septados, solitarios, ramificados en la parte superior; en cada rama presenta una célula abultada tapizada de esterigmas donde se forman los conidios unicelulares, características que coinciden con los reportes de Cepero de García et al. (2012) y Barnett y Hunter (1998). Descripción que conduce al género *Botrytis*.

Se encuentran en residuos vegetales que están en la superficie del suelo y en materia orgánica en descomposición; en climas húmedos liberan con facilidad sus conidios y son esparcidos por el viento (García, 2017). Por otro lado, Castro (2009) menciona que son patógenos de variedad de plantas, lo cual producen podredumbres en frutos suculentos. En humanos causan efectos como alergias de tipo I, neumonitis hipersensitiva tipo III y asma.

Figura 6

Botrytis sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Botrytis* sp.

4.1.5. Morfología del aislamiento 5: *Cephalosporium*

Micelio blanco algodonoso en PDA cuando es joven, posteriormente va tornándose de color amarillento y ligeramente a turquesa. Hifas septadas; conidióforos delgados, simples, fiálides hinchados; conidios hialinos, unicelulares, ovaladas o elípticas, agrupados en el ápice del fiálide, descripción que coincide con los reportes de Barnett y Hunter (1998). Estas características nos permitieron determinar que se trata del género *Cephalosporium*.

Son saprófitos, se encuentran en el suelo, pero también son patógenos de plantas, ocasionando pudriciones en raíces (Edquén y Roncal 2019). En humanos las micotoxinas causan diarreas, pérdida de apetitos, hemorragias y vómitos (Zaragoza, 2018).

Figura 7

Cephalosporium sp.



Nota: Conidióforos de *Cephalosporium* sp.

4.1.6. Morfología del aislamiento 6: *Cercospora*

Colonia de coloración ligero verde oscuro, grisáceo; hifas septadas, brillantemente coloreadas, extendidas y adheridas al agar, características que coinciden con la descripción de Gepp (2009). Conidióforos brillantemente coloreados, cortos, delgados; conidios multicelulares, pigmentados de verde oscuro; las primeras tres células basales de mayor volumen son oblongas, las subsiguientes disminuyen de volumen terminando en una estructura filiforme; esta descripción coincide con el reporte de Granados (2018). Característica que corresponde al género *Cercospora*.

Prosperan en hojas de plantas en descomposición, en climas con alta humedad relativa, fácilmente son diseminados por el aire. Organismos causantes de las manchas y de la muerte de las hojas de agave (*Agave*) Ángeles et al. (2016); descripción que apoya Cepero de García et al. (2012), quien describe también que estos organismos son patógenos de plantas, causando lesión en plantas ornamentales y árboles.

Figura 8

Cercospora sp.



Nota: Conidios de *Cercospora* sp.

4.1.7. Morfología del aislamiento 7: *Cladosporium*

Colonias aterciopeladas, gris oliváceo, verde-oliva a negro con la madurez característica que coincide con el reporte de Vélchez (2017). Hifas septadas, brillantemente coloreadas; conidióforos oscuros, multicelulares, ramificados en la parte terminal; conidios brillantemente coloreados, ovalados, irregulares o cilíndricas, formados en cadenas de cada ramificación; descripción que coincide con los reportes de Edquén y Roncal (2019) y (Barnett y Hunter, 1998). Esta descripción nos permite determinar que se trata del género *Cladosporium*.

Cepero de García et al. (2012) menciona que encuentran en el suelo, restos de plantas, sustratos en descomposición. Existen especies de comportamiento antagónico de fitopatógenos como *Cercospora coffeicola*, *Drechslera turcica* y *Phragmidium mucronatum* (Fernández y Roncal, 2019). Sin embargo, Castro (2009) describe que este género produce efectos alérgicos de tipo I en asma, neumonitis hipersensitiva de tipo III y pueden causar infecciones pulmonares y cutáneas en pacientes debilitados, descripción que coincide con la investigación también realizada por Medina (2016).

Figura 9

Cladosporium sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Cladosporium* sp.

4.1.8. Morfología del aislamiento 8: *Curvularia*

En medio de cultivo PDA presentan colonias algodonosas blancas al principio y con la edad se torna de color verde oliva a marrón, descripción que guarda coincidencia con el reporte de Roncal (2004). Hifas septadas; conidióforos marrones, simples; conidios oscuros, tetracelulares, la tercera célula de mayor tamaño dando la curvatura al conidio, características coincidentes con los reportes de Barnett y Hunter (1998). Descripción que pertenece al género *Curvularia*.

Se encuentran en el suelo; patógenos de plantas principalmente causando manchas foliares en el maíz (Roncal, 2004). En humanos generan alergias de tipo I, agente de infecciones oportunistas de la córnea y los senos, en algunos casos pueden causar queratitis, sinusitis, absceso cerebral, onicomicosis o producir micosis subcutánea en animales (Madrid et al., 2019); del mismo modo, Arenas (2015) describe que este género causa sinusitis fúngica y casos del asma.

Figura 10

Curvularia sp.



Nota: Conidios de *Curvularia* sp.

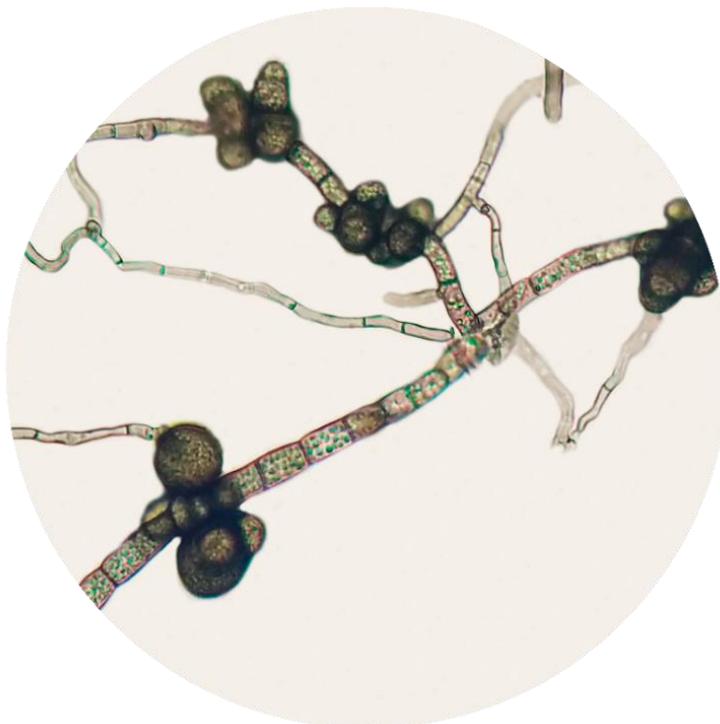
4.1.9. Morfología del aislamiento 9: *Dictyoarthrinium*

Colonias polvorientas, negras o marrones oscuros en PDA, descripción que coincide con el reporte de Samarakoon et al. (2020). Hifas ramificadas; conidióforos inconspicuos, subhialinos al principio a marrón oscuro, septados, cilíndricas, angostos y de paredes rugosas; conidios café oscuro con cuatro células; características que guardan similitud con los reportes de Barnett y Hunter (1998) y Vaz (2011). Estas características corresponden al género *Dictyoarthrinium*.

Este género tiene comportamiento saprobio sobre ramas leñosas muertas y en hojas de plátano en descomposición (Somrithipol, 2007).

Figura 11

Dictyoarthrinium sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Dictyoarthrinium* sp.

4.1.10. Morfología del aislamiento 10: *Doratomyces*

Colonias algodonosas en PDA, ligeramente beige, gris, oscuro o negro, descripción que guarda coincidencia con el reporte de Rojas (2004). Hifas oscuras, simples; conidióforos oscuros, solitarios o compactados en sinema con cabeza densa, parte superior ramificado penicilladamente; conidios ovoides, elipsoidales, globosos o subglobosos, descripción que coincide con Sánchez (2019) y Barnett y Hanter (1998). Características que conduce al género *Doratomyces*.

Su hábitat natural es el suelo, tallos herbáceos, maderas, abonos, material vegetal en descomposición y estiércol (Delgado et al., 2002).

Figura 12

Doratomyces sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Doratomyces* sp.

4.1.11. Morfología del aislamiento 11: *Drechslera*

Colonias algodonosas, oscuras en PDA. Estructuralmente, presenta hifas septadas, oscuras; conidióforos simples, marrón y marrón rojizo oscuro; conidios oscuros, multicelulares, ovoides, septados transversalmente, descripción que coincide con el reporte de Roncal (2004). De acuerdo con la descripción se determinó el género *Drechslera*.

Se encuentran en el aire, suelo, plantas y vegetación descompuesta; son patógenos de plantas, principalmente de gramíneas (Cepero de García et al., 2012); mientras que Álvarez (2011) describe que en humanos son asociados en casos de asma, enfermedad broncopulmonar alérgica, fiebre, rinitis alérgica, infecciones cutáneas y subcutáneas en pacientes inmunosuprimidos; se transmite por inhalación del aire.

Figura 13

Drechslera sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Drechslera* sp.

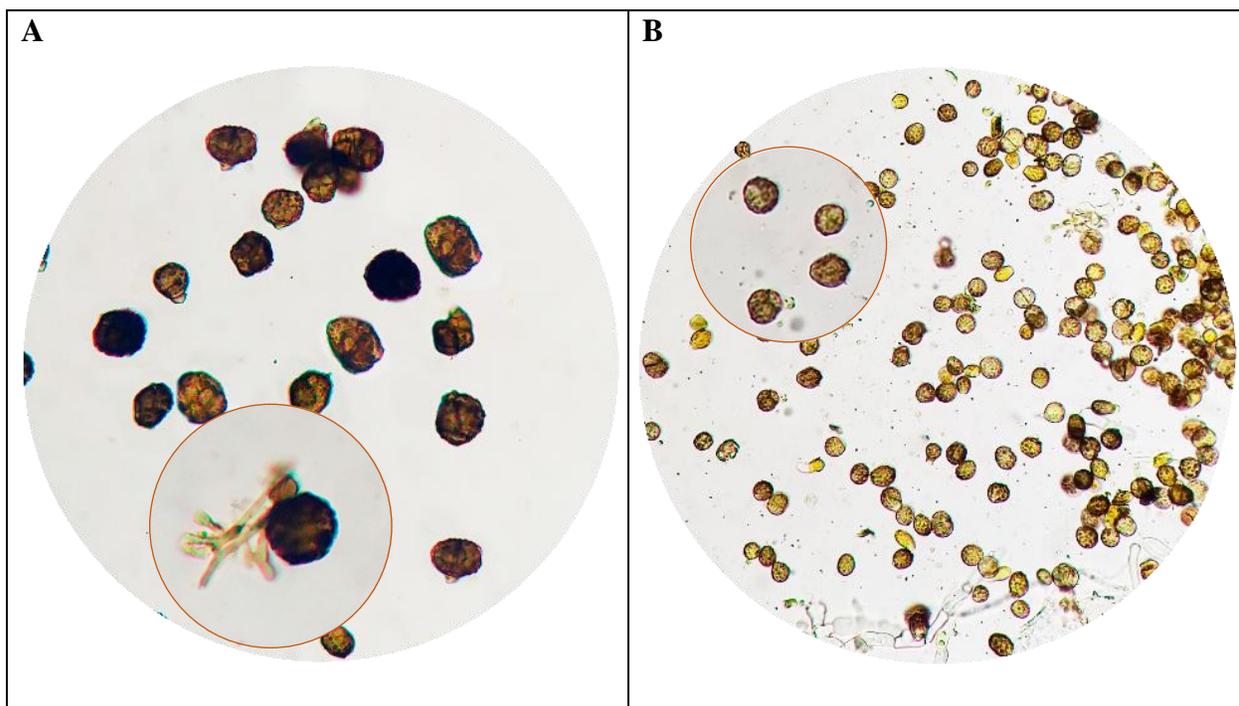
4.1.12. Morfología del aislamiento 12: *Epicoccum*

En PDA los micelios son algodonosos de coloración naranja, amarillo, rojizo a marrón. Esporodocios oscuros; conidióforos marrones claros, curvos, compactos o sueltos; conidios café oscuro, multicelulares, muriformes, globosos y periformes; descripción coincidente con los reportes de Vaz (2011) y Barnett y Hunter (1998). Esta característica descrita conduce al género *Epicoccum*.

Saprófitas y se encuentran en plantas, hojarascas y el suelo; patógenos de plantas, y algunas especies actúan como controladores biológicos; sin embargo, no se encuentra registro afectando humanos y animales (Cepero de García et al., 2012; Taguian et al., 2021).

Figura 14

Epicoccum sp.



Nota: **A.** Conidios de *Epicoccum nigrum*. **B.** Conidios de *Epicoccum* sp.

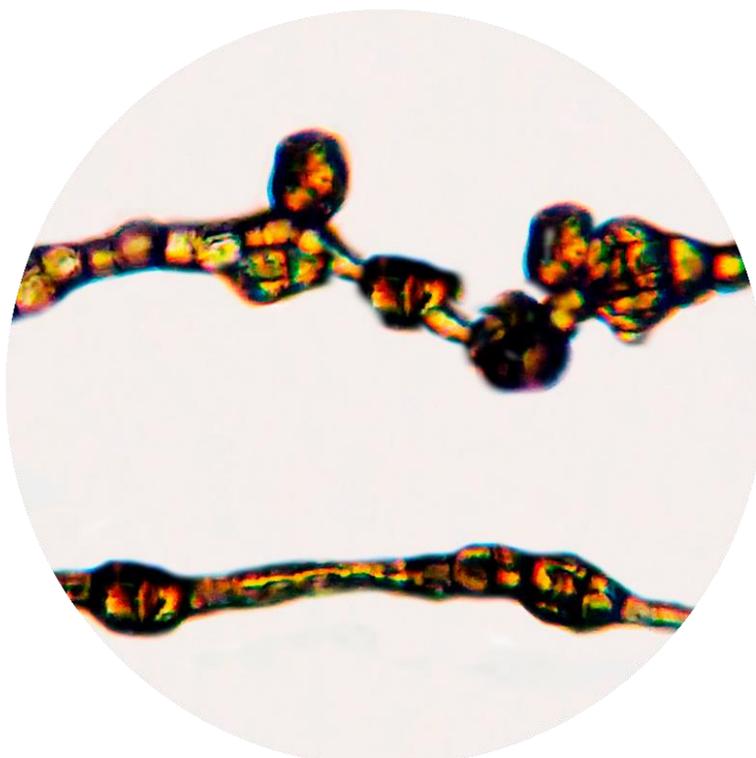
4.1.13. Morfología del aislamiento 13: *Fumago*

En PDA el micelio es polvoriento, de coloración gris oscuro, marrón oscuro a negro, y en la naturaleza a este tipo de hongo se le llama “Mohos de Hollín” característica que reporta Yepes y Solís (2015). Presentan conidióforos inconspicuos oscuros; conidios irregulares, pluricelulares con septos transversales y longitudinales, características que coincide con el reporte de Barnett (1960). Por la información descrita se identificó al género *Fumago*.

Prosperan en la naturaleza en las heces de pulgones y queresas; formando una costra en los órganos vegetales, impidiendo la fotosíntesis en hojas y órganos verdes de las plantas; estas características las reporta Roncal (2004). Además, Yepes y Solís (2015) mencionan que son patógenos de plantas, en especial en el laurel (*Laurus nobilis*).

Figura 15

Fumago sp.

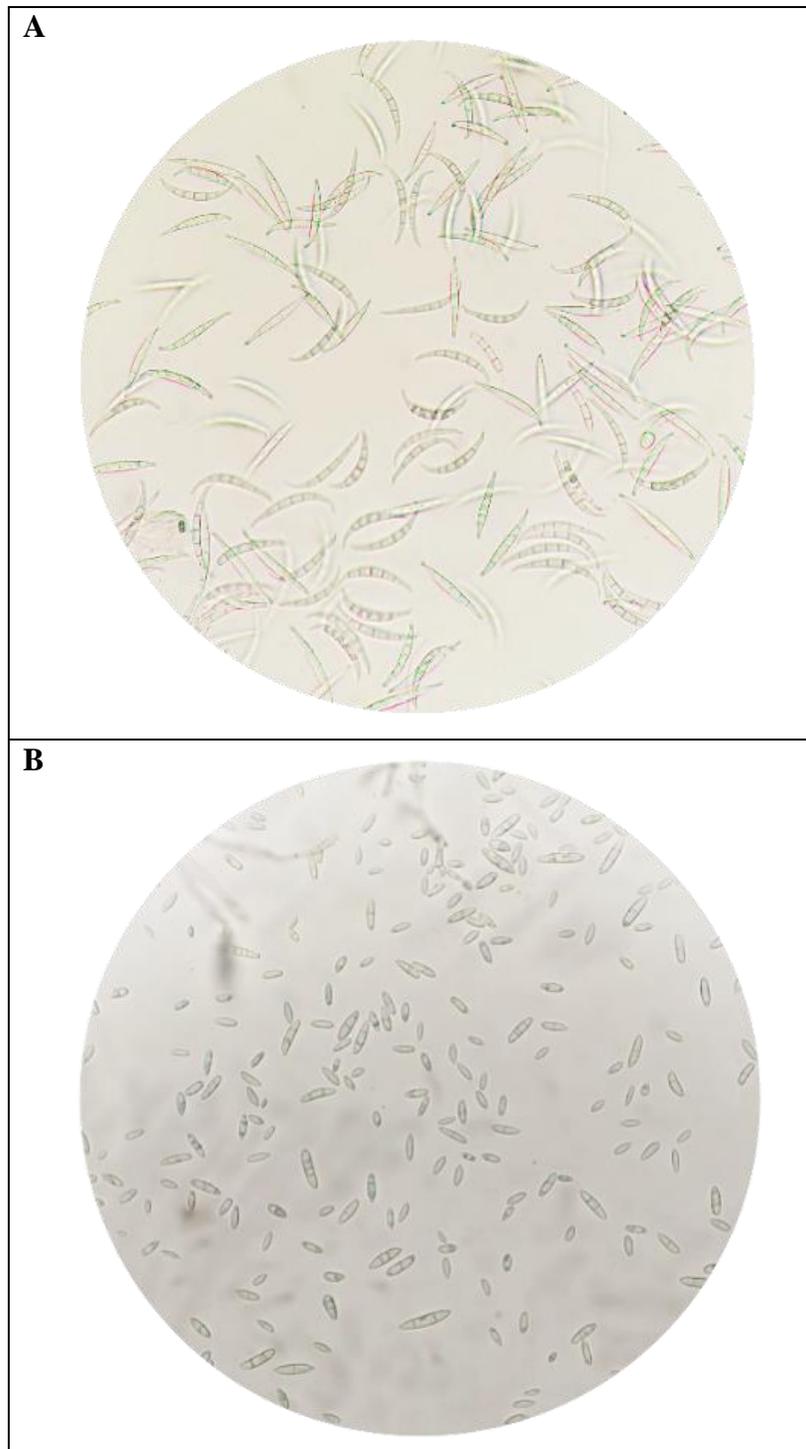


Nota: Conidióforos y conidios de *Fumago* sp.

4.1.14. Morfología del aislamiento 14: *Fusarium*

Micelio algodonoso en PDA blancas, cremas, amarillo cremoso o violetas, descripción que guarda relación con el reporte de Cepero de García et al. (2012). Hifas hialinas, septadas y delgadas; conidióforos simples, delgados, cortos que terminan en fiálides; conidios hialinos, unicelulares y multicelulares, presentan tres tipos: macroconidios pluricelular ligeramente curvado o doblado en los extremos con forma de una canoa; microconidios ovoides u oblongos, conidios con dos o tres células, y mesoconidios, fusiformes con más de un septo, características coincidentes con lo descrito por Barnett y Hunter (1998). Estas características descritas corresponden al género de *Fusarium*.

Se encuentran en el suelo y en la materia orgánica; patógenos de plantas, que causan marchitez vascular, enfermedades en granos de cereal y puede provocar pudrición y muerte de las plantas (Rodríguez et al., 2022). Además, Arbeláez (2000) y Rodríguez et al. (2022), describe que este género puede infectar animales o causar enfermedades en personas inmunocompetentes; suelen ser la onicomiosis y la queratitis, descripción que guarda similitud con lo descrito por la OMS (2018), quien indica que diferentes toxinas de *Fusarium* pueden producir toxicidad aguda en las personas, mucosa intestinal y diarrea; además, se han relacionado con el cáncer de esófago en humanos y toxicidad hepática en animales.

Figura 16*Fusarium* sp.

Nota: **A.** Conidios de *Fusarium Oxysporium*. **B.** Conidios de *Fusarium solani*.

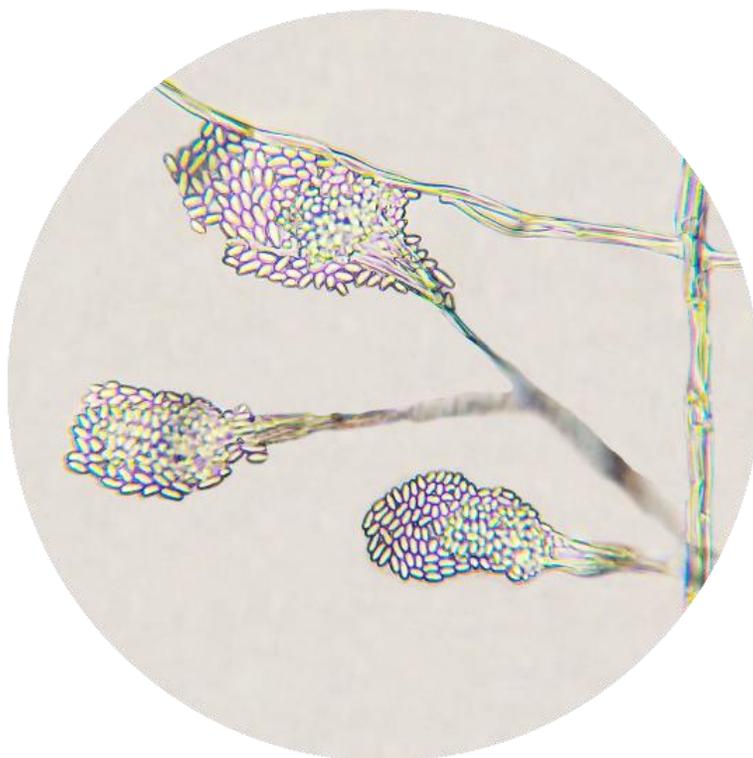
4.1.15. Morfología del aislamiento 15: *Gliocladium*

Colonias algodonosas en PDA, con tonalidades blancas hasta amarillo oscuro, coincidiendo con lo reportado por Cepero de García et al. (2012). Hifas hialinas, septadas; conidióforos con ramificaciones terminales semejantes al género *penicillium*; conidios unicelulares, hialinos o de colores brillantes, características que coincide con los reportes de (Barnett y Hunter, 1998). El género identificado con estas características es *Gliocladium*.

De distribución cosmopolita, su hábitat es el suelo y la madera en descomposición (Cepero de García et al., 2012).

Figura 17

Gliocladium sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Gliocladium* sp.

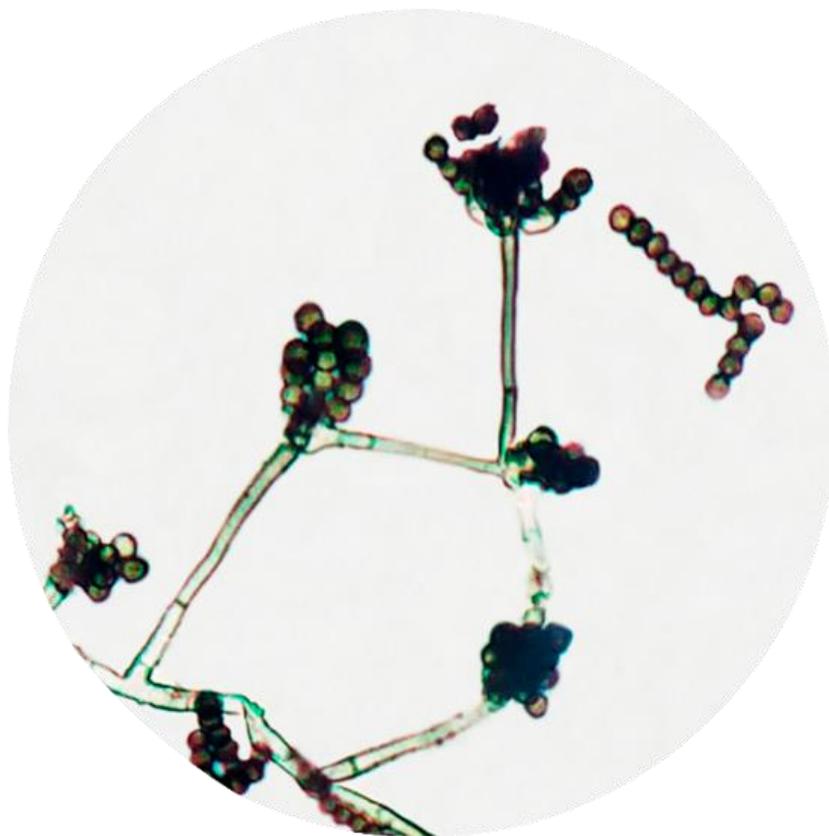
4.1.16. Morfología del aislamiento 16 *Memnoniella*

Colonias en medio de cultivo PDA negros, polvorientos. Estructuralmente presentan hifas septadas; conidióforos simples, unicelulares, oscuros, con fiálides cortas y gruesas; conidios oscuros, unicelulares, globosos formando cadenas, características que coinciden con los reportes de Barnett y Hunter (1998) y Delgado et al. (2001). Descripción que corresponde al género *Memnoniella*.

Hongos saprobios que prosperan en el suelo y material en descomposición, ocasionalmente se puede encontrar en tejados (Patel, 2005).

Figura 18

Memnoniella sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Memnoniella* sp.

4.1.17. Morfología del aislamiento 17: *Monilia*

Colonias blancas o grises al principio y naranja claro cuando llega a la madurez en PDA. Hifas septadas; conidióforos simples, sobre el cual se distribuyen los conidios formando cadenas ramificadas; conidios hialinos, redondeadas, cilíndricas, características que coinciden con los reportes de Barnett y Hunter (1998). Características morfológicas que corresponde al género *Monilia*.

Mitidieri y Castillo (2014) describe que son patógenos de plantas y es la enfermedad agresiva en frutas del cerezo (*Prunus cerasi*); causando pudrición marrón en frutos suculentos (Certis Belchim 2021).

Figura 19

Monilia sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Monilia* sp.

4.1.18. Morfología del aislamiento 18: *Nigrospora*

En PDA colonias algodonosas, blancas al principio y negras u oscuras con la madurez. Hifas septadas, brillantemente coloreadas; conidióforos simples, hialinos; conidios negros brillantes, unicelulares, esféricas, aplanadas, descripción que guarda similitud con los reportes de Barnett y Hunter (1998). De acuerdo con estas características se identificó al género *Nigrospora*.

Saprófitos y se encuentran en el suelo, material vegetal y en el aire, son patógenos de plantas principalmente de maíz, plátano y arroz (Zambrano y Torres, 2016). En humanos son considerados como alergénicos comunes de tipo I y casos de asma (Castro, 2009).

Figura 20

Nigrospora sp.



Nota: Conidios de *Nigrospora* sp.

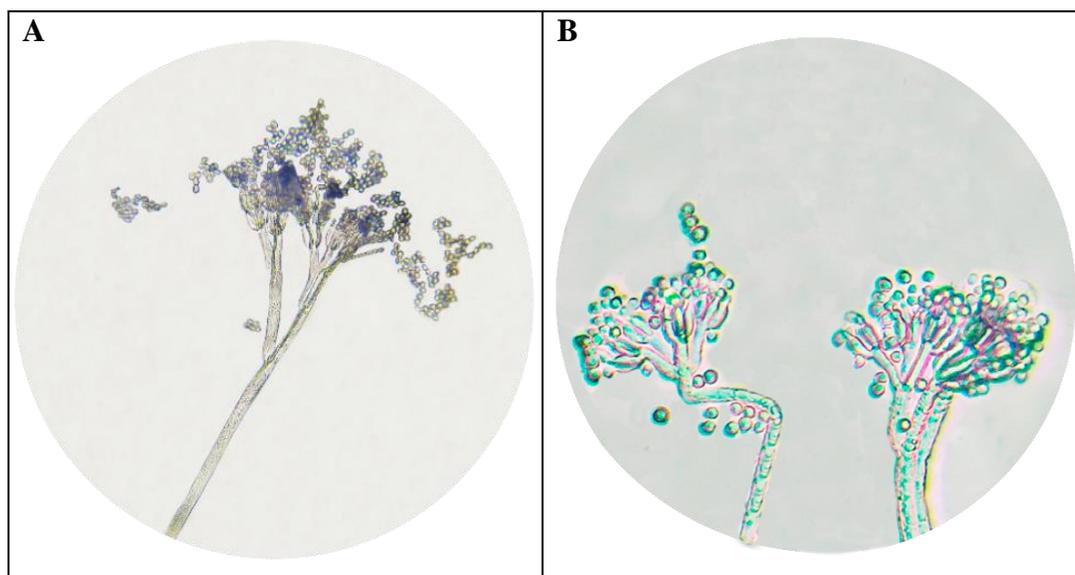
4.1.19. Morfología del aislamiento 19: *Penicillium*

Colonias verdes, celestes y blancas cuando es joven, posteriormente se tiñe de verde, azul, gris y celeste dependiendo de la especie; como lo reporta Roncal (2004). Hifas hialinas, septadas; conidióforos septados, ramificados que terminan en fiálides formando especies de escobillas; conidios hialinos brillantes, unicelulares, globosas u ovoides y en cadenas; características coincidentes con los reportes de Barnett y Hunter (1998). Con esta información descrito se identificó al género *Penicillium*.

Prosperan en en el aire, suelo, vegetación en descomposición; patógenos de plantas de frutos ácidos y manzanas causando pudrición (Cepero de García et al., 2012). Sin embargo, Castro (2009) describe que en humanos produce micosis de tipo sistémico en personas inmunosuprimidas; produce queratitis, oído externo, infecciones del tracto respiratorio y urinario.

Figura 21

Penicillium sp



Nota: **A.** Conidióforos y conidios de *Penicillium notatum*. **B.** Conidióforos y conidios de *Penicillium digitatum*.

4.1.20. Morfología del aislamiento 20: *Periconiella*

Colonias blancas al principio, verde oscuro cuando es adulto en medio de cultivo PDA. Conidióforos oscuros, ramificados en la parte superior; conidios unicelulares, oscuros, ligeramente verduzcos, ovoides, oblongos; esta descripción coincide con el reporte de Mosto (1995). El aislamiento pertenece al género *Periconiella*.

Saprófitos, encontrados en estiércol de vaca (Pandey y Gundevia, 2008).

Figura 22

Periconiella sp.



Nota: Conidios de *Periconiella* sp.

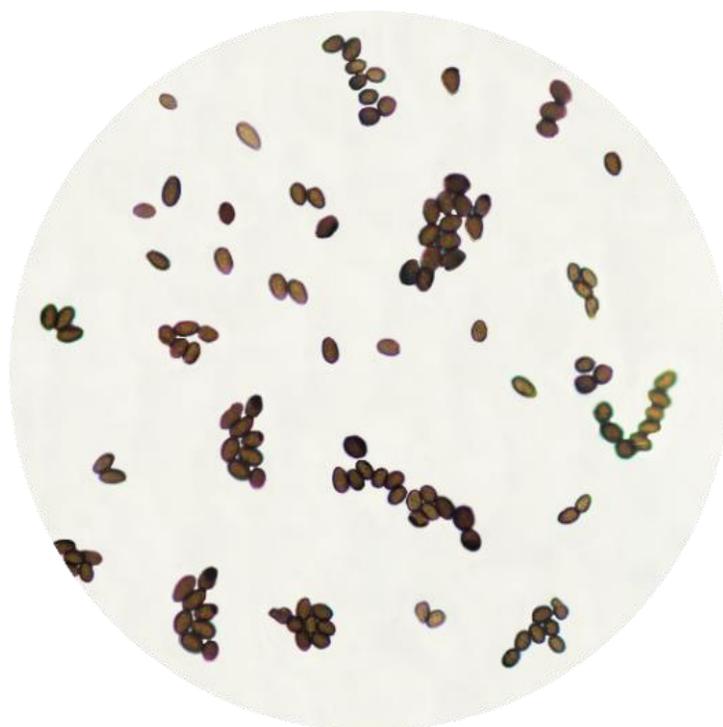
4.1.21. Morfología del aislamiento 21: *Phaeoscopulariopsis*

Forman colonias blancas, beige o negro, canela o grisáceo en PDA; al reverso, amarillo o negro, coincide con los reportes de Elkhateeb y Daba (2021). Hifas hialinas, oscuras, septadas; conidióforos simples, cortos; conidios unicelulares, oscuros, elípticos, periformes, globosos o subglobosos, descripción coincidente con el reporte de Barnett (1960). El género con estas características pertenece al género *Phaeoscopulariopsis*.

Su hábitat principal es el suelo, se han encontrado en variedad de sustratos vegetales, insectos y plumas de aves; con poca frecuencia se han descrito infecciones de piel, endocarditis y abscesos cerebrales casi siempre en pacientes inmunodeprimidos (Canle et al., 2013).

Figura 23

Phaeoscopulariopsis sp.



Nota: Conidios de *Phaeoscopulariopsis* sp.

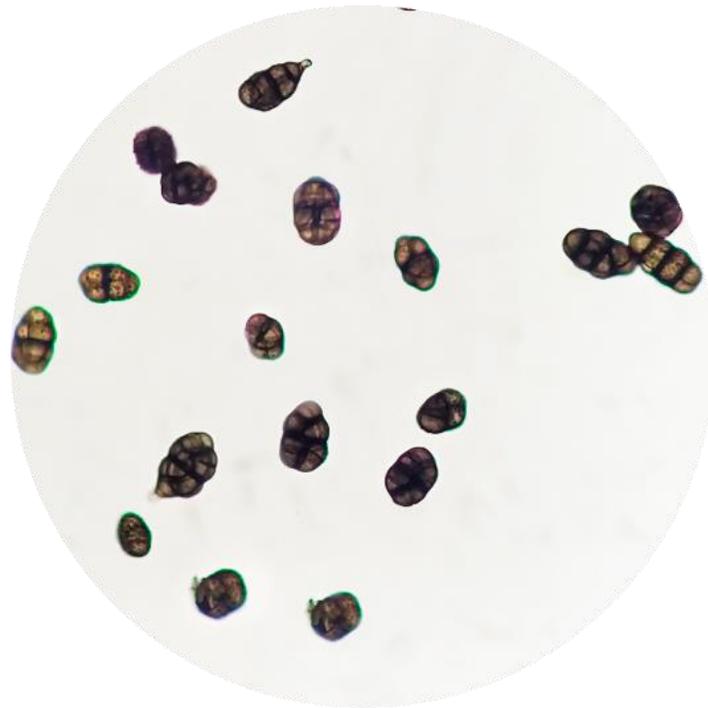
4.1.22. Morfología del aislamiento 22: *Pithomyces*

Colonias algodonosas en PDA, gris pálido a gris oscuro o marrón en la superficie y marrón oscuro al reverso. Hifas septadas, hialinas, oscuras; conidióforos simples, cortos; conidios oscuros o ligeramente marrones, simples, multicelulares, elipsoidales, claviformes, oblongos o periformes, descripción que coincide con Barnett y Hunter (1998). El género identificado con estas características es *Pithomyces*.

Saprófitas y se encuentran principalmente en el suelo y maderas en descomposición; pueden producir toxinas capaces de generar daños a nivel del hígado en los animales; no se han encontrado implicaciones en humanos (Castro, 2009; Álvarez, 2019).

Figura 24

Pithomyces sp.



Nota: Conidios del *Pithomyces* sp.

4.1.23. Morfología del aislamiento 23: *Stachybotrys*

Colonias polvorientas en PDA, blancas, naranjas o negras; estas características coinciden con lo descrito por Cepero de García et al. (2012). Hifas septadas; conidióforos subhialinos u oscuros, simples, fiálides gruesas o cortas de color marrón; conidios oscuros, unicelulares, globosos a ovoides, descripción coincidente con los reportes de Barnett y Hunter (1998). De acuerdo a estas características corresponden al género *Stachybotrys*.

Prosperan en material vegetal en descomposición, libros húmedos y el suelo (Cepero de García et al., 2012); sin embargo, Moreno (2013) describe que son conocidos como moho tóxico negro; considerados como biocontaminantes en niños; relacionados con casos de hemorragia pulmonar; puede perjudicar el sistema neuronal o el sistema respiratorio; descripción que apoya Martí et al. (1995), quien añade que este género causa dolor de garganta, dolor de cabeza, diarreas, fatigas, dermatitis y malestar general.

Figura 25

Stachybotrys sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Stachybotrys* sp.

4.1.24. Morfología del aislamiento 24: *Stachylidium*

Micelios dispersos en PDA, de coloración gris, marrón oliváceo o pardo; característica que coincide con lo descrito por Silvera (2011). Hifas ramificadas, septadas, hialinas; fiálides cilíndricas o elipsoidales, de subhialino a oliváceo pálido; conidióforos ramificados, septados, solitarios, oscuros, delgados; conidios subhialinos, unicelulares, ovoides, elipsoidales o cilíndricas, características descritas que guardan coincidencia con los reportes de Barnett y Hunter (1998) y Silvera (2011). El aislamiento pertenece al género *Stachylidium*.

Figura 26

Stachylidium sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Stachylidium* sp.

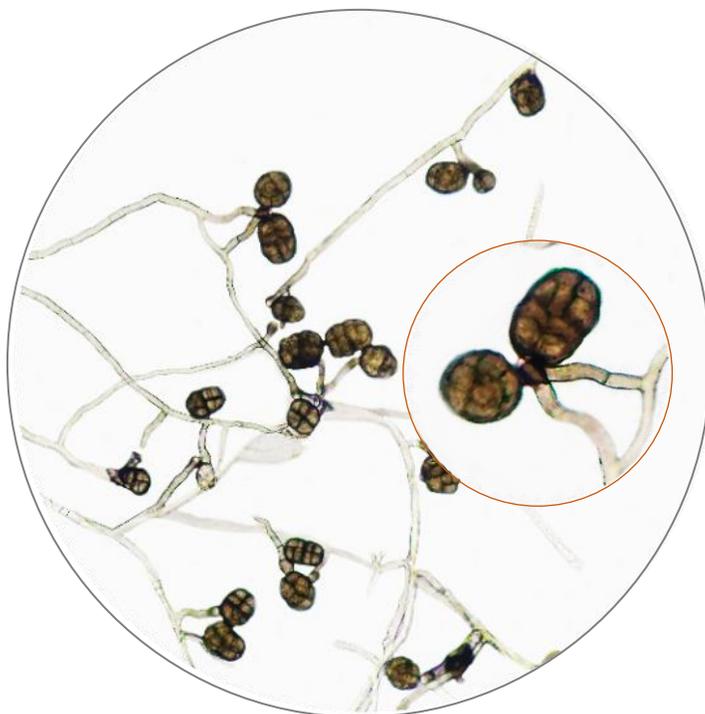
4.1.25. Morfología del aislamiento 25: *Stemphylium*

Colonias pulverulentas, gris, marrón, marrón oliváceo o negro en medio de cultivo PDA. Hifas septadas, ligeramente pigmentadas; conidióforos simples, oscuros, cortos; conidios oscuros, con presencia de tabiques transversales y longitudinales, globosos, elipsoides u ovoides, características que guardan coincidencia con los reportes de Barnett y Hunter (1998). De acuerdo con esta descripción corresponde al género *Stemphylium*.

Hongos saprófitos se encuentran en madera, suelo y aire (Vera, 2020); además menciona que son patógenos de plantas reduciendo el rendimiento del cultivo del tomate; y en humanos se han reportado reacciones alérgicas e infecciones pulmonares.

Figura 27

Stemphylium sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Stemphylium* sp.

4.1.26. Morfología del aislamiento 26: *Torula*

Colonias polvorrientas, negras en medio de cultivo PDA. Estructuralmente, presentan hifas septadas, marrones oscuros; conidióforos inconspicuos, simples, cortos, oscuros; conidios unicelulares, oscuros, cilíndricos con los extremos redondeados; características que coinciden con la descripción de Flores et al. (2011) y Vaz (2011). De acuerdo a las características se determinó al género *Torula*.

Prosperan en ambientes del suelo y acuáticos en zonas tropicales y templados; patógenos de plantas, sobre variedades de cítricos, plátanos y remolacha Samarakoon et al. (2021) y el quinal, Chávez y Roncal (2021) con apariciones de manchas en las hojas hasta producir la muerte; sin embargo, se han encontrado pocos estudios en enfermedades en humanos, como causantes de alergias tipo I y asma.

Figura 28

Torula sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Torula* sp.

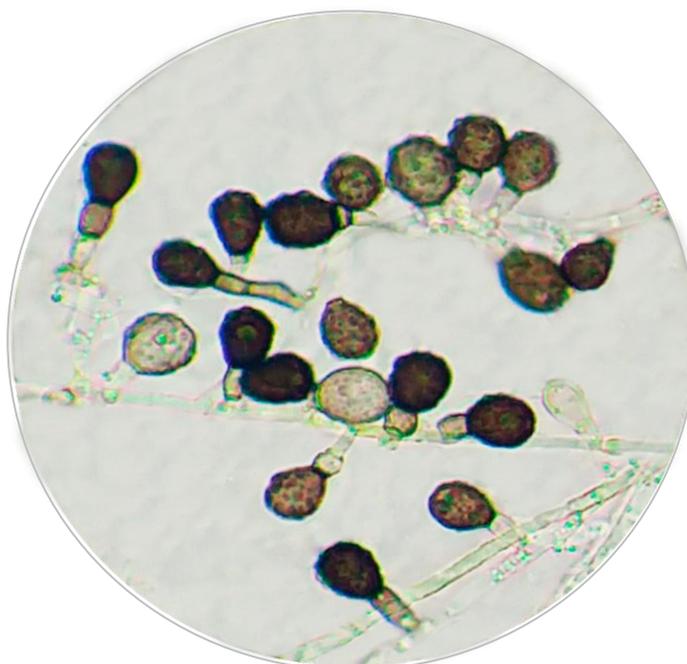
4.1.27. Morfología del aislamiento 27: *Trichocladium*

En medio de cultivo PDA presentan colonias de coloración gris a negro como lo reporta (Silvera, 2011). Hifas septadas; conidióforos incoloros o ligeramente marronáceos, septados, cortos o ausentes; conidios marrones oscuros, solitarios, se presentan de tipos conocidos como macroconidios y clamidosporas, ovoides a elipsoides, unicelulares y bicelulares; descripción coincidente con los reportes de Flores et al. (2011) y Barnett y Hunter (1998). Con la información descrita se identificó al género *Trichocladium*.

Se encuentran en los ambientes acuáticos, suelo y material vegetal; causa podredumbre y marchitamiento de raíces en plantas de vivero (Flores et al., 2011; Silvera, 2011); mientras tanto, Belosokhov et al. (2022) menciona que especies de este género como el *T. solani* es patógeno para la papa y causa lesiones llamadas “podredumbre amarilla de los tubérculos”.

Figura 29

Trichocladium sp.



Nota: Conidios de *Trichocladium* sp.

4.1.28. Morfología del aislamiento 28: *Trichoderma*

Colonias algodonosas en PDA, de coloración verde oscuro, características que coincide con el reporte de Garzón (2013). Hifas septadas, hialinas, delgadas; conidióforos ramificados, hialinos, filídicos; forman conidios hialinos o verdes, unicelulares, ovoides o elipsoides agrupados en pequeños racimos terminales; característica coincidente con Barnett y Hunter (1998). Según las características corresponden al género *Trichoderma*.

Se encuentran en el suelo, madera en descomposición y desechos orgánicos; patógenos oportunistas en humanos, efectos comúnmente producidos en casos del asma, pneumonitis hipersensitiva de tipo III y alergias de tipo I causados en personas inmucomprometidas (Cepero de García et al., 2012 y Castro, 2009); sin embargo, Chávez (2006) describe que el género *Trichoderma* actúa como agentes de control de enfermedades en plantas producidos por hongos patógenos del suelo.

Figura 30

Trichoderma sp.



Nota: Filídes y conidios de *Trichoderma* sp.

4.1.29. Morfología del aislamiento 29: *Trichothecium*

Colonias polvoriantas en PDA, blanco al principio, con la edad va tornándose de color amarillo oscuro o naranja en el reverso como en el anverso; coincidiendo con los reportes de Sánchez y Bustos (2019) y Arambarri (1981). Hifas septadas; conidióforos largos, delgados, simples, hialinos, septados, solitarios; conidios hialinos o brillantes, grandes, bicelulares, ovoides o elipsoidales (Raya, 2016). Descripción que pertenece al género *Trichothecium*.

Prosperan en plantas vivas y muertas y en el suelo, patógenos de plantas coníferas (Flores et al.,2011); esta descripción guarda similitud con Yepes y Solís (2015), quien menciona que este género causa podredumbre rosado en las manzanas y es parásito de los hongos carnosos.

Figura 31

Trichothecium sp.



Nota: Conidios bicelulares de *Trichothecium* sp.

4.1.30. Morfología del aislamiento 30: *Ulocladium*

Colonia de coloración marrón a negro en PDA. Hifas septadas, marrones; conidióforos oscuros, septados, simples; conidios septados, oscuros, periformes, ovoides, subsféricos a elipsoides; estas características coinciden con los reportes de Barnett y Hunter (1998) y Cepero de García et al. (2012). Con esta descripción nos conducen al género *Ulocladium*.

Son saprófitos se encuentran en material vegetal en descomposición, madera, suelo y aire, coincidiendo con el reporte de Cepero de García et al. (2012); por otra parte, Castro (2009) describe que en humanos los efectos se presentan en forma de alergias de tipo I y asma.

Figura 32

Ulocladium sp.



Nota: Conidióforo y conidios de *Ulocladium* sp.

4.1.31. Morfología del aislamiento 31: *Verticillium*

Micelios algodonosos en PDA, blanco al principio gris amarillento con la madurez, descripción que coincide con los reportes de Arias y Jerez (2008) y Barroso et al. (2011). Hifas septadas brillantemente coloreadas; conidióforos, delgados, tabicados, agrupados en el ápice de cada esterigma; conidios hialinos, unicelulares, ovoides a elipsoides, características que coincide con los reportes de Díaz et al. (2018). Esta descripción sirvió para identificar al género *Verticillium*.

Viven en el suelo con alto contenido de humedad; patógenos de plantas, atacan a especies herbáceas, leñosas y verduras en especial a la berenjena (Flores et al., 2011); esta descripción coincide con las investigaciones realizadas por Riquelme y Lagos (2021); donde mencionan que causa marchitez en plantas frutales, hortalizas y crucíferas (repollo y coliflor).

Figura 33

Verticillium sp.



Nota: Conidióforos y conidios de *Verticillium* sp.

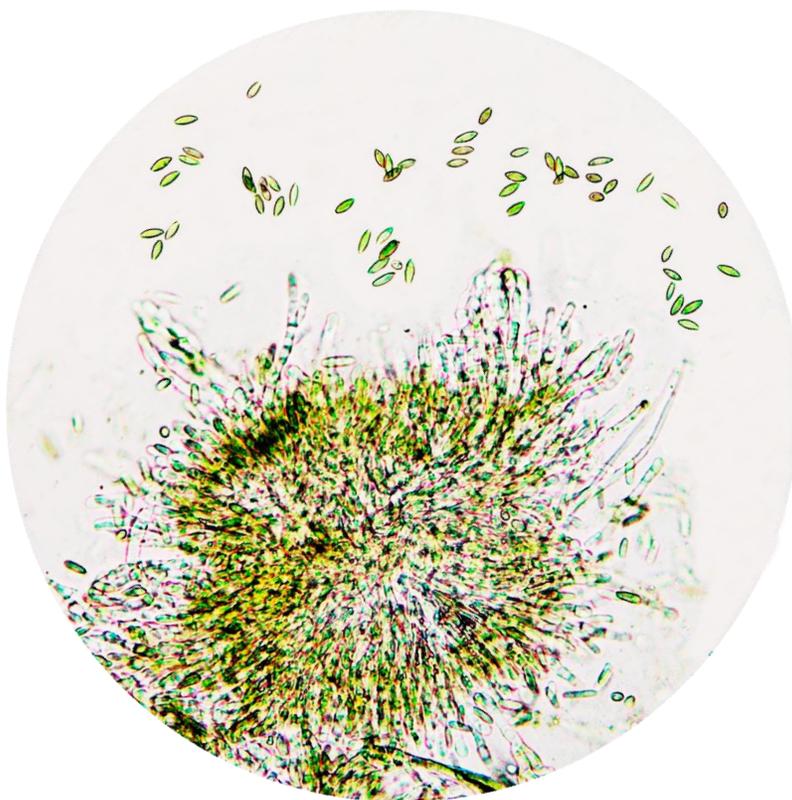
4.1.32. Morfología del aislamiento 32: *Gloeosporium*

Colonias blancas, algodonosas en PDA. Hifas septadas, conidióforos simples, hialinos, filiformes, que en la naturaleza forman acérvulos; conidios unicelulares, hialinos o brillantemente coloreadas, ligeramente curvos, ovaladas, ovoides a oblongos, características que coincide con los reportes de Robledo et al. (2019) y Roncal (2004). El género que se identificó con esta descripción es *Gloeosporium*.

Se encuentran en el aire; patógenos de hojas y frutos de plantas (Ruíz et al., 2014).

Figura 34

Gloeosporium sp.



Nota: Conidióforos y conidios unicelulares de *Gloeosporium* sp.

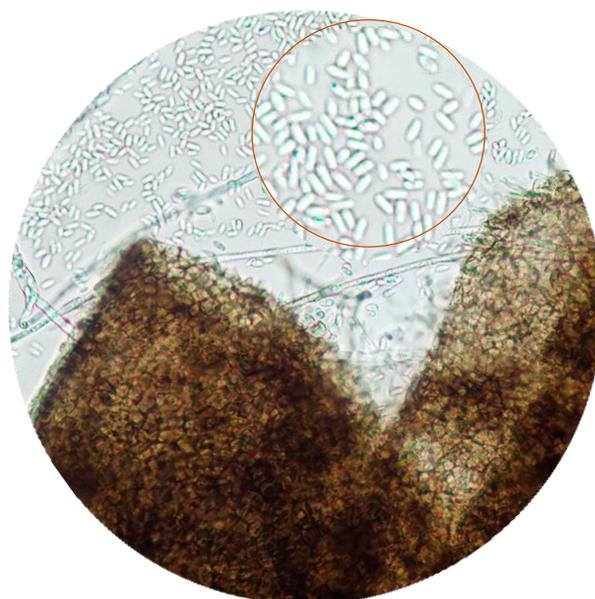
4.1.33. Morfología del aislamiento 33: *Macrophoma*

Micelio negro a marrón oscuro en PDA; que poco a poco se hace granuloso; las hifas se muestran levantadas o aéreas, de coloración marrón oscuro, característica que coincide con la descripción de Rixio (1992). Picnidios oscuros, globosos, ostiolados, simples, elipsoidales; conidióforos simples, cortos; conidios hialinos, unicelulares, ovoides a ampliamente elipsoidales, características que coincide con los reportes de Barnett y Hunter (1998) y Roncal (2004). Por la información descrita se identificó al género *Macrophoma*.

Gordillo (2018) describe que prosperan en la materia orgánica muerta; producen enfermedades de plantas como caída de hojas y como consecuencia se secan y mueren, atacan a las guayabas (*Psidium guajava*) causando una pudrición apical; descripción que coincide con Kapur y Chorm (1974), quien observa características similares de este género causando enfermedades en los frutos.

Figura 35

Macrophoma sp.



Nota: Picnidios de *Macrophoma* sp.

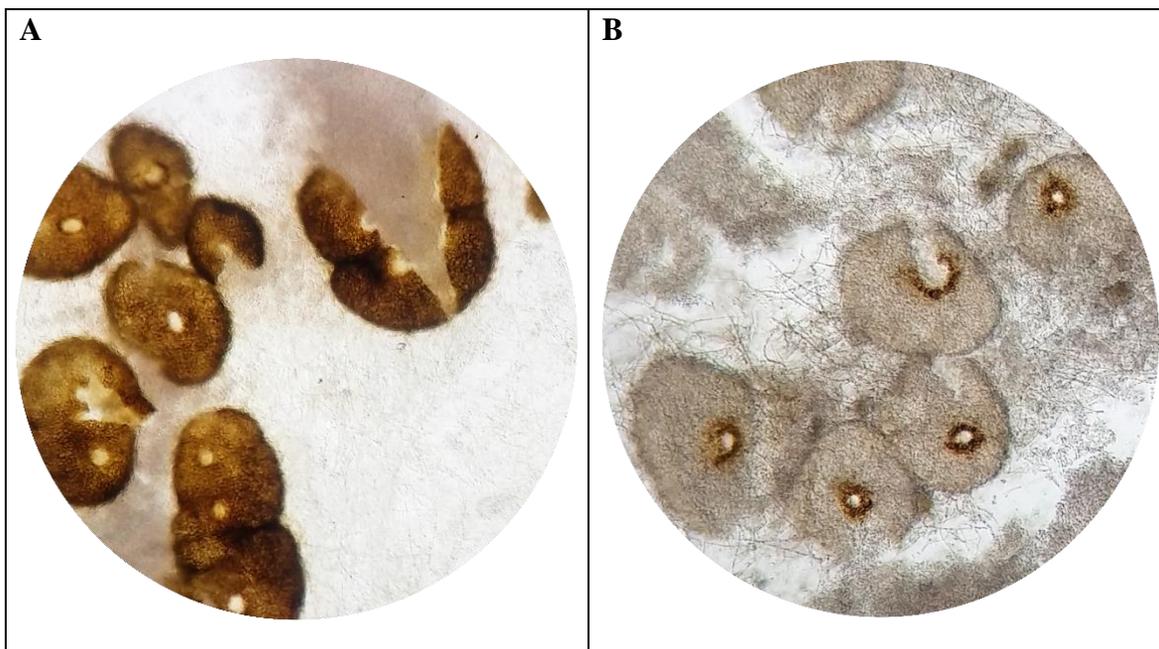
4.1.34. Morfología del aislamiento 34: *Phoma*

En PDA presenta colonias algodonosas, de coloración marrón a negro, amarillentas a los contornos y a menudo presentan tonalidades rosas (Cepero de García et al., 2012). Hifas hialinas y septadas; picnidios globosos, ostiolados; conidios unicelulares, hialinos, ovoides, elipsoides o cilíndricos, descripción coincidente con el reporte de Roncal (2004). El género con estas características pertenece a *Phoma*.

Viven sobre vegetales, son patógenos de plantas, afectando a las hojas y frutos; asimismo, Menza y Peláez (2016) describe que este género afecta tejidos tiernos de las hojas en desarrollo, tanto del tallo principal como de las ramas de plantas de café, hasta causar la necrosis.

Figura 36

Phoma sp.



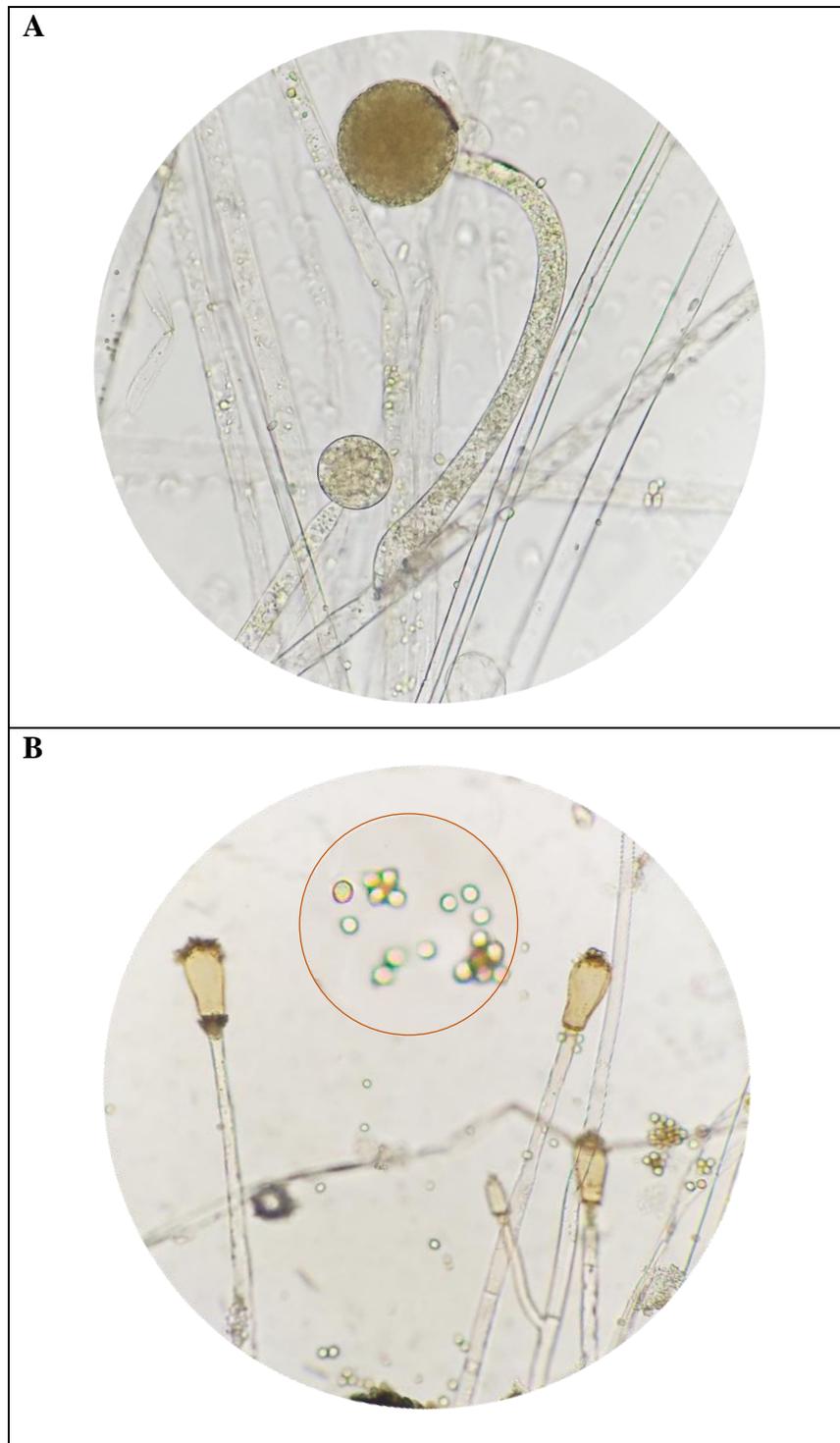
Nota: **A.** Picnidios y ostiolos del género *Phoma glomerata*. **B.** Picnidios y ostiolos del género *Phoma* sp.

4.1.35. Morfología del aislamiento 35: *Mucor*

Colonias blancas a cremas y con la madurez se tornan a marrón grisáceo y gris amarillento en PDA, descripción que coincide con los reportes de Pontón et al. (2002) y Ccuno (2017). Hifas hialinas a marrón claro, sin septos; esporangióforos simples, erectos que terminan en un esporangio de formas globosas o subglobosas en cuyo interior se forman los conidios; este género se diferencia de *Rhizopus* por la ausencia de rizoides, características coincidentes con Cepero de García et al. (2012). De acuerdo a esta descripción, el aislamiento corresponde al género *Mucor*.

Se encuentran en el suelo y en maderas; en humanos pueden ocasionar mucormicosis, infección causada en pacientes inmunocomprometidos Cepero de García et al. (2012); descripción que apoya Pemán y Salavert (2014) al describir que la mayoría de las infecciones causadas por los mucorales son muy graves y potencialmente mortales; asimismo, Quiroz et al. (2017) menciona que los mucorales pueden generar mucormicosis agresiva, mortal en algunas circunstancias, y se desarrollan en distintas partes del cuerpo, cutánea, rinocerebral y pulmonar.

Figura 37
Mucor sp.



Nota: Columela y esporas de *Mucor* sp1. **B.** Esporangióforos y esporas de *Mucor* sp2.

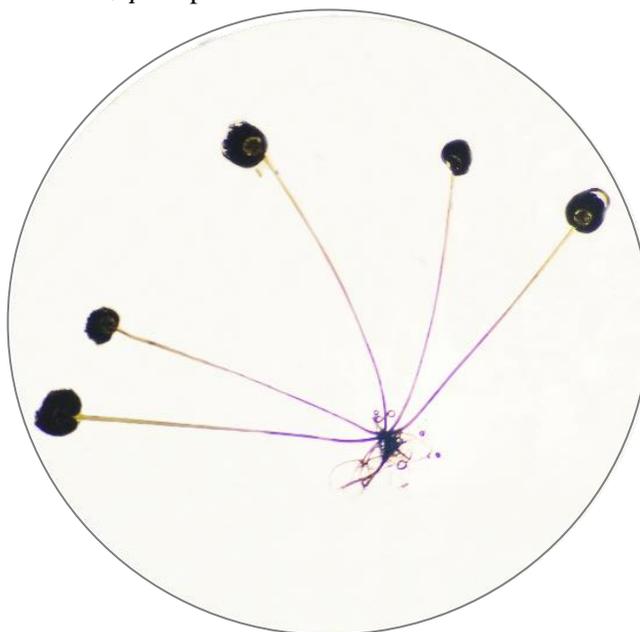
4.1.36. Morfología del aislamiento 36: *Rhizopus*

Colonias algodonosas gris oscuro en PDA; rizoides bien desarrollados, descripción que coincide con los reportes de Pontón et al. (2002) y Vílchez (2017). Hifas septadas; esporangióforo que termina en un esporangio simple, globosas o subglobosas, en cuyo interior se forman los conidios de formas ovoides, características coincidentes con los reportes de Garzón (2013) y Barnett y Hunter (1998). Según esta descripción se identificó al género *Rhizopus*.

Se encuentran en el suelo y residuos orgánicos; patógenos de plantas atacando a frutos, tubérculos y otros órganos vegetales; en humanos causan infecciones en la nariz, micosis por inhalación de sus esporas, provocando reacción alérgica e infecciones gastrointestinales al consumir alimentos contaminados por estos hongos (Castro, 2009). Además, Carrillo et al. (2013) coincide con la descripción realizada por Castro, y menciona que el 50 % de enfermedades en humanos son causadas por especies de *Rhizopus* sp.

Figura 38

Rhizopus sp.



Nota: Esporangióforos y esporangio de *Rizhopus* sp.

4.1.37. Morfología del aislamiento 37: *Sclerotinia*

Micelio blanco esponjoso en PDA; hifas septadas; esclerocios de color marrón a negro, globosos o irregulares llamadas estructuras de supervivencia, características coincidentes con los reportes de Granados (2018) y Cepero de García et al. (2012). Por la información descrita se identificó al género *Sclerotinia*.

Prosperan en el suelo la mayoría de ellos saprótrofos; patógenos causantes de la pudrición acuosa en diferentes vegetales (Delhey et al., 2009); reporte que coincide con la descripción realizada por Verdeguer (1985), quien menciona que este género ataca a las raíces, bulbos y zona del cuello de las plantas, causando marchitez y su posterior muerte.

Figura 39

Sclerotinia sp.



Nota: Formación de esclerocios de Sclerotinia sp.

4.1.38. Morfología del aislamiento 38: *Chaetomium*

Colonias algodonosas, grises en medio de cultivo PDA, descripción que coincide con el reporte de Rodríguez (2006). Hifas septadas; dentro del micelio se forman los cuerpos fructíferos denominados peritecios recubiertos de setas oscuras, en el interior se encuentran las ascas conformadas por ocho ascosporas unicelulares, cilíndricas, ovoidal o clavados, de coloración marrón oliva claro, características descritas que coincide con Cepero de García et al. (2012). Esta descripción nos conduce al género *Chaetomium*.

Prosperan en el suelo, estiércol y en el aire, reporte que coincide con la descripción de (Cepero de García et al., 2012). Con respecto a enfermedades en humanos, Piñeiro et al. (2017) describe que este género puede causar infecciones superficiales e incluso comprometer el sistema nervioso central en pacientes con enfermedades onco-hematológicas.

Figura 40

Chaetomium sp.



Nota: Peritecio y ascosporas de *Chaetomium* sp.

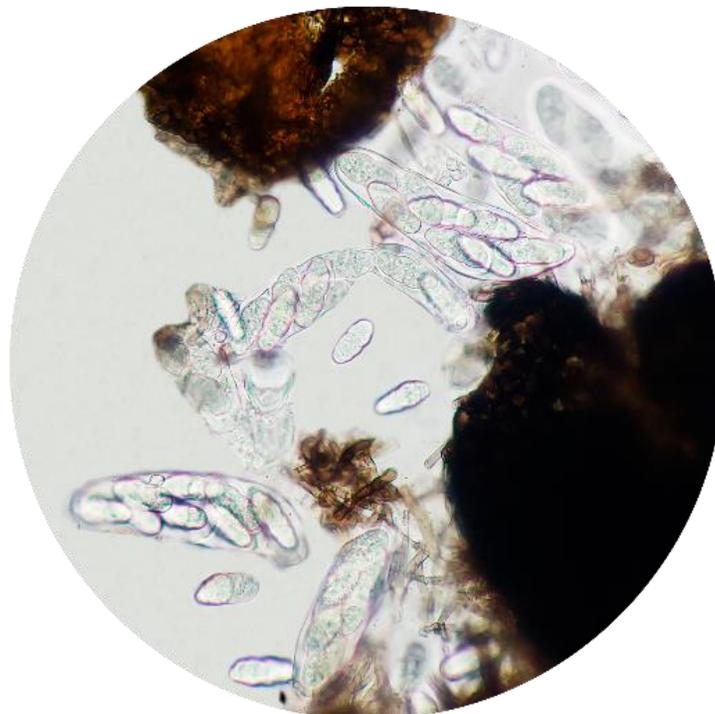
4.1.39. Morfología del aislamiento 39: *Leptosphaerulina*

En PDA presentan colonias blancas al principio y con la edad se torna de color marrón negruzco, coincidiendo con Silvera (2011). Forman estructuras denominadas peritecios que contienen ascas hialinas con ocho esporas; ascosporas, pálidas, hialinas, ovoides y septadas transversalmente, descripción que guarda similitud con el reporte de Flores (2011). Según las características, el aislamiento pertenece al género *Leptosphaerulina*.

Fitopatógenos en alfalfas, causando disminución de la calidad y rendimiento (France, 1985). Lujan (2022) describe a este género como la enfermedad causante de la mancha necrótica en el cultivo de quinua. Además, con incidencia moderada menciona que es patógeno en otros cultivos como leguminosas y ocas.

Figura 41

Leptosphaerulina sp.



Nota: Ascosporas de *Leptosphaerulina* sp.

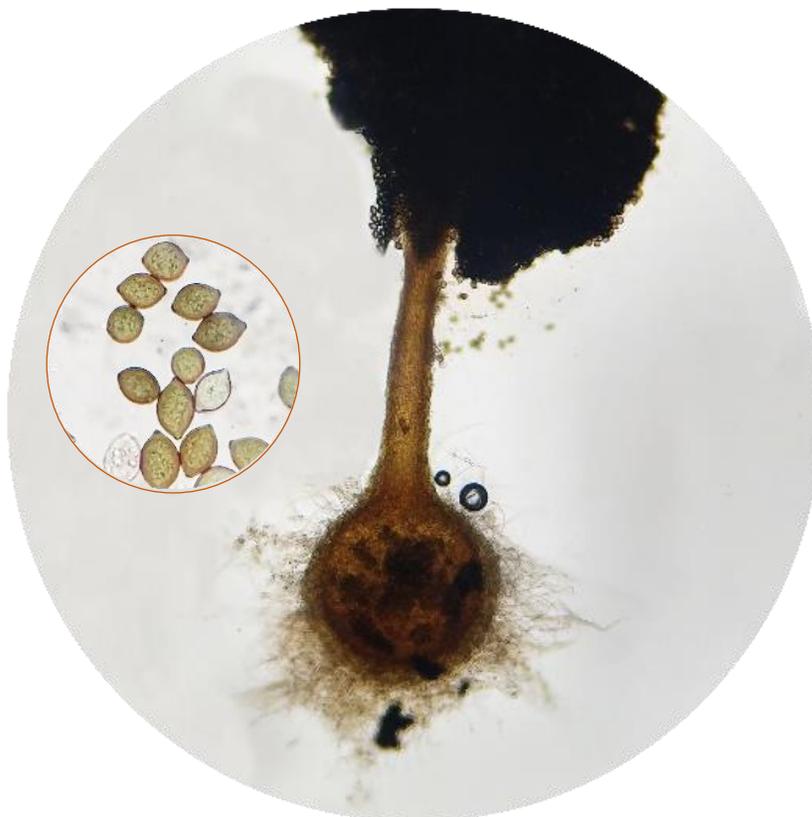
4.1.40. Morfología del aislamiento 40: *Melanospora*

Colonia de crecimiento restringido, amarillenta a marrón en PDA, características coincidentes con Warham et al. (1997). Peritecios esféricos, cuellos cortos o largos, con tricomas o pelos terminales de coloración amarillo, café o negro; ascas cuando llega la madurez forman 8 ascosporas amarillos o marrones unicelulares, pigmentadas, elipsoidales o fusiformes con poros germinales en los extremos; descripción que coinciden con los reportes de Hanlin (1990) y Warham et al. (1997). Según estas características corresponden al género *Melanospora*.

Hongos saprófitos de restos vegetales en el suelo o en semillas (Hanlin, 1990).

Figura 42

Melanospora sp.



Nota: Peritecio y ascosporas de *Melanospora* sp.

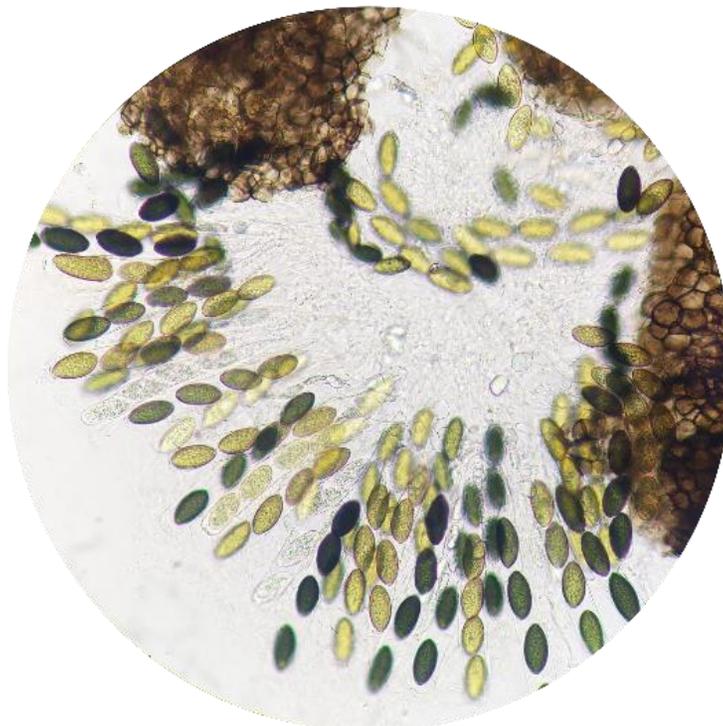
4.1.41. Morfología del aislamiento 41: *Sordaria*

En medio de cultivo PDA presentan colonias blancas a grises, descripciones coincidentes con el reporte de Warham et al. (1997). Peritecios marrones oscuros a negros, no presentan estromas, compuestos por 3 o 4 capas, periformes, redondeadas o angulares; ascas que contiene ocho ascosporas marrones oscuros, unicelulares, fusiformes o subglobosos, descripción que coinciden con los reportes de Cepero de García et al. (2012) y Delgado et al. (2001). Según las características se identificó al género *Sordaria*.

Hongos de este género son coprófilos, pero también se encuentran en el suelo y en semillas (Cepero de García et al., 2012).

Figura 43

Sordaria sp.



Nota: Ascosporas de *Sordaria* sp.

4.1.42. Morfología del aislamiento 42: *Levadura*

Crecimiento gelatinoso en PDA, colonias lisas, blanquecinas a cremas parecidas a las bacterias. Microscópicamente se muestran en proceso de reproducción por gemación; ovaladas, esféricas o cilíndricas; este tipo de hongos crece de 0 – 50 °C.; descripción que coincide con los reportes de Pontón et al., (2002) y Vílchez (2017). Según las características descritas corresponden al grupo de las Levaduras.

Prosperan en el suelo, materia orgánica en descomposición, se presentan como patógenos oportunistas de animales y plantas; algunas levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* (levadura de la cerveza) se han empleado en el tratamiento de problemas gastrointestinales con presencia de diarrea (Pontón et al., 2002); por otro lado, Cepero de García et al. (2012) describe que la Levadura también son considerados patógenos para el hombre y los animales.

Figura 44

Levadura



Nota: Vista al microscopio de Levadura

4.2. Clasificación taxonómica de microorganismo aeromicológicos

Los resultados obtenidos en el área de estudio del Relleno Sanitario de la ciudad de Cajamarca se identificaron 52 microorganismos aeromicológicos, agrupados en 23 familias y 14 órdenes, que a continuación se muestran:

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de microorganismos aeromicológicos

Orden	Familia	Género	Especie
Amphisphaeriales	Didymosphaeriaceae	Dictyoarthrinium	<i>Dictyoarthrinium</i> sp.
Botryosphaeriales	Botryosphaeriaceae	Macrophoma	<i>Macrophoma</i> sp.
Capnodiales	Capnodiaceae	Fumago	<i>Fumago</i> sp.
	Dematiaceae	Cladosporium	<i>Cladosporium</i> sp.
	Mycosphaerellaceae	Cercospora	<i>Cercospora</i> sp.
Eurotiales	Trichocomaceae	Penicillium	<i>Penicillium digitatum</i> <i>Penicillium notatum</i>
		Aspergillus	<i>Aspergillus niger</i>
			<i>Aspergillus flavus</i>
			<i>Aspergillus</i> sp.
			<i>Aspergillus parasiticus</i> <i>Aspergillus tamarii</i>
		Glomerellales	Plectosphaerellaceae
Stachylidium	<i>Stachylidium</i> sp.		
Helotiales	Sclerotiniaceae	Monilia	<i>Monilia</i> sp.
		Sclerotinia	<i>Sclerotinia</i> sp.
		Botrytis	<i>Botrytis</i> sp.
Hypocreales	Hypocreaceae	Cephalosporium	<i>Cephalosporium</i> sp.
		Gliocladium	<i>Gliocladium</i> sp.
		Trichoderma	<i>Trichoderma</i> sp.
	Incertae sedis	Trichothecium	<i>Trichothecium</i> sp.
	Nectriaceae	Fusarium	<i>Fusarium solani</i> <i>Fusarium oxysporium</i>
	Stachybotriaceae	Stachybotrys	<i>Stachybotrys</i> sp.
		Memnoniella	<i>Memnoniella</i> sp.
Incertae sedis	Incertae sedis	Gloeosporium	<i>Gloeosporium</i> sp.
Melanosporales	Ceratostomataceae	Melanospora	<i>Melanospora</i> sp.
Microascales	Microascaceae	Phaeoscopulariopsis	<i>Phaeoscopulariopsis</i> sp.
		Doratomyces	<i>Doratomyces</i> sp.
Mucorales	Mucoraceae	Mucor	<i>Mucor</i> sp1

Orden	Familia	Género	Especie
			<i>Mucor</i> sp2.
		Rhizopus	<i>Rhizopus</i> sp.
	Astrosphaeriellaceae	Pithomyces	<i>Pithomyces</i> sp.
		Epicoccum	<i>Epicoccum nigrum</i>
			<i>Epicoccum</i> sp.
	Didymellaceae	Phoma	<i>Phoma glomerata</i>
			<i>Phoma</i> sp.
		Leptosphaerulina	<i>Leptosphaerulina</i> sp.
Pleosporales		Alternaria	<i>Alternaria alternata</i>
			<i>Alternaria solani</i>
	Pleosporaceae	Stemphylium	<i>Stemphylium</i> sp.
		Drechslera	<i>Drechslera</i> sp.
		Curvularia	<i>Curvularia</i> sp.
		Ulocladium	<i>Ulocladium</i> sp.
	Torulacea	Torula	<i>Torula</i> sp.
Mycosphaerellales	Mycosphaerellaceae	Periconiella	<i>Periconiella</i> sp.
		Botryotrichum	<i>Botryotrichum</i> sp.
Sordariales	Chaetomiaceae	Chaetomium	<i>Chaetomium</i> sp.
		Trichocladium	<i>Trichocladium</i> sp.
	Sordariaceae	Sordaria	<i>Sordaria</i> sp.
Xylariales	Apiosporaceae	Nigrospora	<i>Nigrospora</i> sp.
		Levadura	<i>Levadura</i>

Nota: Elaboración propia, clasificación realizada en base a los autores (Cepero de García et al., 2012; Roncal, 2004; Rivas, 2014; Pound et al., 2022; Orozco et al., 2023; Argumedo et al., 2009; y Barnett y Hunter, 1998).

4.3. Análisis estadístico

Tabla 3*Presencia de microorganismos aeromicológicos durante la evaluación - PTRS*

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	TOTAL
Apiosporaceae	Nigrospora	<i>Nigrospora</i> sp.	*1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
Astrosphaeriellaceae	Pithomyces	<i>Pithomyces</i> sp.												1	1				1																3
Botryosphaeriaceae	Macrophoma	<i>Macrophoma</i> sp.								1				1					1			1						1							5
Capnodiaceae	Fumago	<i>Fumago</i> sp.													1																				1
Ceratostomataceae	Melanospora	<i>Melanospora</i> sp.								1																									2
Chaetomiaceae	Botryotrichum	<i>Botryotrichum</i> sp.		1	1		1							1			1						1		1			1		1					9
	Chaetomium	<i>Chaetomium</i> sp.																				1													1
	Trichocladium	<i>Trichocladium</i> sp.		1									1																						2
Dematiaceae	Cladosporium	<i>Cladosporium</i> sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32
Didymellaceae	Epicoccum	<i>Epicoccum nigrum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32
	Epicoccum	<i>Epicoccum</i> sp.		1		1	1	1	1		1	1							1			1		1			1		1	1	1				14
	Phoma	<i>Phoma glomerata</i>	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
	Phoma	<i>Phoma</i> sp.					1	1																				1	1						4
	Leptosphaerulina	<i>Leptosphaerulina</i> sp.			1					1							1																		3
Didymosphaeriaceae	Dictyoarthrinium	<i>Dictyoarthrinium</i> sp.			1																							1							2
Hypocreaceae	Cephalosporium	<i>Cephalosporium</i> sp.							1					1										1		1									5
	Gliocladium	<i>Gliocladium</i> sp.										1					1						1												3
	Trichoderma	<i>Trichoderma</i> sp.			1					1	1															1			1						5
Incertae sedis	Trichothecium	<i>Trichothecium</i> sp.									1			1					1																3
	Incertae sedis	<i>Gloeosporium</i> sp.				1						1							1	1				1				1							6
Microasaceae	Phaeoscopulariopsis	<i>Phaeoscopulariopsis</i> sp.						1																											1
	Doratomyces	<i>Doratomyces</i> sp.								1			1	1	1					1	1		1		1	1			1						10
Mucoraceae	Mucor	<i>Mucor</i> sp1	1	1				1	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						18
	Mucor	<i>Mucor</i> sp2									1			1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	15
	Rhizopus	<i>Rhizopus</i> sp.	1		1		1	1			1	1					1	1							1	1						1			13
Mycosphaerellaceae	Periconiella	<i>Periconiella</i> sp.				1											1							1			1								4
	Cercospora	<i>Cercospora</i> sp.																					1												1
Nectriaceae	Fusarium	<i>Fusarium solani</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31
	Fusarium	<i>Fusarium oxysporium</i>	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30

¹ Representa la presencia de microorganismos fúngicos en placa, en cada punto muestreado.

4.3.1. Riqueza de los microorganismos fúngicos

Para la interpretación de riqueza se realizó el cálculo aplicando la fórmula de riqueza de especies que se muestra a continuación:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{Ei}{NET}$$

S: índice de riqueza

Ei: número de especies encontrados por cada punto de monitoreo

NET: Número total de especies encontradas = **52**

Figura 45

Mapa de calor de riqueza de especies de los 5 monitoreos - PTRS

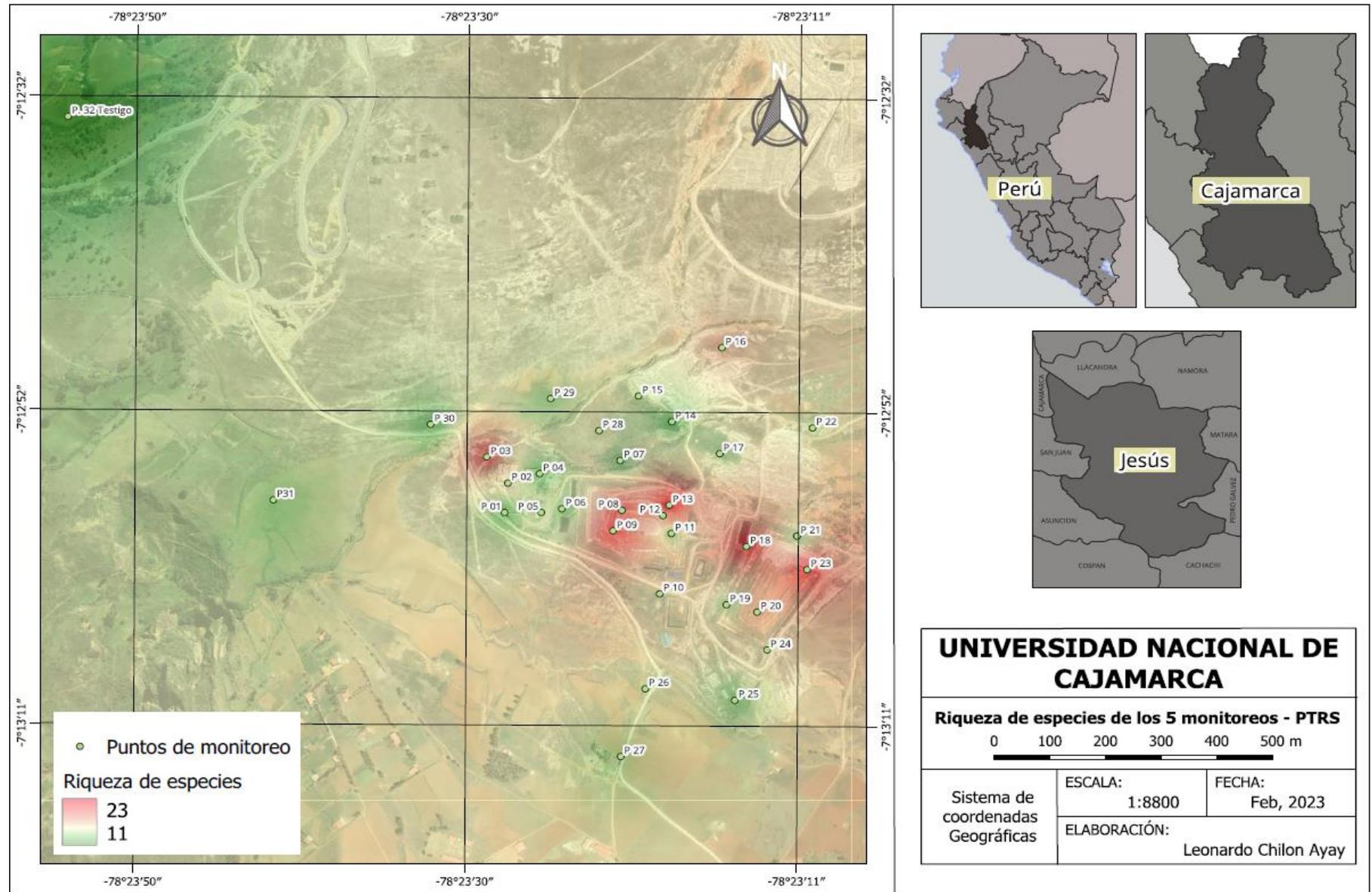
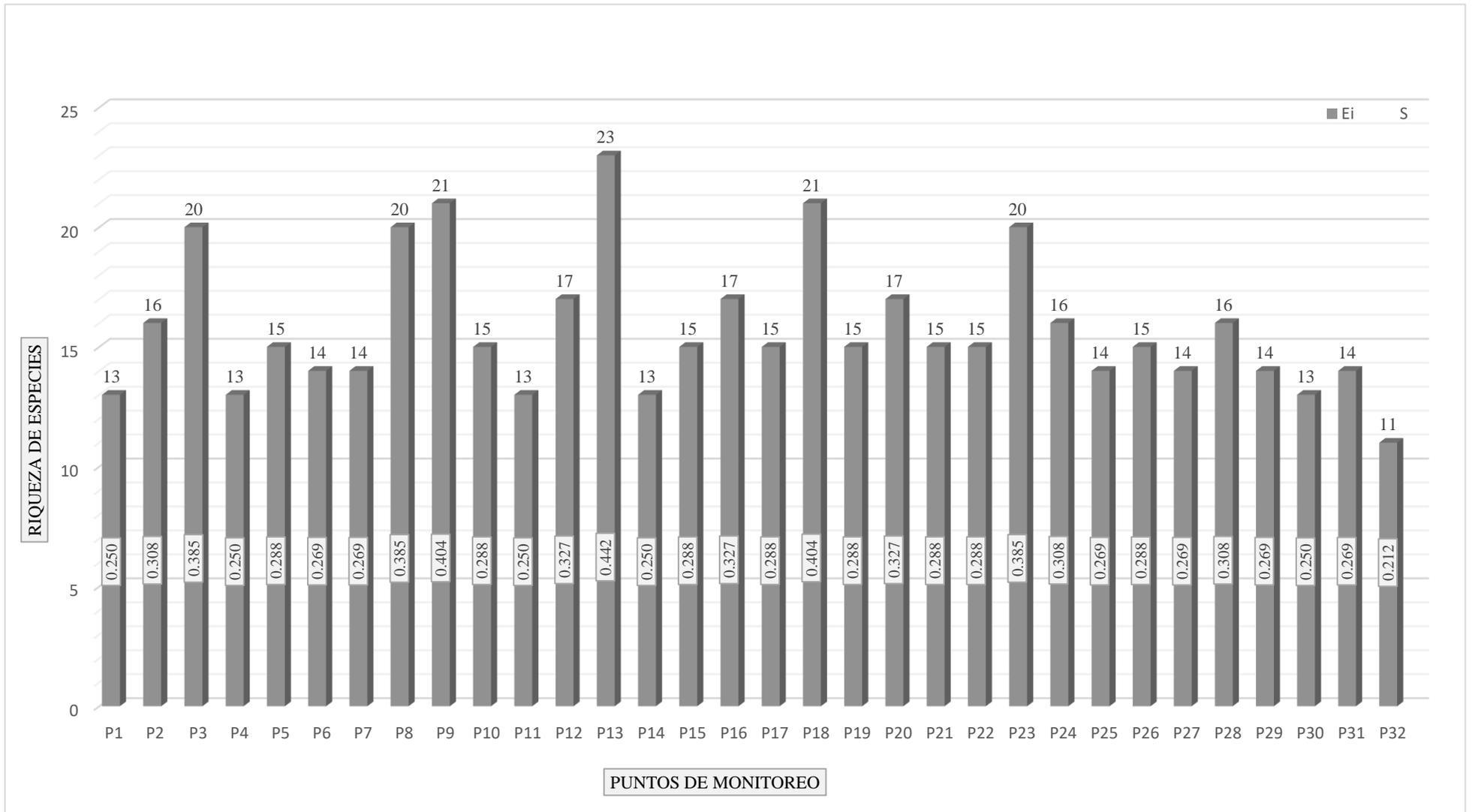


Figura 46

Histograma de riqueza de los 5 monitoreos en la planta de tratamiento de residuos sólidos - Cajamarca



En la Figura 46 podemos observar que el punto P13 es el que presenta mayor riqueza de microorganismos fúngicos respecto a los demás, con un total de 23 especies diferentes identificadas durante la evaluación, con un valor de riqueza de especies de 0.442; seguido de los puntos P9 y P18, donde se presentan 21 especies fúngicas diferentes, con una riqueza de especies 0.404. Asimismo los puntos P3, P8 y P23 presentan una riqueza de especies de 0.385 con 20 especies fúngicas; los puntos P12, P16 y P20 presenta una riqueza de especies de 0.327 con de 17 especies fúngicas diferentes; seguido de los puntos P2, P24 y P28 que presentan una riqueza de especies de 0.308, con 16 especies fúngicas diferentes; los puntos P5, P10, P15, P17, P19, P21, P22 y P26 presentan una riqueza de especies de 0.288, con presencia de 15 especies fúngicas diferentes; los puntos P6, P7, P25, P27, P29 y P31 con una riqueza de especies de 0.269, con 14 especies fúngicas diferentes; en los puntos P1, P4, P11 y P14 se presenta una riqueza de especies de 0.250 con 13 especies fúngicas diferentes; mientras que en el punto P32 (patrón) es el que presenta la riqueza de especies más baja con valor de 0.212, presentando 11 especies diferentes en el punto muestreado.

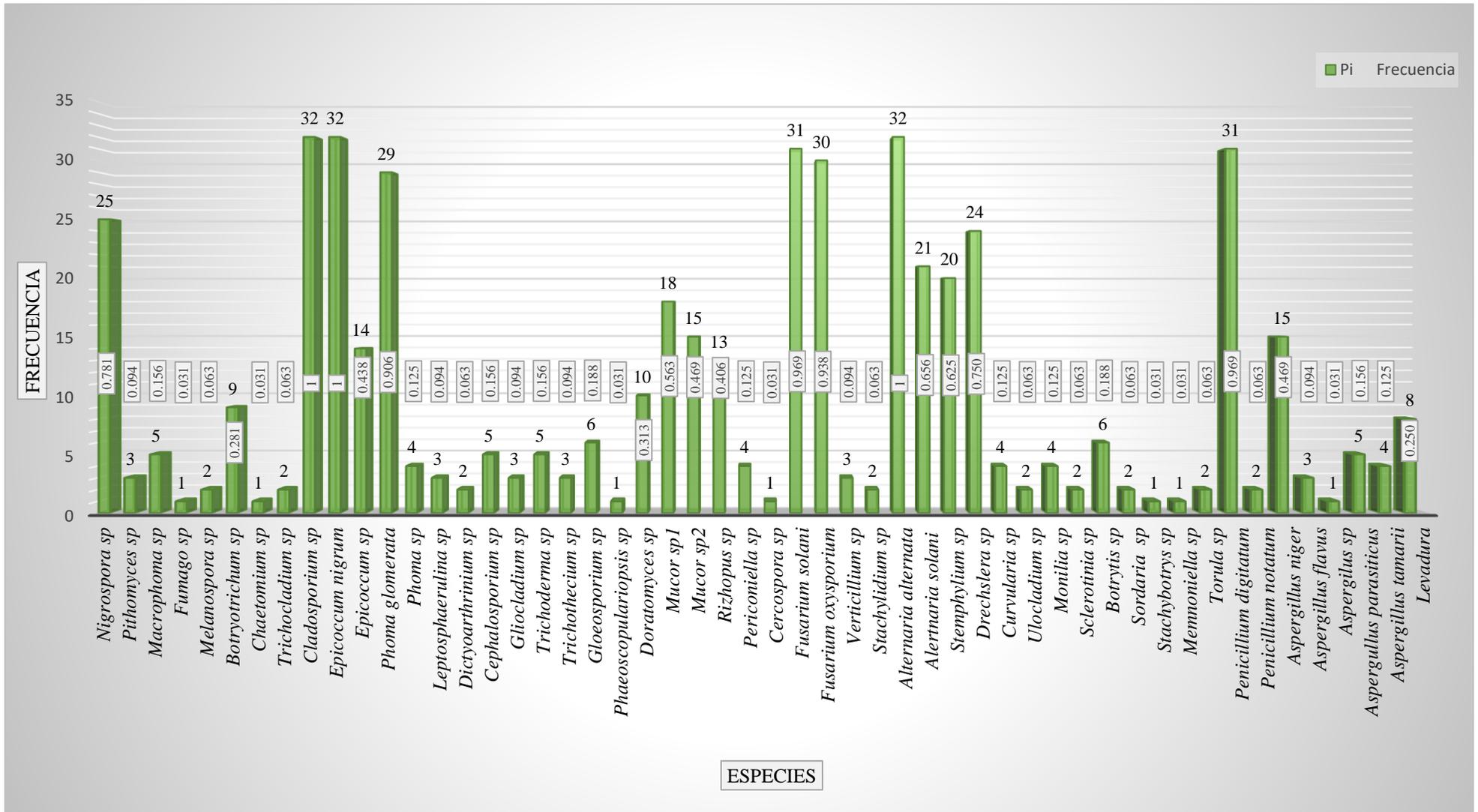
Los resultados que se muestran en la figura 45 indican que los puntos de muestreo con mayor riqueza de especies comprenden los puntos P13, P9, P8, P12, P11 y P23, los cuales se encuentran dentro de las celdas 1 y 2, que involucran el patio de descarga de ambas estructuras de disposición final; además, observamos que el punto P18 ubicado en la poza de lixiviados de la celda 2 presenta características similares; lo que concuerda con lo descrito por Rodríguez et al., (2006) y Flores et al., (2007), quienes encontraron la cuantificación más alta de esporas fúngicas en el patio de descarga y áreas cercanas a él; de igual manera, Gonzáles y Campos, (2016) observaron que la mayor concentración de microorganismos fúngicos se encontraron en las piscinas de lixiviados y celdas de disposición final. La presencia de estas esporas fúngicas resulta

perjudicial para las personas, afectando pulmones, alvéolos y bronquios, pudiendo generar enfermedades alérgicas, respiratorias crónicas e infecciones graves (Sánchez, et al., 2006). Siendo un riesgo latente para la salud del personal que labora dentro de las instalaciones del Relleno Sanitarios y los habitantes de las comunidades cercanas que residen (Stetzenbach, 2002; Douwes et al. 2002). La riqueza promedio de especies se encuentran ubicados en las zonas administrativas (P5, P2 y P1), lo que concuerda con Flores, et al. (2007), quien menciona que en las áreas de oficinas se generan aerosoles en menor cantidad; a excepto del punto P3 que se observa alta concentración de riqueza de especies; de acuerdo con (Sánchez y Almaguer, 2014), menciona que esto puede verse afectado por las corrientes de aire, ya que las esporas las utilizan para transportarse. En el punto P4 ubicado en el área de compost se ha encontrado una concentración menor de riqueza de especies, esto podría ser porque solo cumple con la función de almacenamiento; sin embargo, Rodríguez et al. (2006) describe una alta concentración de esporas fúngicas en la planta de compostaje, esto puede ser debido a que la infraestructura revisada por Rodríguez sí involucraba todas las actividades de compostaje. La riqueza de especies va disminuyendo conforme los puntos va alejándose del Relleno Sanitario, como es el caso del punto P32, que fue utilizado como patrón y ubicado a mayor distancia, como se esperaba, es el punto con menor cantidad de riqueza de especies.

4.3.2. Frecuencia de los microorganismos fúngicos

Figura 47

Histograma de frecuencia de especies de los 5 monitoreos en la planta de tratamiento de residuos sólidos - Cajamarca



En la figura 47 se muestra la frecuencia de especies durante la evaluación realizada en el Relleno Sanitario de Cajamarca, las especies *Cladosporium* sp., *Epicoccum nigrum* y *Alternaria alternata* son los organismos más frecuentes, predominando en los 32 puntos muestreados con un valor calculado de 1; lo que concuerda con Medina (2016), quien menciona que estos organismos presentaron alta frecuencia en su estudio realizado en el Relleno Sanitario de Celendín; además, Quantus Analytical (2005, como se citó en Castro, 2009), indica que el género *Cladosporium* es un grupo de organismos bastante frecuentes en ambientes internos y externos; Campbell (1987), argumenta que los organismos *Cladosporium* sp. y *Alternaria* sp. son comunes al medio día y dependen de la turbulencia del aire. De igual manera los microorganismos con alta frecuencia se observan a *Fusarium solani* y *Penicillium digitatum*, con un valor de 0.969, estando presentes en 31 puntos de muestreo durante la evaluación; *Fusarium oxysporium*, con valor de 0.938 presente en 30 puntos de muestreo, resultados que coincide con Flores et al., (2007), donde menciona que estos microorganismos son bastante frecuentes en el Relleno Sanitario realizado en Aguas Calientes - México; seguidamente se observa a *Phoma glomerata*, con valor de 0.906 presente en 29 puntos de muestreo; *Nigrospora* sp, con valor de 0.781 presentes en 25 puntos muestreados; *Drechslera* sp con valor de 0.750, estando presentes en 24 puntos muestreados; *Alternaria solani* con valor de 0.656 microorganismo presente en 21 puntos muestreados, resultados que coincide con lo descrito por Castro, (2009), quien indica que los microorganismos más frecuentes en el Relleno Sanitario son: *Cladosporium* sp., *Penicillium notatum*, *Aspergillus* sp., *Alternaria* sp. y *Nigrospora* sp.; asimismo se observa a *Stemphylium* sp y *Mucor* sp1 con valores de 0.625 y 0.563 estando presentes en 20 y 18 puntos respectivamente; los organismos medianamente frecuentes pertenecen a las especies *Mucor* sp2 y *Aspergillus niger* con valor de 0.469 presentes en 15 puntos muestreados; *Epicoccum* sp con valor de 0.438 estando

presente en 14 puntos de muestreo; seguido de *Rhizopus* sp con valor de 0.406 microorganismo presente en 13 puntos de muestreo; también está *Doratomyces* sp con valor de 0.313 estando presente en 10 puntos muestreados; *Botryotrichum* sp con valor de 0.281 presente en 9 puntos muestreados; *Levadura* con valor de 0.250 presente en 8 puntos muestreados; *Gloeosporium* sp y *Botrytis* sp con valor de 0.188 presentes en 6 puntos muestreados. Flores et al. (2007), argumenta que *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp son géneros que presentan características alergénicas en el ser humano; así como la familia de los mucorales: *Mucor* sp y *Rhizopus* sp son potencialmente graves y mortales (Pemán y Salavert, 2014).

Los organismos identificados con menor frecuencia fueron *Macrophoma* sp, *Cephalosporium* sp, *Trichoderma* sp, *Aspergillus parasiticus*, *Phoma* sp, *Periconiella* sp, *Curvularia* sp, *Monilia* sp, *Aspergillus tamarii*, *Pihomyces* sp, *Phoma* sp, *Leptosphaerulina* sp, *Gliocladium* sp, *Trichothecium* sp, *Verticillium* sp, *Aspergillus flavus*, *Melanospora* sp, *Trichocladium* sp, *Dictyoarthrinium* sp, *Stachylidium* sp, *Ulocladium* sp, *Sclerotinia* sp, *Sordaria* sp, *Torula* sp y *Penicillium* sp con valores menor o igual a 0.156, presentes en menor o igual a 5 puntos de muestreo; mientras que la frecuencia más baja son las especies *Fumago* sp, *Chaetomium* sp, *Phaeoscupulariopsis* sp, *Cercospora* sp, *Stachybotrys* sp, *Memnoniella* sp y *Aspergillus* sp con valor de 0.031 únicamente encontrados en 1 punto de muestreo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los microorganismos aeromicológicos identificados en el Relleno Sanitario fueron de 52 siendo los siguientes: *Nigrospora* sp., *Pithomyces* sp., *Macrophoma* sp., *Fumago* sp., *Melanospora* sp., *Botryotrichum* sp., *Chaetomium* sp., *Trichocladium* sp., *Cladosporium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Epicoccum* sp., *Phoma glomerata*, *Phoma* sp., *Leptosphaerulina* sp., *Dictyoarthrinium* sp., *Cephalosporium* sp., *Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp., *Trichothecium* sp., *Gloeosporium* sp., *Phaeoscopulariopsis* sp., *Doratomyces* sp., *Mucor* sp1, *Mucor* sp2, *Rhizopus* sp., *Periconiella* sp., *Cercospora* sp., *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporium*, *Verticillium* sp., *Stachylidium* sp., *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Stemphylium* sp., *Drechslera* sp., *Curvularia* sp., *Ulocladium* sp., *Monilia* sp., *Sclerotinia* sp., *Botrytis* sp., *Sordaria* sp., *Stachybotrys* sp., *Memmoniella* sp., *Torula* sp., *Penicillium digitatum*, *Penicillium* sp., *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus* sp., *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus tamarai* y un género de *Levadura* desconocido.
- La mayor concentración de riqueza aeromicológica fueron en las áreas de: patio de descarga de residuos sólidos, poza de lixiviados y oficinas administrativas.
- Los microorganismos más frecuentes en Relleno Sanitario fueron: *Cladosporium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp., *Penicillium digitatum*, *Phoma glomerata* y *Nigrospora* sp.
- Los microorganismos alergénicos para el ser humano fueron: *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Botrytis* sp., *Cephalosporium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp.,

Chaetomium sp., *Drechslera* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Scopulariopsis* sp., *Rhizopus* sp., *Stachybotrys* sp., *Stemphylium* sp., *Trichoderma* sp. y *Ulocladium* sp.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda hacer más estudios aeromicológicos, a diferentes alturas de exposición de placas; a nivel de suelo, intermedio y parte alta.
- Se recomienda ampliar el estudio aeromicológico tomando en cuenta las estaciones del año y realizar una comparación de la concentración de esporas fúngicas.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ainsworth, G. y Bisby, G. (2008). *Dictionary of the fungi*.
[https://books.google.com.pe/books?id=IFD4_VFRDdUC&printsec=frontcover&hl=es
&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=IFD4_VFRDdUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Aira, M., Jato, V. y Iglesias, I. (2005). *Calidad del aire: polen y esporas en la Comunidad Gallega*. (1 Ed) Grafisant S.L.
- Albornoz, J. (2014). *Estudio de la calidad microbiológica del aire interior de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) en la Universidad Nacional Agraria la Molina en base a los hongos ambientales* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria la Molina].
- Alexopoulos, C y Mins, C. (1979). *Introductory Mycology*. 3 ed. Edit. Jhon Wiley & Sons. New York.
- Álvarez, G. (2019). *Intoxicación por Hongo de la pradera Pithomyces Chartarum*.
https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/184_2832.pdf
- Álvarez, J. (2011). Infección por *Drechslera hawaiiensis*. Reporte de caso clínico y revisión de literatura. *Rev. Estomat*, 19(2), 29 – 32.
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/3542/05Rep02.pdf?sequence=1>
- Ángeles, A., Virgen, G., Valencia, J., Ramírez, C., Paredes, L. y Hurtado, S. (2016). Evaluación no destructiva de la patogenicidad de *Cercospora agavicola* en vitroplántulas de agave azul tequilero irradiadas con rayos gamma Co⁶⁰. *Acta Universitaria*, 26(6), 3 – 10. <https://doi.org/10.15174/au.2016.1121>

- Arambarri, A. (1981). *Micoflora de la hojarasca de Nothofagus Obliqua y N. Pumilio*. *Bolitin de la Sociedad Argentina de Botánica*. <https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/19-30003.pdf>
- Arbeláez, G. (2000). Algunos aspectos de los hongos del género *Fusarium* y de la especie *Fusarium oxysporum*. *Agronomía Colombiana*, 17(1), 11 – 22.
- Arenas, R. (2015). *Micología médica*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.elsolucionario.org/micologia-medica-ilustrada-roberto-arenas-3ra-edicion/>
- Argumedo, R., Alarcón, A., Ferrera, R. y Peña, J. (2009). El género fúngico *Trichoderma* y su relación con contaminantes orgánicos e inorgánicos. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 25 (4), 257-269.
- Arias, J. y Jerez, A. (2008). *Elaboración de un atlas para la descripción macroscópica y microscópica de hongos fitopatógenos de interés en especies de flores de corte cultivadas en la Sabana de Bogotá* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeria, Bogotá D.C]
- Barnett, H. (1960). *Illustrated genera of Imperfect Fungi*. Department of Plant Pathology, Bacteriology and Entomology West Virginia University.
- Barnett, H. y Hunter, B. (1998). *Illustrated genera of Imperfect Fungi*. McMillan Publishing Company.
- Barroso, J., Carreras, A., Valderrama, R., Chaki, M., Begara, J., Mercado, J., Pérez, E., Rincón A., Carballo, A., Benítez, T., Valverde, A., Guevara, F., Rodríguez, M., Dueñas, F., Fierro, J. y López, A. (2011). Cepa de *Trichoderma* útil para el tratamiento y/o prevención de infecciones provocadas por hongos pertenecientes al género *Verticillium*

- (Oficina Española de Patentes y Marcas. No., 2, 395-518).
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/92452/1/ES2395518A1.pdf>
- Beffa, T., Staib, F., Lott, J., Lyon, P., Gumowski, P., Marfenina, O., Dunoyer, S., Georgen, F., Roch-Susuki, R., Gallaz, L. y Latgé, J., (1998). Mycological control and surveillance of biological waste and compost. Mycological control and surveillance of biological waste and compost. *Medical Mycology*, 36(1), 137 – 145.
- Belosokhov, A., Yarmeeva, M., Kokaeva, L., Chudinova, E., Mislavskiy, S. y Elansky, S. (2022). *Trichocladium solani* sp. nov. A New Pathogen on Potato Tubers Causing Yellow Rot. *Jurnal of fungi*, 8, 1160. <https://doi.org/10.3390/jof8111160>
- Bernache, P. (2006). *Cuando la basura nos alcance. El impacto de la degradación ambiental*. Publicaciones de la Casa Chata. CIESAS. México.
- Borrego, S., Perdomo, I., Guiamet, P. y Gómez de Saravia, S. (2010). Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba. *AUGMDOMUS*, 1: 118 – 137.
- Campbell, R. (1987). *Ecología microbiana*. Ed. Limusa, México
- Canle, D., Fernández, R., Cid, A. y Díaz, M. (2013). Celulitis por *Microascus trigonosporus* (anamorfo *Scopulariopsis trigonospora*). *Galicla Clin*, 74(2), 65 – 67.
- Cardoza, J. (2019) *Especies de Aspergillus de cepas aisladas del aire de la ciudad de Piura - Perú entre julio y octubre del 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2015>
- Carrillo, J., Solís, E., Díaz, E., López, M. y Rodríguez, F. (2013). Neumonía por *Rhizopus*. *Medicina Interna de México*, 29: 646 – 649.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2013/mim136p.pdf>

- Castro, C. (2009). *Evaluación aeromicológica en la calidad del aire de la zona aledaña al relleno sanitario portillo grande en el otoño del 2009* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina].
- Ccuno, Y. (2017). *Hongos oportunistas que contaminan el quirófano, sala de partos y neonatología del hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca – 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno]
- Cepero de García, M., Restrepo, S., Franco, A., Cárdenas, M. y Vargas, N. (2012). *Biología de hongos*. Universidad de los Andes, Bogotá.
- Certis Belchim (2021). Monilia en frutales: síntomas frecuentes y productos Certis Belchim para prevenirla. <https://certisbelchim.es/monilia-en-frutales-sintomas-frecuentes-y-productos-certis-belchim-para-prevenirla/>
- Chávez, L. y Roncal, M. (2021) *Etiología y patogénesis del hollín del quinal (*Polylepis racemosa* Ruíz & Pavón) en conga buenos aires – Bambamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Chávez, M. (2006) *Producción de *Trichoderma* sp. y evaluación de su efecto en cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*)* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia].
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8312/tesis286.pdf?sequence=1>
- CienciaPR, (2006). *Esencial de la importancia ecológica de los hongos*.
<https://www.cienciapr.org/es/external-news/esencial-la-importancia-ecologica-de-los-hongos>

- Cruz, R., Piontelli, E., Vieille P. y Carvajal L. (2016). Identification of *Alternaria botrytis* (Preuss) Woudenberg & Crous. *Rev. Argent Microbiol.*, 48(2), 182 – 183.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2016.02.004>
- Delgado, A., Piñeiro, A. y García, L. (2001). Estudios taxonómicos de *hongos coprofílicos mitospóricos de la División Ascomicota (clase: Pirenomicetes) del estado Zulia, Venezuela*. Instituto Politécnico Nacional Distrito Federal, México.
<https://www.redalyc.org/pdf/614/61412202.pdf>
- Delgado, A., Piñeiro, A. y García, L. (2001). Hongos coprofílicos mitospóricos del estado Zulia, Venezuela. Facultad de Agronomía Universidad de Zulia.
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14825/14802>
<https://www.redalyc.org/pdf/614/61412202.pdf>
- Delhey, R., Kiehr, M., Allievi, MI., Lusto, J., Frayssinet, S., Sidoti, B., Kröger, I., Paoloni, P., Zappacosta, D. y Servera, A. (2009). *Sclerotinia sclerotiorum* en plantas cultivadas e invasoras del sur pampeano y norte patagónico, Argentina. *Rev. Inter. de Bot. Exp.*, 78, 111 – 115. <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v78n2/v78n2a05.pdf>
- Díaz, V., Pinzón, E., Pérez, J., Cabrera, M., Magallanes, R. y De Coss, M. (2018). *El hongo *Verticillium hemileiae* Bouriquet, alternativa para el control de la roya del caféto (*Hemileia vastatrix* Berk et Br)*. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320324.pdf>
- Douwes, J., Wouters, I., Dubbeld, H., Zwieten, L., Steerenberg, P., Doekes, G. y Heederik, D. (2002). *Upper airway inflammation assessed by nasal lavage in compost workers: A relation with bio-aerosol exposure*. *American Journal of Industrial Medicine*.
- Edquén, M. (2019). *Fungosis del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) Var. Biloxi en el distrito de Jesús – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]

- Elkhateeb, W. y Daba, G. (2021). Botryotrichum and Scopulariopsis Secondary Metabolites and Biological Activities. *Rev. J. Biotechnology and Bioprocessing*, 3(1), 067. <https://doi.org/10.31579/2766-2314/067>.
- Fernández, F. y Roncal, M. (2019) *Cladosporium spp., antagónico a Cercospora coffeicola Berk. & Cke., Drechslera turcica Pass. y Phragmidium mucronatum (Per.) Schlecht* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]
- Flores, F., Pardavé, L. y Valenzuela, I. (2007). *Estudio aerobiológico de la zona aledaña al relleno sanitario San Nicolás, Municipio de Aguas Calientes*. Aguas Calientes, México.
- Flores, R., Melero, J. y Pallás, V. (2011). *Patógenos de plantas descritas en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, España.
- France, A. (1985). *Enfermedades de la alfalfa*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/3667/NR25674.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Galán, D., Ruíz, F., Díaz, G., Iñigo, F., Aguayo, S., Lucena, M. y Fernández, R. (2018). Metodología para la Toma de Muestra de Microorganismos Altamente Patógenos en Las Matrices Ambientales Aire, Agua y Suelo/Sedimento. Instituto de Salud Carlos III, Centro Nacional de Sanidad ambiental, Madrid.
- Garcés de Granada, E., Correa, M., Coba, B., Orozco, M., Zapata, A., Anacona, A. y Sabogal, P. (2003). *Morfología y clasificación de los hongos*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- García, R. (2017). *Botrytis cinerea en el cultivo de Rosa híbrida en la zona florícola sur del Estado de México y la evaluación de su sensibilidad in vitro a fungicidas*. Centro Universitario UAEM Tenancingo.

- Garzón, N. (2013). *Caracterización e identificación molecular de hongos de suelo aislados de los páramos de Guasca y Cruz Verde, Cundinamarca – Colombia* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá]
- Gepp, V. (2009). *Clave para identificar hongos y pseudohongos fitopatógenos comunes*. Fitopatología, Uruguay.
- González, E., y Campos, M. (2016). *Evaluación de bioaerosoles de un relleno sanitario en el departamento del Atlántico* [Tesis de pregrado, Corporación Universidad de la Costa, Colombia].
- Gonzalo, M., Martínez, J., Muñoz, A., Paredes, M. y Silva, I. (1996). Estudio aeromicológico de la ciudad de Bajadoz: Periodos de mayo a agosto de 1993 y 1994. *Escuela de Ingeniería Agrarias de Bajadoz, Universidad de Extremadura, España*, 11(4),188-194.
- Gordillo, E. (2018). Micoherbicida asociado a la mancha foliar de *Chenopodium album* en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Granados, M. (2018). *Identificación morfológica de hongos fitopatógenos*. Universidad de Costa Rica.
- Hanlin, R. (1990). *Illustrated Genera of Ascomycetes*. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota.
- Hernández, A. (2001). NTP 608: Agentes biológicos: planificación de la medición. Ministerio de trabajo y asuntos sociales, España.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, (2021). *Aspergillus spp*. Madrid, España. <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/aspergillus-spp>

- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*. <https://redrssi.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>
- Kapur, S. y Chorm. J. (1974). Factors affecting infection and development of fruit rot in papaya by *Macrophomina phaseoli*. *Indian Phytopathology*, 27: 248 – 249.
- Lanza, N., Bustos, C., Marfil, M. y Guida, N. (2018). Composición fúngica de bioaerosoles ambientales en corrales. *Rev Inv Vet Perú* 2018., 29(4), 1475-1480.
- Lujan, Y. (2022) *Prospección de hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de Acocro y Chiara - Ayacucho, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4929/1/TESIS%20AG1291_Luj.pdf
- Lura, J., Gonzáles, A., Basílico, J., Sarsotti, P., Gómez, R. y Freyre, L. (1997). *Introducción al estudio de la micología*. https://books.google.com.pe/books?id=ceuzkTtF_L8C&printsec=frontcover&dq=Introducci%C3%B3n+al+estudio+de+la+micolog%C3%ADa&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Introducci%C3%B3n%20al%20estudio%20de%20la%20micolog%C3%ADa&f=false
- Madrid, H., Cárcamo, C. y Tapia C. (2019). *Curvularia specífera*. *Rev Chilena Infectol*, 36(5), 646 – 647. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182019000500646>
- Mahdy, H. y Elsehrawi, H. (1997). Airborne bacteria in the atmosphere of El-Taif region, Saudi Arabia. *Water, Air, and Soil Pollution*, 98: 317 – 324.
- Margalef, R. (2005). *Ecología*. Ediciones omegas, decima reimpresión. Plató- Barcelona.

- Martí, M., Espadalé, R. y Constans, A. (1995). Micotoxinas (aflatoxinas y tricotecenos) en ambientes laborales. NTP 351.
- Martí, M., Espadalé, R. y Constans, A. (1998). Calidad de aire interior: identificación de hongos. NTP 488.
- Medina, L. (2016). *Evaluación aeromicológica de las zonas aledañas al relleno sanitario de la ciudad de Celendín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Meléndez, C. (2004). *Guía práctica para la operación de celdas diarias en relleno sanitario pequeños y medianos*. Programa Ambiental Regional para Centroamérica.
- Menza, H. y Peláez, M. (2016). Epidemiología de la muerte descendente del cafeto (*Phoma spp*) en tres sistemas de producción de café. *Cenicafé*, 67(2), 66 – 77.
<https://www.cenicafe.org/es/publications/5.Epidemiolog%C3%ADa.pdf>
- Ministerio de Educación y Ciencia, (2007). *Biodiversidad Fúngica*.
<http://www.adesper.com/projects/biodiversidadfungica/index.php>
- Mitidieri, M. y Castillo, J. (2014). Manejo de la podredumbre morena (*Monilinia fructicola* y *M. laxa*) en huertos frutales de Uruguay, Chile, Bolivia, Brasil y Argentina. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Moreno, A. (2013). *Aeroalérgenos de origen fúngico implicación de Ulocladium botrytis en la hipersensibilidad mediada por Ig E. Estandarización biológica y reactividad cruzada* [Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid].
- Moreno, E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Ed. CYTED, ORCYT-UNESCO, SEA. <https://normas-apa.org/referencias/citar-libro/>
- Mosto, M. (1995). *Presencia, frecuencia y crecimiento de hongos levaduriformes en sistemas de distribución de aguas* [Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires, Argentina]

- National Center for Environmental Health, (2020). *Los hongos en el medio ambiente*.
<https://www.cdc.gov/mold/es/faqs.htm>
- Noguera, K. y Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano.
Rev. Acad. Colomb. Cienc., 34 (132), 347-356.
- OPS, CEPIS y OMS (2000). El proceso de fijación y revisión de normas de calidad del aire.
Auspiciado por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica. Lima, Perú.
- Organización Mundial de la Salud, (2018). *Micotoxinas*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>.
- Orozco, M., Kumar, A., Fadji, E., Oluranti, O., Puopolo, G. y Santoyo, G. (2023). Agroecological Management of the Grey Mould Fungus *Botrytis cinerea* by Plant Growth-Promoting Bacteria. *Plants*, 12(3), 637.
<https://doi.org/10.3390/plants12030637>
- Pandey A. y Gundevia H. (2008). Role of the fungus--*Periconiella* sp. in destruction of biomedical waste. *J Environ Sci Eng.*, 50(3), 239 – 40.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19552080/>
- Patel, P. (2005). Hongo del mes: *Memnoniella*. <https://www.emlab.com/s/sampling/env-report-12-2005.html>
- Pavón, M., Gonzáles, I., Martín de Santos, R. y García T. (2012). Importancia del género *Alternaria* como productor de micotoxinas y agente causal de enfermedades humanas. *Nutr Hosp.*, 27(6), 1772 – 1781. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n6/03revision02.pdf>
- Pemán J. y Salavert, M. (2014). Enfermedad fúngica invasora por *Scedosporium*, *Fusarium* y *Mucor*. *Rev Iberoam Micol.*, 31(4), 242 – 248.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.riam.2014.05.0021>

- Pérez, S. y Barreno, E. (2003). *Glosario de términos*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenamiento del Territorio e Infraestructura del Principado de Asturias.
- Piepenbring, M. (2015). *Introducción a la micología en los trópicos*. The American Phytopathological Society.
- Piñeiro, M., Guelfand, M., Santa Cruz, C. y Pérez, R. (2017). *Infección por Chaetomium atrobrunneum en Inmunocompetente con Hidatidosis Pulmonar*. Hospital Fernández, Argentina.
- Piontelli, E. (2008). Aportes morfotaxonómicos en el género *Aspergillus* Link: Claves para las especies ambientales y clínicas más comunes. *Boletín micológico*, 23, 49 – 66.
- Pontón, J., Dolores, M., Gené J., Guarro J. y Quindós G. (2002). Hongos y actinomicetos alergénicos. *Rev. Iberoam Micol.*
- Pound, M., Nuñez, N., Romero, I., Lim, M., Riding, J. y O’Keef, J. (2022). The fungal ecology of the Brassington Formation (Middle Miocene) of Derbyshire, United Kingdom, and a new method for palaeoclimate reconstruction. *Front. Ecol. Evol.*, 10, 947623. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.947623>
- Quiroz, N., Pilar-Villanueva, J. y Lozano, E. (2017). Mucormicosis. *Rev Asoc Colomb Dermatol* 25(4), 284-293. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Metropolitana].
- Raya, M. (2016). *Aislamiento, caracterización y patogenicidad de hongos causantes de la muerte descendente del nogal negro americano (Juglans Nigra L)* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Ricaldi, J., Huaman, M. y Callupe, N. (2021) *Diseño de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales en el distrito de El Tambo - Huancayo 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Continental, Perú].

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10203/1/IV_FIN_107_TE_Ricaldi_Huaman_Callupe_2021.pdf

Ríos, J. (2011). La Aeromicología y su importancia para la medicina. *Revista médico científica*, 24(2), 28-42.

Riquelme, D. y Lagos, J. (2021). Sanidad Vegetal: Verticilosis de la berenjena. Instituto de Investigaciones Agrarias – INIA La Platina.

Rivas, L. (2014). Alergias. *Rev. Chilena Infectol.* 31(5), 605 – 606.

Rivera, G. (1991). *Conceptos Introductorios a la fitopatología.*

https://books.google.com.pe/books?id=xpTHXEWG_t8C&pg=PA42&lpg=PA42&dq=Chytridiomycetes&source=bl&ots=OSLHW9gCYf&sig=ACfU3U2ThnxfM0NytoN5EMCAYWakqmUHbQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiny4uC3tnyAhXLHbkGHdijCrc4ChDoAXoECAkQAw#v=onepage&q=Chytridiomycetes&f=false

Rixio, A. (1992). Estudios biológicos y morfológicos del hongo causante de la pudrición apical de los frutos del guayabo (*Psidium guajava* L.). *Rev. Fac. Agron.* 9, 77 – 96

Roa, S., Lozada, B. y Barrera, H. (2008). Riqueza de especies de pasifloras (passifloraceae). Distribución geográfica en zonas altas de los Estados Andinos, Venezuela. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.* 13(08), 51-58

Robledo, J., Aguirre, C. y Castaño, J. (2019). Guía ilustrada de enfermedades en postcosecha de frutas y verduras y sus agentes causantes en Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colombia.

Rocabado, D. (2011). *Los hongos.*

https://www.researchgate.net/publication/324015186_Los_Hongos

- Rodríguez, J., González, G. y Montoya, A. (2022). *Fusarium: un fitopatógeno que amenaza la salud humana*. <https://doi.org/10.29105/cienciauanl25.114-1>
- Rodríguez, S., Sauri, R., Peniche, I. y Pacheco, J. (2006). Dispersión de materiales aerotransportables viables, en el área de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de la Cd. de Mérida, Yucatán. *Facultad de Ingeniería*, 9 (3), 19-29.
- Rojas, E. (2016). *Estudio de la diversidad genética de Botrytis sp en orquídeas y la resistencia al ataque del hongo* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]
- Rojas, N. (2004). *Hongos alcalino-tolerantes como potencial fuente de enzimas de interés biotecnológico*. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.
- Roncal, M. (1993). *Principios de fitopatología andina*. 1ra Edición. Cajamarca, Perú, Oficina General de Investigaciones – UNC. 420 p. Textos Universitarios, OGI – UNC.
- Roncal, M. (2004). *Taxonomía de hongos fitopatógenos comunes*. Ed. Obispo “Martínez Compañom.
- Ruíz, A., Parra, C., Graça, J., Salaas, B. y Kunta, M. (2014). Caracterización Molecular y de Ensayos de Patogenicidad de *Colletotrichum acutatum*, Agente Causal de la Antracnosis del Limón en Texas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 32: 52 – 61.
- Ryu J., Das K., Lim S., Hong S., Lee S. y Jung H. (2023). Taxonomy of *Botryotrichum luteum* sp. nov. based on Morphology and Phylogeny Isolated from Soil in Korea. *Mycobiology*, 51(2), 72 – 78. <https://doi.org/10.1080/12298093.2023.2192613>
- Saldivar, D., De la Garza, F., Andrade, E. y Briones, F. (2011). Los rellenos sanitarios: una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos urbanos. *CinciaUAT*, 6(2), 14 – 17. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942926001>

- Samarakoon, B., Phookamsak, R., Karunarathna, S., Jeewon, R., Chomnunti, P., Xu, J. & Li, Y. (2021). New host and geographic records of five pleosporalean hyphomycetes associated with *Musa* spp. (Banana). *Studies in Fungi* 6(1), 92-115. <https://www.maxapress.com/article/doi/10.5943/sif/6/1/5>
- Samarakoon, B., Wanasinghe, D., Samarakoon, M., Phookamsak, R., McKenzie, E., Chomnunti, P., Hyde, K., Lumyong, S. y Karunarathna, S. (2020). Multi-gene phylogenetic evidence suggests *Dictyoarthrinium* belongs in *Didymosphaeriaceae* (Pleosporales, Dothideomycetes) and *Dictyoarthrinium musae* sp. nov. on *Musa* from Thailand. *Rev. MycoKeys*. 71(1), 101 – 128. <https://mycokeys.pensoft.net/>
- Sánchez, F. (2019). *Evaluación de la condición de salud de una plantación de Pinus leiophylla Schiede ex Schltdl. & Cham., en la comunidad indígena de Cherán, Michoacán* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria, Antonio Narro, México]
- Sánchez, L. y Almaguer, M. (2014). Aeromicología y salud humana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 66(3), 322-337.
- Sánchez, L. y Bustos, A. (2019). Potencial antagónico de cepas de *Trichoderma* spp., contra patógenos foliares de árboles en parques de los Cerros Orientales de Bogotá. *Rev. Facultad de Ciencias Básicas* 15(2), 107 – 105. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3899>
- Sánchez, M., Roig, A., Cayuela, M. y Stentiford, E. (2006). Emisión de bioaerosoles asociada a la gestión de residuos orgánicos. *Ingeniería*, 10(1), 39-47.
- Sandra, V., Cabral, E. y Romero, F. (2013). *Hongos diversidad vegetal*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste.
- Sanfeliu, T. (2002). *Contaminación y medio ambiente*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xMnDZqgiifwC&oi=fnd&pg=PA13&d>

q=Contaminaci%C3%B3n+y+medio+ambiente+sanfeliu&ots=10dKfXIM-v&sig=-vs9eyeHhZpyb4R9LzJj7IiBq6M#v=onepage&q=Contaminaci%C3%B3n%20y%20medio%20ambiente%20sanfeliu&f=false

SEMARNAT (2006). *Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra NMX-AA-132-SCFI-2006*, México

Silvera, M. (2011). *Hifomicetes dematiáceos de la Península Ibérica* [Tesis doctoral, Universitat Rovira I Virgili]

Soler, P., Berroterán, J., Gil, J. y Acosta, R. (2012). *Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela*. *Agronomía Trop.* 62(1-4), 25 – 37.

Somrithipol, S. (2007). A Synnematous Species of Dictyoarthrinium from Thailand. *Mycologia*, 99(5), 792–796. <http://www.jstor.org/stable/20444896>

Stchigel, A. (2000). *Estudio taxonómico de los Ascomycetes del suelo* [Tesis de doctorado. Universitat Rovira I Virgili, Tarragona].

Steciow, M. (1988). *Hongos, función ambiental*. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/HongosFunc.htm>

Stetzenbach, L. (2002). *Introducción to fungi*. Manual of Environmental Microbiology, 2 Ed., Washington.

Taguam, J., Evallo, E. y Balendres, M. (2021). *Especies de Epicoccum: patógenos de plantas ubicuos y agentes de control biológico efectivos*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-021-02207-w>

- Taylor, T. y Taylor, E. (2015). *Esporas de hongos*.
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/coelomycetes>
- Ulloa, M. y Hanlin, R. (2006). *Nuevo diccionario ilustrado de micología*. The American Phytopathological Society.
- Valderrey, M. (2010). *Ascomycetes*.
<https://www.asturnatura.com/articulos/hongos/ascomycetes.php>
- Valdez, C., Guzmán, M., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. y Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674-1682.
- Valenzuela M. (2010). Procedimiento Muestreo Microbiológico de Aire. Higiene y Seguridad Industrial. Departamento de Salud Ocupacional. Instituto de Salud Pública Chile.
https://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2011/01/Muestreo%20Microbiol%C3%B3gico%20de%20Aire.pdf
- Vargas, J., Vélez, J. y Chalela, N. (2021). *Aspergillus* un asesino desconocido. *Acta Neurol Colomb.*, 37(1), 112 – 116. <https://doi.org/10.22379/24224022342>
- Vaz, M. (2011). *Micobiota asociada a folhas de bananeira em Cabo Verde* [Tesis de Maestría, Instituto Superior de Agronomía Universidad Técnica de Lisboa]
- Vélez, A. y Camargo, Y. (2009). *Evaluación de la concentración de bioaeroles fungí asociados al relleno sanitario Palangana, Santa Marta – Colombia*. Instituto de Investigaciones Tropicales INTROPIC. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

- Vera, J. (2020). Hongos causantes de la mancha gris de la hoja en *Lycopersicon esculentum* Mill., su variabilidad y el rol de la resistencia sistémica adquirida (RSA) en la reducción de su incidencia [Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata].
- Verdeguer, A. (1985). Enfermedades generales producidas por hongos en las plantas ornamentales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Vílchez, M. (2017). *Contaminación fúngica ambiental en las líneas de transporte público urbano de la ciudad de Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
- Warham, E., Butler, L. y Sutton, R. (1997). *Ensayos para la semilla de maíz y de trigo*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México.
- Yepes, C. y Solís, L. (2015). *Hongos fitopatógenos asociados a laurel de cera (Morella pubescens) H&B Willd-Wilbur* [Tesis de pregrado, Universidad de Nariño].
- Zambrano, L. y Torres, C. (2016). Evaluación, diagnóstico y biocontrol de fitopatógenos de *Capsicum frutescens* (solanaceae) en guacará, Valle del Cauca [Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Colombia].
- Zaragoza, O. (2018). *Los hongos microscópicos ¿Amigos o enemigos? Instituto de salud Carlos III.*
<https://repisalud.isciii.es/bitstream/handle/20.500.12105/11824/HongosMicroscopicos.pdf?sequence=2>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO 1. Claves taxonómicas de microorganismos aeromicológicos frecuentes en el Relleno Sanitario de la ciudad de Cajamarca.

Clave de identificación de *Cladosporium*, según (Barnett, 1960)

A2: Micelio no cenocítico, con frecuentes septos, conidias normalmente presentes, excepto en algunos géneros..... HONGOS IMPERFECTOS.

B1: Conidios y conidióforos no producidos dentro de un picnidio o acérvulos..... .MONILIALES.

C2: Conidio no enrollada.

D2: Conidióforos y/o conidios que contienen pigmentos oscuros; conidióforos no unidos en esporodoquio o sinema DEMATIACEAE.

E2: Conidios típicamente con dos células (una célula o conidios con tres células frecuentemente presentes).

F1: Conidios catenulados.

G2: Conidios en cadenas frecuentemente ramificadas; septos no gruesos.

H2: Conidios de forma variable, sin células esporógenas especiales.....*Cladosporium*.

Clave de identificación de *Penicillium*, según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico, con frecuentes septas, normalmente presenta conidias, excepto algunos génerosHONGOS IMPERFECTOS.

B1: Conidio y conidióforos, no producidos dentro de picnidioORDEN MONILIALES.

C2: Conidio no enrollada.

D1: Conidio y conidióforo presente, hialinos brillantemente Coloreadas, conidióforos no unidos en esporodoquio MONILIACEAE.

E1: Conidio con una célula globosa, pequeño cilíndrico.

F2: Conidióforos presentes, aunque a veces cortos.

G2: Conidióforos ramificados y distinto del conidio.

H2: Conidióforos comúnmente ramificados, a veces simples, como presenta fiálides que pueden formar grupos.

I1: Conidio catenulado.

J2: Las células fértiles no están presentes en estructuras.

K1: Conidios originadas sobre fiálides en cadena.

L2: Conidióforos agrupados, conidio usual en cadena, libres o separadas.

M1: Fiálides en grupos semejante a brochas no divergentes, no cónico.

N2: Conidios globosos elipsoides no truncados en la base..... *Penicillium*.

Clave de identificación de *Alternaria*, según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico, con frecuentes septos, normalmente presenta conidios, excepto algunos génerosHONGOS IMPERFECTOS.

B1: Conidias y conidióforos no producidos en dentro de picnidios o acérvulo.....ORDEN MONILIALES.

C2: Conidio no enrollado.

D2: Conidióforos conteniendo pigmentación oscura, Conidióforos no unidos dentro de esporodoquioDEMATIACEAE.

E4: Conidio con células diferentes, multiformes, dictyosporous, o cuatro células en forma de cruz.

F1: Conidio catenulado.

G2: Conidios que se diferencia del conidióforo con altura delgada.....*Alternaria*.

Clave de identificación de *Epicoccum*, según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico, con septos frecuentes; conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros..... HONGOS IMPERFECTOS.

B1: Conidios y conidióforos no son producidos dentro de picnidios o acérvulosMONILIALES.

C2: Conidios no enrollados.

D2: Conidióforos y/o conidios contiene pigmentos oscuros; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema DEMATIACEAE.

E4: Conidio multicelulado, muriforme, dictiosporos, o cuatro células y en forma de cruz.

F2: Conidios no catenulados.

G2: Célula apical del conidio no claramente mayor que otras.

H2: Ningún conidióforo o pobremente desarrollado, más corto que los conidios.

I3: Conidióforos presentes, no derivados de masa de hifas.

J3: Sólo produce conidios muriformes redondas y oscuras.

K1: Conidióforos agrupados.....*Epicoccum*.

Clave de identificación de *Fusarium*, según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico, con septo frecuente, conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros HONGOS IMPERFECTOS.

B1: Conidio y conidióforos no producidos dentro de un picnidio o acérvulosMONILIALES.

C1: Conidio más o menos enrolladas, espiraladas, curvadas, hialinas u oscurasMONILIACEAE, DEMATIACEAE y TUBERCULARIACEAE.

D3: Conidióforos unidos en esporodoquios o sinemas.

E1: Conidio producida sobre esporodoquiosTUBERCULARIACEAE.

F3: Conidios con más de dos células hialinas y oscuras

G1: Conidio hialino o brillante coloreado.

H2: Conidio larga, delgada que presenta pigmentación cuando está en masas

12: Esporodoquio no presenta setas.

J1: Macroconidio en forma de canoa*Fusarium*.

Clave de identificación de *Phoma*, según (Barnett,1960).

A2: Micelio no cenocítico con frecuentes septos; conidio normalmente presente, excepto algunos géneros.....HONGOS IMPERFECTOS.

B2: Conidióforos y conidios producidos en picnidios.....SPHAEROPSIDALES.

C1: Conidios globosos a oblongos o elipsoides, no filiformes.

D1: Conidios de 1 célula.

F1: Picnidio completo y con células bien desarrolladas en la base.

G1: Picnidio separado, no en estroma.

H3: Picnidio corto no parasito de los mildius y oídiums

I2: Picnidio con ostiolo o poro definido.

J2: Picnidio no está en subículo (levemente inmerso).

K2: Conidio de un solo tipo.

L2: Conidio exógeno.

M3: Conidios globosos, ovoides o elipsoidales, rectos o ligeramente curvados; sin clamidias oscilosas dicuosas.

N2: Conidióforos simples.

O2: Conidio sin apéndice.

P2: Picnidio incrustada en sustrato natural.

Q2: Conidio corto.

R2: Picnidio sin setas*Phoma*.

Clave de identificación de hongo Ascomicete de *Chaetomium*, según (Hanlin, 1990).

1' Ascosporas no filiformes	2
2' (1') Ascosporas distintas a la forma alantoidea	3
3(2') Ascosporas unicelular	4
4' (3) Ascosporas marrón claro a oscuro	39
39' (4') Ascas unitunicado o prototunicado	40
40' (39') Ascoma peritecio y apotecio	42
42' (40') Ascoma periteciado	43
43' (42') Ascosporas iguales en ambos extremos	44
44 (43') Pared de asca evanescente	45
45' (44) Ascosporas con poros germinales	46
46 (45') Ascosporas con un poro germinal	47
47' (46) Ascosporas de color marrón oliva a marrón oscuro, no dextrinoide	<i>Chaetomium.</i>

ANEXO 2. Permiso emitido por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos – PTRS.

	<p>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA GERENCIA DE DESARROLLO AMBIENTAL SUB GERENCIA DE LIMPIEZA PÚBLICA Y ORNATO AMBIENTAL "Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"</p>	
Cajamarca, 02 de Marzo de 2022.		
<u>CARTA N° 001-2022-SGLPyOA-GDA-MPC</u>		
SEÑOR:		
LEONARDO CHILÓN AYAY		
DNI N°47127009		
Caserío Chilimpampa – Cajamarca.		
ASUNTO	: Autorización para acceso a instalaciones.	
Referencia	: Expediente N° 104163-2021 INFORME N° 0017-2022-NHR-JO-"SDFSRSMyB"-SGLPOA-GDA-MPC	
<u>PRESENTE.</u>		
<p>Mediante el presente me dirijo a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Sub Gerencia de Limpieza Pública y Ornato Ambiental y a la vez, en atención a la solicitud de permiso para realizar trabajo de investigación "IDENTIFICACIÓN EROMICOLÓGICA DE LAS ZONAS CIRCUNDANTES AL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA", en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos – Cajamarca; debo comunicarle que:</p>		
<p>Se autoriza el acceso a la instalación del Relleno Sanitario y se brindará las facilidades del caso, para lo cual deberá ponerse en contacto con el Ing. Noe Huamán al número de celular 950597260, sin antes indicar que deberá cumplir todas las recomendaciones de seguridad, deberá contar con EPP básico completo.</p>		
<p>Se espera nos pueda compartir de manera formal los resultados de su investigación, los que serán de significativa ayuda en procesos futuros.</p>		
Sin otro particular, me suscribo de usted.		
Atentamente,		
 Municipalidad Provincial de Cajamarca SUB GERENCIA DE LIMPIEZA PÚBLICA Y ORNATO AMBIENTAL Ing. Carlos Wilber Colón Chiguemanga SUB GERENCIA DE LIMPIEZA PÚBLICA Y ORNATO AMBIENTAL		
C.c: Archivo.		
		
<p>📍 Alameda de los Incas s/n - Complejo Qhapaq Nan ☎ 076 - 599250 🌐 www.municaj.gob.pe</p>		

ANEXO 3. Panel fotográfico de los monitoreos realizados en el PTRS y las muestras observadas en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Figura 48

Acondicionamiento y muestreos aeromicrobiológicos



Nota: **A.** Acondicionamiento de repisas. **B.** Muestreo cerca a la poza de lixiviados. **C.** Muestreo junto a la celda de residuos peligroso. **D.** Muestreo externo al Relleno Sanitario.

Figura 49

Procedimientos realizados en el laboratorio



Nota: **A.** Medición de Agar en la balanza analítica. **B.** Esterilización de muestras. **C.** Plaqueo en la cámara de flujo laminar. **D.** Obtención de muestras del Relleno Sanitario.

Figura 50

Observación de muestras recolectadas en el microscopio

**Figura 51**

Apoyo en elaboración de muestreo en campo



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Glosario de términos tomados de los autores de (Pérez y Barreno, 2003; Ainsworth & Bisby, 2008; Piepenbring, 2015; y Ulloa y Hanlin, 2006)

Acérvulo. Conjunto de hifas que se une directamente al micelio, donde se dan origen de los conidióforos y conidios, y a veces setas.

Anteridios. Órgano sexual masculino en el mismo hongo.

Apófisis. Ensanchamiento del esporangióforo debajo de la columela.

Apotecio. Abertura que tiene forma de una copa o disco, asca que origina el cuerpo fructífero.

Ascocarpo: (Sin ascoma). Cuerpo sexual fructífero de un hongo ascomiceto que produce ascas y ascosporas.

Ascomicetos. Hongo de Ascomycota que produce esporas sexuales (ascosporas) dentro de una estructura con forma de un saco llamada asca.

Ascosp. Estructura en forma de saco conteniendo ascosporas habitualmente 8 (a veces 4 o más de 8) esporas de naturaleza endógena característica que presenta todos los ascomicetes.

Ascospora. Es un tipo de espora propia de hongos Ascomicetes, habiendo en las ascas de 4 a 16 esporas sexual haploide.

Aseptado. Sin septo o carecen de septos. Antónimo: septado. Característico de los mucorales.

Aterciopelado. Con textura de terciopelo o superficie que está cubierto de pelo con poco micelio aéreo.

Basidio. Estructura con forma de saco que sostiene y se forman los basidiosporas exógenas de origen sexual.

Cenocítico. Micelio de hongos con muchos núcleos en una célula que tiene pocos o ningún septo.

Clamidospora. Esporas formadas en el interior de una célula resistente, grande y con paredes gruesas.

Colonia. Crecimiento del hongo o microorganismo que se desarrolla en masa.

Columela. Estructura alargada en forma de columna o parte ramificada estéril, en el centro o interior de un cuerpo fructífero.

Conidióforo. Extremo de las hifas simples o ramificadas especializadas donde se originan las células conidiógenas.

Conidio. Espora formada en los extremos o a lado de las hifas o el conidióforo, que produce una generación igual a la proveniente.

Conidioma. Es una estructura fúngica formada por varias hifas que produce un conidio.

Esporangio. Estructura que tienen diversas formas según sea la especie que contiene esporas.

Esporangiosporas. Espora que está formada en un esporangio.

Esporas. Estructura reproductora de plantas, unidad de propagación y de dispersión, y pueden ser de origen sexual y asexual.

Esporodoquio. Grupo de conidióforos que se extiende formando una almohadilla sobre el cual surgen los conidios.

Fiálides. Células conidiógenas que producen conidios y tienen forma de una botella.

Filamento. Hilo fino que hace referencia a una hifa fúngica que presenta esa apariencia.

Flagelo. Filamento con forma de látigo, de las cuales los microorganismos, esporas y zoosporas se desplazan en un medio líquido.

Fusiforme. Hace referencia a la forma que tiene de un huso, con apariencia larga y delgada.

Gemación. Forma de reproducción asexual caracterizado por separarse del organismo llamada “yema”.

Hifa. Filamentos microscópicos con o sin septos que delimitan células; unidad estructural fundamental de la mayoría de los hongos.

Micelio. Masa de hifas que constituye el cuerpo de los hongos.

Peritecio. Cuerpo fructífero fúngico con paredes delgadas con forma de una botella, ascocarpo que contiene ascas y ascosporas.

Picnidio. Estructura fúngica que tiene forma de una botella que produce conidios.

Pseudotecios. Ascoma con desarrollo con una sola cavidad.

Intercambio no genético. Reproducción que no se da a través de una fecundación.

Intercambio genético. Reproducción que se da por la unión de núcleos, organismos de la misma especie, pero de sexo diferente.

Rizoides. Hifas con formas de raíz,

Saprófito. Viven sobre materia orgánica en descomposición.

Septados. Contiene uno o más septos con paredes cruzadas o transversales.

Septo. Contiene tabiques transversales que las divide a las hifas.

Setas. Hifa o estructura con forma de pelo o látigo. Puede tener pared fina o gruesa.

Sinema. Fascículo de hifas unidas que forman una columna o conjunto de filamentos sin esporas.

Unitunicado. Tiene una pared que no se separa en capas durante la expulsión de las ascosporas.

Zigóspora. Espora formada por la unión de dos gametangios iguales; esporas características de los mucorales.

Zoospora. Esporas fúngicas provista de una o varios flagelos.