



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR HONGOS
AMBIENTALES EN LOS MUSEOS DE LA CIUDAD DE
IQUITOS. LORETO, PERÚ-2022

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO

PRESENTADO POR
BRAYAN FIDEL DOMINGUEZ MIESES

ASESORAS:

Blga. TERESA DE JESÚS MORI DEL ÁGUILA, Dra.

Blga. MARÍA ELENA BENDAYÁN ACOSTA, M.Sc.

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 031-CGT-UNAP-2022

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante sala virtual, a los 20 días del mes de setiembre del 2022, a horas 17:00 se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulado: "EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR HONGOS AMBIENTALES EN LOS MUSEOS DE LA CIUDAD DE IQUITOS. LORETO, PERÚ-2022", presentado por el Bachiller BRAYAN FIDEL DOMINGUEZ MIESES, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N°399-2022-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGO**, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 154-2022-FCB-UNAP, de fecha 11 de abril de 2022, integrado por los siguientes Profesionales:

- | | |
|--|--------------|
| - Blgo. ROBERTO PEZO DÍAZ, Dr. | - Presidente |
| - Blgo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Dr. | - Miembro |
| - Blga. JULIA BARDALES GARCÍA DE VELA, M.Sc. | - Miembro |

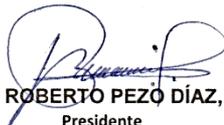


Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron absorbidas satisfactoriamente

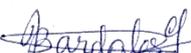
El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

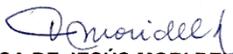
La sustentación pública y la Tesis han sido aprobada con la calificación de muy buena estando el Bachiller apto para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGO**.

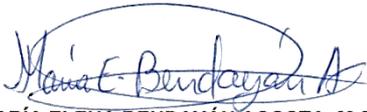
Siendo las 18:14 hrs se dio por terminado el acto de sustentación.


Blgo. ROBERTO PEZO DÍAZ, Dr.
Presidente

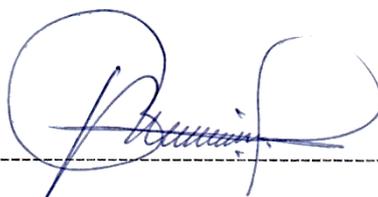

Blgo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Dr.
Miembro


Blga. JULIA BARDALES GARCÍA DE VELA, M.Sc.
Miembro


Blga. TERESA DE JESÚS MORI DEL ÁGUILA, Dra.
Asesora


Blga. MARÍA ELENA BENDAYÁN ACOSTA, M.Sc.
Asesora

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blgo. ROBERTO PEZO DÍAZ, Dr.

PRESIDENTE



Blga. JULIA BARDALES GARCÍA DE VELA, M.Sc.

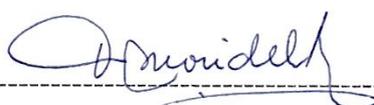
MIEMBRO



Blgo. FREDDY ORLANDO ESPINOZA CAMPOS, Dr.

MIEMBRO

ASESORAS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Teresa Mori del Águila", written over a horizontal dashed line.

Blga. TERESA DE JESÚS MORI DEL ÁGUILA, Dra.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "María E. Bendayán Acosta", written over a horizontal dashed line.

Blga. MARÍA ELENA BENDAYÁN ACOSTA, M.Sc.

DEDICATORIA

A mi hermosa madre porque ella es mi ideal que
aspiro y talvez imposible de igualar, por sus
ejemplos de compromiso, perseverancia, empatía,
responsabilidad, y que cualquiera obstáculo inicio
para mejorar.

Brayan Fidel Domínguez Míeses

AGRADECIMIENTO

La realización de mi tesis fue una confluencia de apoyo de muchas personas, mismas que a continuación mencionaré:

Tengo el agrado de dar las gracias a la Blga. Teresa de Jesús Mori del Águila mi asesora de tesis, que no sólo se limitó a la realización de la misma, sino que los conocimientos adquiridos me serán de ayuda en la formalización de mi especialización.

A la Blga. María Elena Bendayán Acosta, quien enseñó el cuestionamiento, la lectura y explicación.

Al proyecto de investigación “Influencia de los hongos ambientales en la salud de los estudiantes de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Loreto-Perú 2019”, para la ejecución de mi tesis.

Al Programa Nacional de Beca y Crédito Educativo – PRONABEC - Sede Iquitos que financió mis estudios superiores.

Brayan Fidel Domínguez Mises

ÍNDICE

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESORAS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	6
1.2.1 Los hongos ambientales	6
1.2.2 Factores ambientales	7
1.2.3 Clasificación taxonómica	7
1.2.4 Metabolismo	7

1.3	Definición de términos básicos	8
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES		10
2.1	Formulación de la hipótesis	10
2.2	Variables y su operacionalización	10
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		11
3.1	Tipo y diseño	11
3.2	Diseño muestral	11
	Población universo	11
	Población de estudio	12
	Muestreo	12
	Solicitud de autorización	12
3.3	Procedimientos de recolección de datos	12
3.3.1	Técnica de colecta de las muestras	12
3.3.2	Aislamiento de las colonias	13
3.3.3	Identificación de hongos ambientales	13
3.4	Procesamiento y análisis de los datos	15
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		18
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		67
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES		70
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES		71
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		72
ANEXOS		79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación UTM de los museos	11
Tabla 2. Escala de frecuencia relativa por hongos ambientales	16
Tabla 3. Escala de contaminación por los hongos ambientales.....	17
Tabla 4. Taxonomía de hongos ambientales aislados de los museos de la ciudad de Iquitos.....	19
Tabla 5. Géneros y/o especies de hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos.....	20
Tabla 6. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	26
Tabla 7. Igualdad de varianza y prueba de muestras independientes	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Densidad relativa de hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos	21
Gráfico 2. Densidad relativa de hongos en los museos de la ciudad de Iquitos	22
Gráfico 3. Escala de frecuencia relativa de hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos	23
Gráfico 4. Temperatura y humedad ambiental en los museos de la ciudad de Iquitos.....	24
Gráfico 5. Grado de contaminación del aire por hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Penicillium sp</i>	28
Figura 2. <i>Aspergillus sp</i>	30
Figura 3. <i>Aspergillus terreus</i>	32
Figura 4. <i>Aspergillus versicolor</i>	34
Figura 5. Levadura.....	36
Figura 6. <i>Geotrichum sp</i>	38
Figura 7. <i>Geotrichum candidum</i>	40
Figura 8. <i>Verticillium sp</i>	42
Figura 9. <i>Fusarium sp</i>	44
Figura 10. <i>Fusarium solani</i>	46
Figura 11. <i>Fusarium moniliforme</i>	48
Figura 12. <i>Trichoderma sp</i>	50
Figura 13. <i>Nigrospora sphaerica</i>	52
Figura 14. <i>Pestalotia sp</i>	54
Figura 15. <i>Curvularia sp</i>	56
Figura 16. <i>Helminthosporium sp</i>	58
Figura 17. <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	60
Figura 18. <i>Syncephalastrum racemosum</i>	62
Figura 19. <i>Rhizopus sp</i>	64
Figura 20. Micelio estéril	66
Figura 21. Agar papa dextrosa.....	81

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Metodología utilizada para aislar hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos. Loreto, Perú – 2021	80
Anexo 2. Composición del Agar papa dextrosa	81
Anexo 3. Pruebas estadísticas.....	82
Anexo 4. Géneros y/o especies según muestreo con frecuencia relativa y su escala	83
Anexo 5. Instrumentos de recolección de datos	84
Anexo 6. Ubicación de Mi Museo Iquitos	85
Anexo 7. Ubicación de Museo Amazónico Iquitos	86

RESUMEN

La ciudad de Iquitos, exhibe su historia a través de sus museos, donde encontramos pinturas, cuadros de fotos, maderas, estatuas, manualidades de artesanía los que son deteriorados por los hongos y constituyen un riesgo para la salud; por lo que el presente trabajo de investigación se desarrolló entre los meses de setiembre a diciembre del 2021, con el objetivo evaluar la contaminación del aire por hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos. La investigación fue descriptivo, longitudinal y cuantitativo. Se utilizó el método gravimétrico de sedimentación en placa con Agar papa dextrosa, incubándose a temperatura ambiente por 4 o 5 días. La identificación macroscópica se realizó observando las características de las colonias y para la identificación microscópica se usó la técnica de la cámara húmeda, se usaron claves taxonómicas. En la presente investigación se obtuvieron 519 colonias de hongos ambientales, 180 colonias en el Museo Mi Iquitos y 339 en el Museo Amazónico Iquitos; Micelio estéril fue el hongo con más densidad relativa (33.91%), seguido de Levadura (25.43%), *Penicillium sp* (12.72%) y con menos densidad fueron *Rhizopus sp*, *Pestalotia sp* y *Aspergillus terreus* (0.19%). En la escala de grados de contaminación el Museo Amazónico Iquitos obtuvo la categoría de alta en contaminación con 1117 ufc/m³, mientras el Museo Mi Iquitos obtuvo 288 ufc/m³ correspondiendo a la categoría intermedia de contaminación. Las temperaturas oscilaron entre 27°C - 29°C y la humedad ambiental estuvo entre el 80% y 58%.

Palabras clave: Museos, Hongos ambientales, Patrimonios culturales, Microhongos, Levadura, Micelio estéril.

ABSTRACT

The city of Iquitos exhibits its history through its museums, where we find paintings, photo frames, wood, statues, handicrafts, which are damaged by fungi and constitute a health risk; Therefore, the present research work was developed between the months of september to december 2021, with the objective of evaluating air pollution by environmental fungi in the museums of the city of Iquitos. The research was descriptive, longitudinal and quantitative. The gravimetric method of plate sedimentation with potato dextrose agar was used, incubating at room temperature for 4 or 5 days. The macroscopic identification was carried out observing the characteristics of the colonies and for the microscopic identification the humid chamber technique was used, taxonomic keys were used. In the present investigation, 519 colonies of environmental fungi were obtained, 180 colonies in the Mi Iquitos Museum and 339 in the Iquitos Amazon Museum; Sterile mycelium was the fungus with the highest relative density (33.91%), followed by Yeast (25.43%), *Penicillium sp* (12.72%) and with the lowest density were *Rhizopus sp*, *Pestalotia sp* and *Aspergillus terreus* (0.19%). In the scale of contamination degrees, the Iquitos Amazon Museum obtained the category of high contamination with 1117 cfu/m³, while the Mi Iquitos Museum obtained 288 cfu/m³ corresponding to the intermediate category of contamination. Temperatures ranged between 27°C - 29°C and ambient humidity was between 80% and 58%.

Keywords: Museums, Environmental fungi, Cultural heritage, Microfungi, Yeast, Sterile mycelium

INTRODUCCIÓN

En el reino Fungi se incluyen todos los organismos eucariotas que pertenecen a la clasificación de hongos. Las estimaciones del número mundial de especies de hongos son muy variables, pero existen un millón.^(1,2)

El grado de especificidad de hospedero que exhiben los hongos puede ser distinto en las regiones tropicales y templadas, y a eso se deben las amplias fluctuaciones en los cálculos mundiales de la diversidad micótica.⁽³⁾

Los diferentes grupos de hongos tienen un importante impacto en el funcionamiento de los ecosistemas y participan en las cuatro categorías de servicios ambientales, distinguidos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Servicios de soporte, abastecimiento, de regulación y culturales.⁽⁴⁾

En las últimas dos décadas, los hongos se han convertido en una causa importante de enfermedades humanas, en especial en pacientes inmunodeprimidos u hospitalizados con infecciones de transmisión sexual subyacentes graves. La incidencia global de enfermedades fúngicas invasivas específicas continúa aumentando con el tiempo, y la lista de patógenos fúngicos oportunistas se expande cada año.⁽⁵⁾

Los hongos tienen distintos tipos de hábitos alimenticios y su metabolismo les ayuda establecerse en materia orgánica, sustratos de madera, papel, suelo, piel y alimentos. Los hongos con la habilidad de adaptación, desarrollan hifas por la emisión de una espora.⁽⁶⁾

Existen contaminantes mixtos al aire libre, como esporas de hongos, que pueden contaminar los ambientes interiores⁽⁷⁻¹⁰⁾. Así tenemos que las esporas germinan cuando los interiores de estos ambientes presenta factores determinantes en su proliferación, estos nuevos hongos producen nuevas esporas que puede estar internamente y/o exteriormente en los ambientes⁽⁸⁾.

Los hongos presentes en ambientes interiores pueden ser la causa de enfermedades alérgicas respiratorias en personas sensibles⁽⁹⁾, produciendo efectos como síntomas de asma, de rinitis y de conjuntivitis, síntomas agudos y también inflamación del aparato respiratorio. Los hongos en ambientes internos tienen alimentación saprófita, usando como sustratos paredes con grietas, pinturas, madera y papel.⁽¹¹⁾

Los museos de nuestra ciudad reúnen los factores ambientales, biológicos y estructurales necesarios para la excelente proliferación de estos microorganismos; es así como el presente trabajo de investigación propuso evaluar la contaminación del aire por hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos, para lo cual fue necesario aislar, determinar los géneros y/o especies, la densidad relativa y frecuencia relativa de hongos ambientales.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

En 2022, se desarrolló una investigación donde evaluaron e identificaron la carga fúngica al interior de las Catacumbas del Conjunto Monumental San Francisco de Asís en Lima y el trabajo concluyó a los géneros *Aspergillus sp.* y *Penicillium sp.* como los hongos más abundantes, así mismo los recintos tienen un nivel extremadamente alto, representando un peligro para las personas inmunodeprimidas.⁽¹²⁾

En 2021, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo que incluyó a clínicas de alta complejidad en Barranquilla de atlántico. La investigación tuvo como objetivo el de evaluar la presencia de microbiota fúngica en el aire en dos unidades de cuidados intensivos neonatal y el trabajo reporta a *Aspergillus* y *Penicillium* como los géneros predominantes, y que los resultados no reflejaron posible relación entre los procedimientos de limpieza y las concentraciones de bioaerosoles fúngicos.⁽¹³⁾

En 2020, se publicó un trabajo observacional y transversal realizado en el 2016, en el Archivo Histórico y Biblioteca "Rubén Martínez Villena" de la Universidad de La Habana. La investigación determinó la frecuencia de sensibilización a aeroalérgenos micóticos y la prevalencia de enfermedades alérgicas en trabajadores(as) y evidenció la existencia de elevada prevalencia de sensibilización en los trabajadores(as) a hongos identificados, teniendo *Aspergillus níger* una alta predominancia.⁽¹⁴⁾

En ese mismo año (2020), se desarrolló otro trabajo descriptivo y longitudinal, en interiores del Museo Convento y Catacumbas de San Francisco de Asís de Lima, Perú. La investigación evaluó la calidad de aire microbiológica y concluyó que el 60% de los ambientes muestreados están fuera de los límites óptimos para la conservación de los bienes patrimoniales, así mismo reporta a *Aspergillus*, *Alternaria* y *Penicillium* como los hongos frecuentes en el biodeterioro.⁽¹⁵⁾

En 2019, se desarrolló una investigación de tipo cuantitativamente que incluyó como población de estudio a un edificio educativo de nivel superior en la ciudad de Puebla. La investigación determinó los bioaerosoles fúngicos presentes y el trabajo concluyó que todas las áreas del edificio es la misma y aislaron de 28 a 62 ufc/m³.⁽¹⁶⁾

En ese mismo año (2019), se desarrolló otro trabajo cuantitativo y transversal, incluyendo como población a 65 empleados de la empresa industrial en Esmeraldas. La investigación identificó los síntomas de enfermedades compatibles con el síndrome del edificio enfermo con el cuestionario NTP 380 del INSHT y donde se concluye que 57 empleados presentaron 7 o más síntomas positivos mientras que sólo 8 empleados presentaron menos de 7 síntomas positivos.⁽¹⁷⁾

En el 2018, se desarrolló una investigación de tipo cuantitativo e incluyó como población a las principales bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho. La investigación determinó la contaminación fúngica aeroambiental y el trabajo reporta a la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga con 960 ufc/m³

(Contaminación alta – Valor más alto) y el Museo Histórico Regional “Hipólito Unanue” con 80 ufc/m³ (Contaminación baja – Valor más baja), así mismo menciona a *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Geotrichum* y *Rhizopus* como géneros fúngicos contaminantes.⁽¹⁸⁾

En 2017, se desarrolló una investigación de tipo semicuantitativamente y diseño experimental que incluyó como población de estudio cepas de hongos ambientales de instituciones patrimoniales cubanas. La investigación determinó potencialidades biodeteriorantes y patogénicas de estas cepas y el trabajo concluyó que todas las cepas mostraron al menos un atributo biodeteriorante.⁽¹⁹⁾

En 2015, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo y diseño longitudinal que incluyó como población de estudio a seis repositorios de documentos del Archivo Nacional de la República de Cuba. La investigación determinó la concentración microbiana en dos meses de un año y el trabajo concluyó que las concentraciones de hongos fueron significativamente más altas en julio de 2010 en todos los repositorios.⁽²⁰⁾

En el 2015, se desarrolló una investigación de tipo cuantitativo en superficies de textiles y osamentas de colecciones arqueológicas biodegradadas en los almacenes del Museo Tumbas Reales de Sipán en la provincia de Lambayeque, Perú. Teniendo el objetivo de identificar a bacterias y hongos involucrados para diseñar estrategias de conservación y protección de los bienes de importancia cultural,

concluyendo que hongos más frecuentes fueron *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* y *Rhizopus* y los menos frecuentes fueron *Alternaria*, *Scopulariopsis*, *Chrysosporium*, *Gliocladium*, *Cercospora*, *Cunninghamella*, *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Syncephalastrum*, *Thysanophora*, *Trichothecium* y *Verticillium*.⁽²¹⁾

En 2014, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo y diseño transversal que incluyó como población de estudio a dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. La investigación determinó la concentración fúngica en el aire y el trabajo concluyó que las concentraciones fúngicas del aire en los ambientes no están contaminadas.⁽²²⁾

En 2005, se desarrolló una investigación de tipo correlativo y diseño transversal que incluyó como población de estudio a colecciones de cuatro bibliotecas de Bogotá, D. C., La investigación determinó la presencia de alérgenos en el polvo y el ambiente, y el trabajo concluyó que los síntomas clínicos a alergias de los trabajadores pueden deberse a la reacción a alérgenos distintos a los hongos y ácaros del ambiente.⁽²³⁾

En la ciudad de Iquitos, no se han publicado estudios similares en hongos ambientales.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Los hongos ambientales

Los hongos pertenecen al reino Fungi, son microorganismos heterotróficos que sintetizan enzimas intra y extracelulares,

constituyendo los organismos sin clorofila, eucarióticos y son unicelulares o pluricelulares.⁽²⁴⁾

1.2.2 Factores ambientales

Por ser ubicuos y transportarse a través del aire sea por esporas o conidios, esto varía de acuerdo a condiciones de temperatura, humedad, precipitación, corriente de aire, estaciones del año, nutrientes tanto orgánicos como inorgánicos.⁽¹⁸⁾

1.2.3 Clasificación taxonómica

Desde la publicación de la segunda edición del libro "Introducción a la micología" de Alexopoulos, se sugirieron varios sistemas de clasificación, pero no fueron aceptados universalmente. Se aceptan las categorías taxonómicas de divisiones, subdivisiones, clases, orden, familia, géneros y especie⁽²⁵⁾; siendo las descripciones en base a:

Características de las colonias

- ✓ Aspecto del micelio: Pulverulento o polvoriento, algodonosa, aterciopelada, cremosa o coriácea, yesosa.
- ✓ Superficie: Lisa, rugosa, equinulada, cerebriforme o elevada.
- ✓ Color: Blanco, amarillo, verde, pardo, gris, marrón, negro, etc.
- ✓ Producción de pigmentos.

1.2.4 Metabolismo

Los hongos son generalmente quimioheterótrofos, pero muchas especies filamentosas pueden oxidar fuentes reducidas de

nitrógeno (nitrificación), oxidar azufre, hierro y manganeso, y pueden participar en los procesos de desnitrificación. Los hongos participan en estas transformaciones a velocidades más lentas que las bacterias. Se observa, que mientras la mayor parte de los hongos crecen en condiciones aeróbicas, muchos hongos filamentosos pueden crecer en condiciones microaerofílicas, pocos, como los miembros del rumen pueden crecer en condiciones anaeróbicas.⁽²⁶⁾

1.3 Definición de términos básicos

- ✓ Hongo. Organismo eucariota que está desprovisto de clorofila, unicelular (levadura) y pluricelular (moho).^(27,28)
- ✓ Levadura. Hongo unicelular redondeado u ovoide que se reproduce sexual o asexualmente.⁽²⁷⁾
- ✓ Moho. Hongo pluricelular, que están compuesto por hifas que se reproduce mediante esporas.
- ✓ Hifas. Elemento estructural fundamental de los hongos, puede ser unicelular como las levaduras o pluricelular adoptando la forma de filamento septado o no septada (cenocíticas).⁽²⁷⁾
- ✓ Micelio. Masa de hifas que constituyen el cuerpo del hongo, distribuyéndose sobre o dentro del sustrato que sirve de alimento.⁽²⁸⁾
- ✓ Hongos ambientales. Son hongos que pueden o no causar enfermedad, deterioro, sus esporas están en el aire y sus estromas son observadas con microscopio.
- ✓ Reproducción asexual. Multiplicación celular por mitosis y que en los hongos da por resultado la producción de conidios.

- ✓ Calidad del aire. Es el estimado del nivel de concentración de un contaminante del aire al cual pueden estar expuestos los seres humanos durante un tiempo promedio determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente.⁽²⁴⁾

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de la hipótesis

En los museos de la ciudad de Iquitos hay contaminación muy alta del aire por hongos ambientales. Loreto, Perú.

2.2 Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medios de verificación
Independiente: Hongos ambientales presentes en los museos de la ciudad de Iquitos.	Son hongos presentes en el aire.	Cualitativo	Identificación taxonómica	Nominal	Género y/o especies		Instrumento de registro de datos Registro de fotos
		Cuantitativo	Densidad relativa ⁽²²⁾	Ordinal	$DR = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de colonias del género o especie})}{(\text{N}^\circ \text{ total de todas las colonias})} \times 100$		
					Raro	0.1-20	
					Ocasional	21-40	
					Frecuente	41-60	
					Común	61-80	
Frecuencia relativa ⁽²⁹⁾	Ordinal	Muy común	81-100				
		Muy baja	< 25				
		Baja	25 – 100				
		Intermedia	100 – 500				
		Alta	500 – 2000				
Muy alta	> 2000						
Dependiente: Contaminación del aire por hongos ambientales presentes en los museos de la ciudad de Iquitos.	Efecto de los hongos ambientales en el aire.	Cualitativo	Escala de Omeliansky (ufc/m ³) ⁽¹⁰⁾	Ordinal			

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño

El presente estudio de investigación fue descriptivo, para evaluar la contaminación del aire por hongos ambientales en las instalaciones de los museos de la ciudad de Iquitos, de carácter transversal porque se recopiló datos en un tiempo dado, cuantitativo porque se trabajó con el número de frecuencia y densidad de especies y/o géneros de los hongos ambientales.

3.2 Diseño muestral

Población universo

Se tomó como universo de estudio a los hongos ambientales presentes en Mi Museo Iquitos y el Museo Amazónico Iquitos, ubicadas en la calle Yavarí cuadra 12 y Malecón Tarapacá N°386, ambos museos están ubicados en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas en la región Loreto. (Anexo 6 y 7) (Tabla 1)

Tabla 1. Ubicación UTM de los museos

	X	Y	Altura (m.s.n.m.)
Mi Museo Iquitos	0694339	9586426	140
Museo Amazónico Iquitos	0694982	9585032	166

Población de estudio

La población de hongos ambientales que se obtuvieron por el método estático (Sedimentación), colectadas en Mi Museo Iquitos y el Museo Amazónico Iquitos.

Muestreo

Se realizaron 2 muestreos en cada museo en los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2021; con 5 puntos de muestreo por cada vez y por duplicado, siendo en total 40 placas colectoras, la ubicación de los puntos de muestreos fue aleatorio según cada área y compartimentos.

Solicitud de autorización

Se solicitó la autorización correspondiente al área de administración correspondiente, con el fin obtener el permiso para ingresar a las áreas del museo.

3.3 Procedimientos de recolección de datos

3.3.1 Técnica de colecta de las muestras

El medio utilizado fue el Agar papa dextrosa (PDA) (Anexo 2) para las placas colectoras de muestras.

Método gravimétrico de sedimentación en placa (Método estático propuesta por Omeliansky), este método utiliza una altura de 1.5 m., altura que está en equivalencia con las fosas nasales y del aire respirado.⁽¹⁸⁾

Este método consistió en:

- ✓ Con una duración de 15 minutos fue expuesta las placas Petri conteniendo el medio, con la ayuda de un soporte de 1.5 metros de altura se tomó la muestra por duplicado en cada punto.
- ✓ Se registró datos ambientales, fecha y hora en una ficha de datos (Anexo 5-Ficha A).
- ✓ Pasado los 15 minutos se procedió a etiquetar y sellar con parafilm a las placas Petri.
- ✓ Se trasladó al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas-UNAP.
- ✓ Incubándose a temperatura ambiente por 4 o 5 días y se realizó observaciones diarias del crecimiento de las colonias de hongos ambientales.

3.3.2 Aislamiento de las colonias

En el 4^{to} o 5^{to} día, se realizó el conteo de las colonias, y la elección de colonias para el cultivo en placas Petri con PDA a temperatura ambiente, para obtener colonias puras y se registró en una ficha de datos (Anexo 5-Ficha B).

3.3.3 Identificación de hongos ambientales

Observación macroscópica

Se realizó la observación de las características de las colonias puras: Anverso (color, aspecto y superficie) y reverso

(producción de pigmentos)⁽²⁹⁾ y se anotó en una ficha de datos (Anexo 5-Ficha B).

Observación microscópica

Se realizó la observación microscópica en Laboratorio de microbiología del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Amazonía-CIRNA – UNAP.

Para la observación microscópica se tomó la muestra de la colonia (extraída con un estilete estéril) y se colocó en una lámina portaobjetos, posteriormente se agregó una gota de azul de lactofenol y se cubrió con una lámina cubreobjetos. Se realizó la observación microscópica con los objetivos de 10X y 40X para el estudio de las estructuras y la identificación de los géneros y/o especies de hongos ambientales.⁽¹⁸⁾

Técnica de la Cámara húmeda, Microcultivo o de Ridell

Para la identificación de los hongos a nivel género y/o especies se usaron claves taxonómicas de Malloch 1940⁽³⁰⁾, Saldarriaga 2001⁽³¹⁾, Hoog 2000⁽³²⁾, Ellis 1971⁽³³⁾, Barnett 1972⁽³⁴⁾ y Watanabe 1937⁽³⁵⁾.

Esta técnica consistió en:

- ✓ Cortar un bloque de PDA de 1 cm² y se colocó en el centro del portaobjetos.
- ✓ Se cortó por la parte media el cuadrado de PDA.

- ✓ Se inoculó esporas al bloque de PDA, ubicando el inóculo a cada lado de los cuadraditos.
- ✓ Se cubrió con el cubreobjetos y se incubó a 25°C, manteniendo un alto nivel de humedad relativa con la agregación de agua destilada estéril.
- ✓ Después de 5 días, el hongo se desarrolló fuera del bloque de PDA y tendiendo a invadir ambas superficies del vidrio.
- ✓ Cuando alcanzó el crecimiento deseado, se separó cuidadosamente el cubreobjetos del bloque de PDA y se colocó sobre un portaobjetos donde se depositó una gota de azul de lactofenol. A continuación, se desprendió el bloque de PDA de la lámina portaobjeto y se agregó 1 gota de azul de lactofenol y se cubrió con una lámina cubreobjetos, obteniéndose 2 láminas montadas, las cuales fueron selladas con esmalte transparente.

3.4 Procesamiento y análisis de los datos

- ✓ Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa Microsoft Excel 2016.
- ✓ Se determinó las unidades formadoras de colonias (ufc/m³) aplicando la siguiente ecuación:⁽¹⁰⁾

$$N = 5a \cdot 10^4 (b \cdot t)^{-1}$$

Leyenda:

- N= Concentración microbiana en ufc/m³
- a=número de colonias por placa Petri
- b= es la superficie de la placa (r² x π) en cm²
- t=tiempo de exposición (Minutos)

- ✓ Se determinó la densidad relativa (DR) de géneros y/o especies de hongos identificadas, dicha densidad fue mediante la fórmula:⁽³⁶⁾

$$DR = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de colonias del género o especie})}{(\text{N}^\circ \text{ total de todas las colonias})} \times 100$$

- ✓ Se determinó la frecuencia relativa (FR), misma que se expresó como un porcentaje del género y/o especie de hongos aislados e identificados de las placas colectoras:

$$FR = \frac{(\text{cantidad de muestreos en que aparece un género})}{(\text{Total de muestreos})} \times 100$$

Con los valores obtenidos se designó una categoría:

Tabla 2. Escala de frecuencia relativa por hongos ambientales

Frecuencia relativa %	
Raro	0.1-20
Ocasional	21-40
Frecuente	41-60
Común	61-80
Muy común	81-100

- ✓ Con la escala propuesta por Omeliansky^(23,29) se determinó el grado de contaminación del aire por hongos ambientales.

Tabla 3. Escala de contaminación por los hongos ambientales

Grado de contaminación	
Valor de ufc/m ³	
Muy baja	< 25
Baja	25 – 100
Intermedia	100 – 500
Alta	500 – 2000
Muy alta	> 2000

✓ Técnicas de análisis de datos cuantitativos

El análisis estadístico se realizó con el paquete SPSS statistic Versión 22.0.

✓ Análisis estadístico

Para el análisis comparativo para grupos independientes de los datos, primero se probó los supuestos de normalidad. Para la normalidad se utilizó el método analítico de liliferords (L) mediante el uso de la media y la varianza estimada a través de la misma muestra de datos de cada una de las variables de respuesta. Se empleó la prueba de comparaciones independientes de “t” de Student en el paquete SPSS statistic Versión 22.0.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Las colonias de hongos ambientales estuvieron conformadas por dos divisiones: Ascomycota y Mucoromycota, se lograron identificar 8 órdenes, 7 de estas órdenes pertenecen a la división Ascomycota y 1 a la división Mucoromycota. También se identificaron a 12 familias (13 géneros y 20 especies. (Tabla 4)

La familia Trichocomaceae perteneciente al orden de Eurotiales fue la que presentó mayor número de géneros y/o especies.

Tabla 4. Taxonomía de hongos ambientales aislados de los museos de la ciudad de Iquitos

División	Orden	Familia	Género	Géneros y/o especies	
Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae	<i>Penicillium</i>	<i>Penicillium sp</i>	
			<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus versicolor</i> <i>Aspergillus terreus</i> <i>Aspergillus sp</i>	
	Saccharomycetales	Endomycetaceae	<i>Geotrichum</i>	Levadura	<i>Geotrichum candidum</i> <i>Geotrichum sp</i>
				Plectosphaerellaceae	<i>Verticillium</i>
	Hypocreales	Nectriaceae	<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium moniliforme</i> <i>Fusarium sp</i>
				Hypocreaceae	<i>Trichoderma</i>
	Trichosphaeriales	Trichosphaeriaceae	<i>Nigrospora</i>	<i>Nigrospora sphaerica</i>	
	Xylariales	Xylariaceae	<i>Pestalotia</i>	<i>Pestalotia sp</i>	
	Pleosporales	Pleosporaceae	<i>Curvularia</i>	<i>Curvularia sp</i>	
				Massarinaceae	<i>Helminthosporium</i>
	Capnodiales	Davidiellaceae	<i>Cladosporium</i>	<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	
	Mucoromycota	Mucorales	Syncephalastraceae	<i>Syncephalastrum</i>	<i>Syncephalastrum racemosum</i>
			Mucoraceae	<i>Rhizopus</i>	<i>Rhizopus sp</i>
				Micelio estéril	
2	8	12	13	20	

Fuente: Datos de la tesis

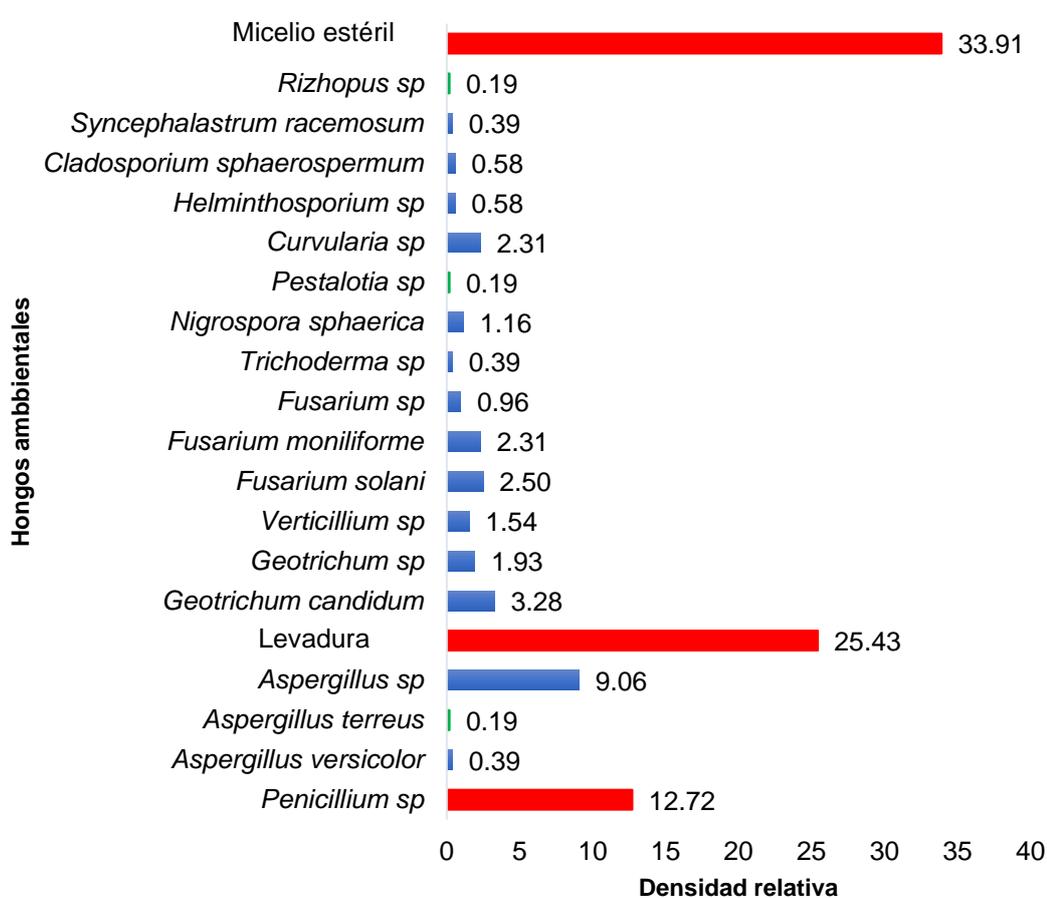
En el presente trabajo de investigación se registraron 180 colonias de hongos ambientales en el Museo Mi Iquitos y 339 en Museo Amazónico Iquitos, haciendo un total de 519 colonias, distribuidas en 20 géneros y/o especies (Tabla 5).

Tabla 5. Géneros y/o especies de hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos

N°	Géneros y/o especies	Museo Mi Iquitos	Museo Amazónico Iquitos	Total
1	<i>Penicillium sp</i>	11	55	66
2	<i>Aspergillus versicolor</i>	0	2	2
3	<i>Aspergillus terreus</i>	0	1	1
4	<i>Aspergillus sp</i>	26	21	47
5	Levadura	32	100	132
6	<i>Geotrichum candidum</i>	12	5	17
7	<i>Geotrichum sp</i>	10	0	10
8	<i>Verticillium sp</i>	1	7	8
9	<i>Fusarium solani</i>	6	7	13
10	<i>Fusarium moniliforme</i>	0	12	12
11	<i>Fusarium sp</i>	1	4	5
12	<i>Trichoderma sp</i>	0	2	2
13	<i>Nigrospora sphaerica</i>	0	6	6
14	<i>Pestalotia sp</i>	0	1	1
15	<i>Curvularia sp</i>	12	0	12
16	<i>Helminthosporium sp</i>	2	1	3
17	<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	0	3	3
18	<i>Syncephalastrum racemosum</i>	0	2	2
19	<i>Rhizopus sp</i>	0	1	1
20	Micelio estéril	67	109	176
	TOTAL	180	339	519

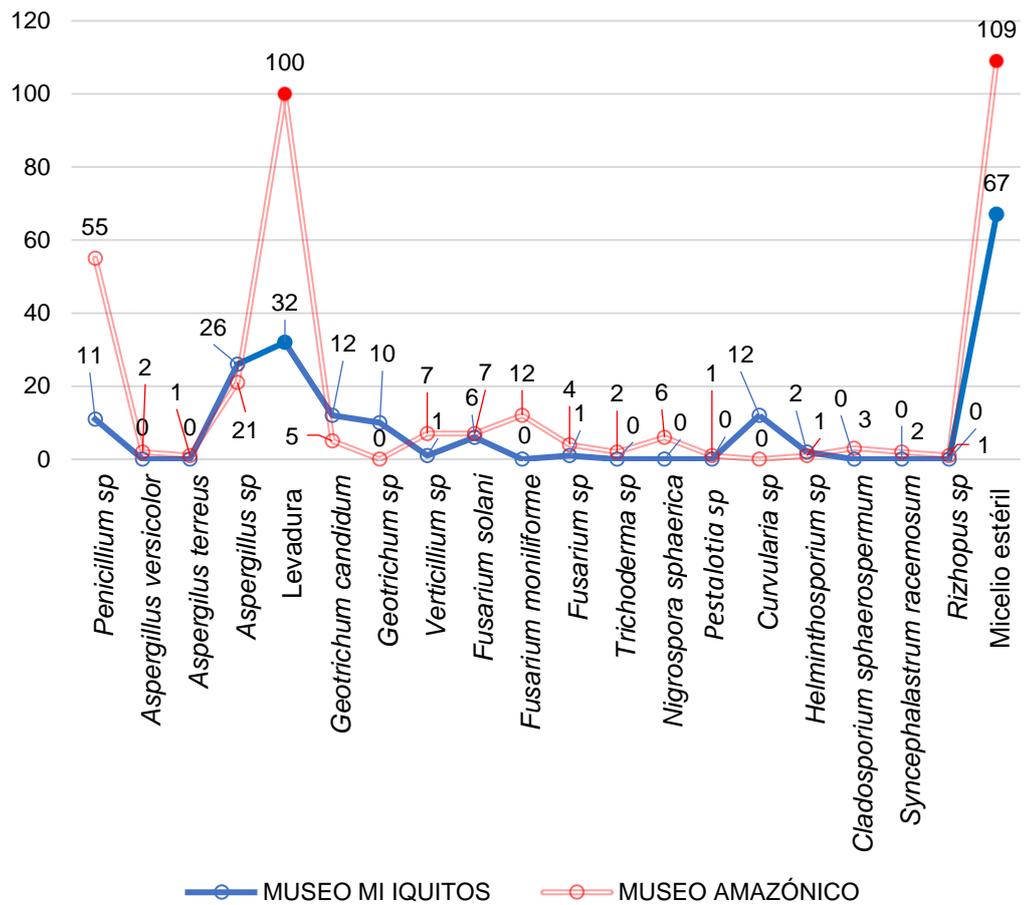
Fuente: Datos de la tesis

En el Museo Mi Iquitos y Museo Amazónico Iquitos se determinó a Micelio estéril como el hongo ambiental con mayor densidad relativa con 33.91% (176 colonias), seguida por la levadura que obtuvo 25.43% (132 colonias) y *Penicillium sp* con 12.72% (66 colonias); y entre los que obtuvieron menor densidad relativa tenemos a *Aspergillus terreus*, *Pestalotia sp* y *Rhizopus sp* con sólo el 0.19% (1 colonia) (Gráfico 1 y 2).



Fuente: Datos de la tesis

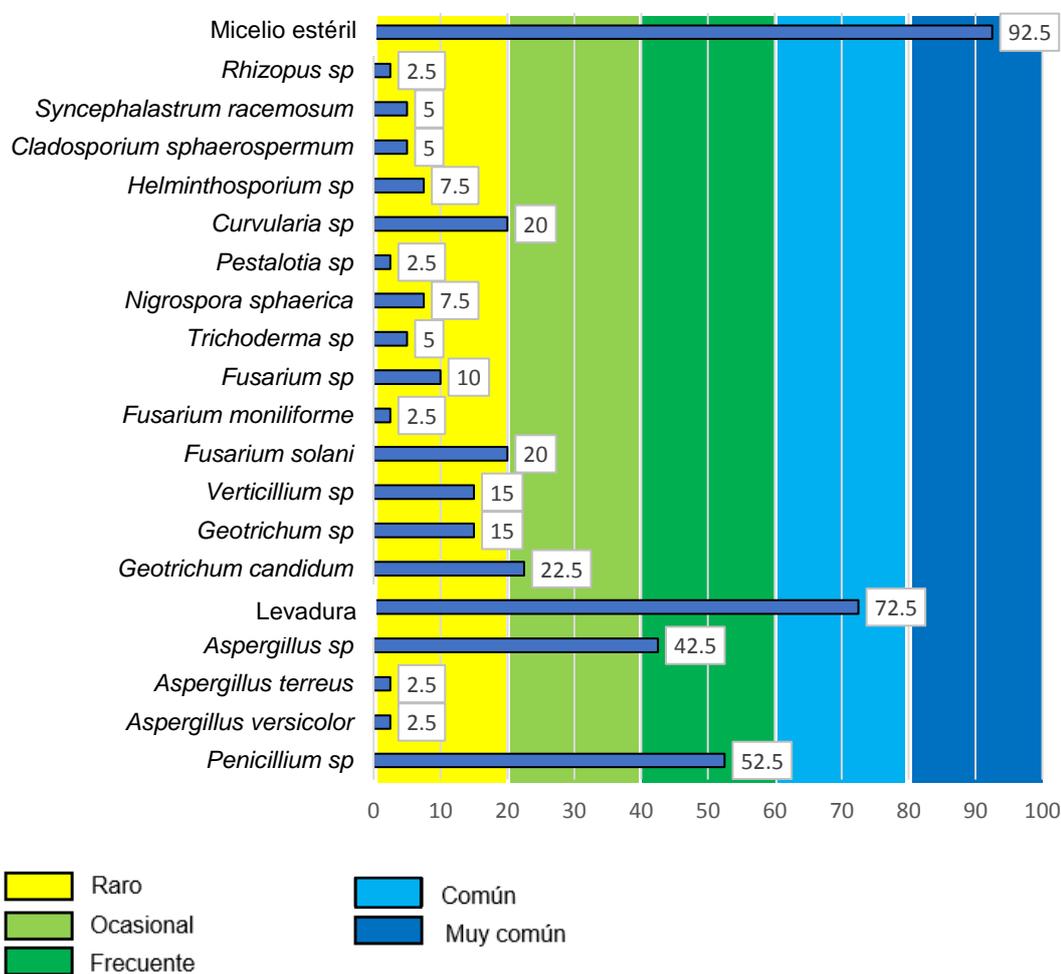
Gráfico 1. Densidad relativa de hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos



Fuente: Datos de la tesis

Gráfico 2. Densidad relativa de hongos en los museos de la ciudad de Iquitos

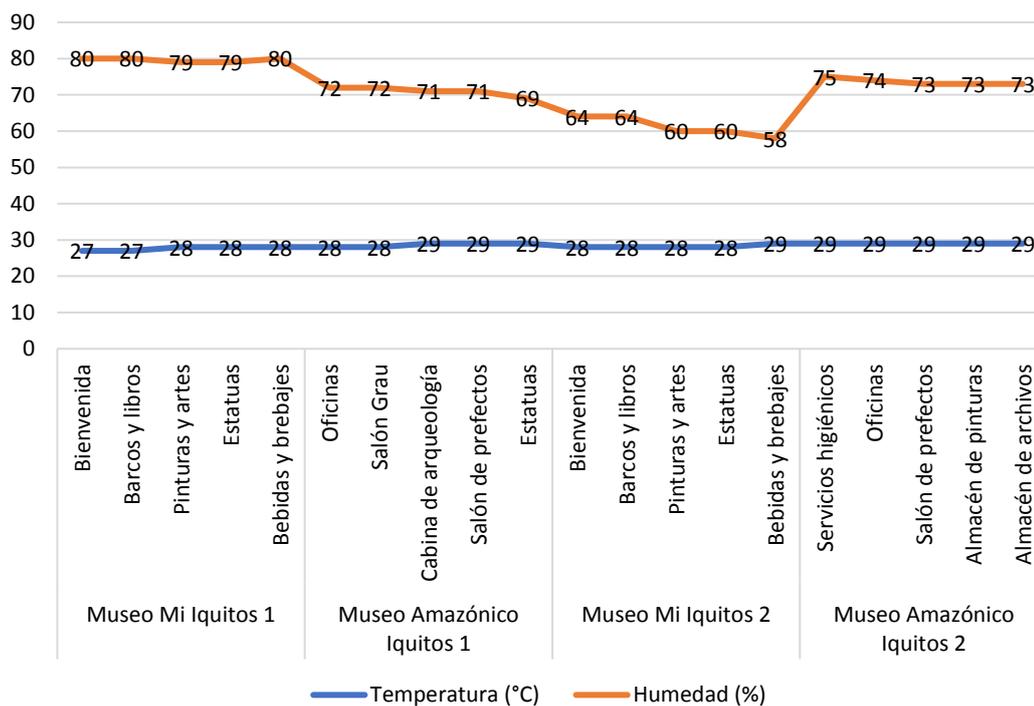
De acuerdo a la escala de frecuencia relativa se registraron 4 géneros y/o especies como hongos más frecuentes, así tenemos a Micelio estéril (Muy común), levadura (Común), *Penicillium sp* (Frecuente) y *Aspergillus sp* (Frecuente), que se reportan en los 40 muestreos; seguidamente tenemos a *Geotrichum candidum* como hongo ocasional, mientras que el resto de hongos estuvieron clasificados como hongos raros. (Anexo 4) (Gráfico 3)



Fuente: Datos de la tesis

Gráfico 3. Escala de frecuencia relativa de hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos

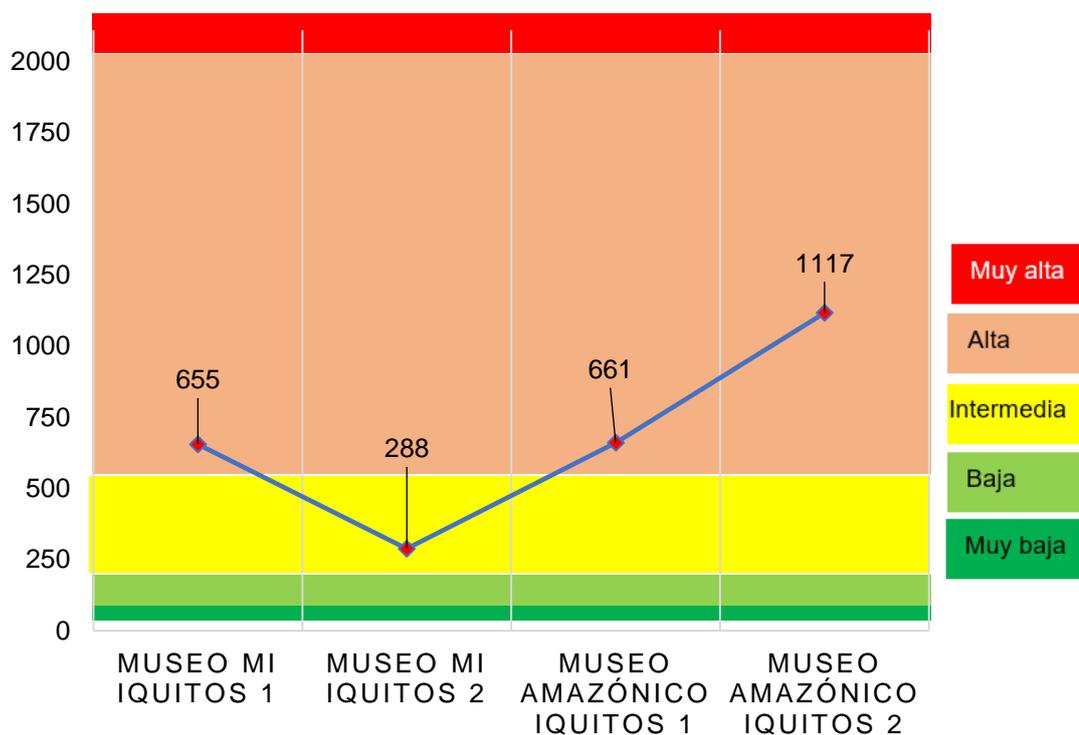
En la presente investigación se realizaron las mediciones de temperatura y humedad ambiental. La temperatura en los ambientes fueron cercanos, oscilando entre 29°C (Máximo) - 27°C (Mínimo). La humedad ambiental presentó variaciones, siendo 80% el valor máximo y 58% el valor mínimo registrado. (Gráfico 4)



Fuente: Datos de la tesis

Gráfico 4. Temperatura y humedad ambiental en los museos de la ciudad de Iquitos

El grado de contaminación del aire por hongos ambientales en el Museo Amazónico Iquitos presentó valores en sus 2 muestreos de 1117 ufc/m³ y 661 ufc/m³, registrándose en la escala de contaminación de nivel alta; mientras que el Museo Mi Iquitos se obtuvo los valores de 655 ufc/m³ y 288 ufc/m³ registrándose valores de contaminación de nivel alta y nivel intermedio.



Fuente: Datos de la tesis

Gráfico 5. Grado de contaminación del aire por hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos

Así mismo las 40 mediciones (20 para Museo Mi Iquitos (MI) y 20 para Museo Amazónico Iquitos (MA)). Fueron sometidas a las siguientes pruebas estadísticas.

Prueba de normalidad (Test de Shapiro-Wilk)

Los datos obtenidos fueron sometidos al test de Shapiro-Wilk ($N < 50$), con un nivel de confianza del 95% y significancia (alfa) de 5%.

- ✓ Se obtuvo el *valor p* en Museo Mi Iquitos de 0.115 y Museo Amazónico Iquitos de 0.280, concluyendo que los datos tienen una distribución normal. (Tabla 6)

Tabla 6. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
MI	,923	20	,115
MA	,944	20	,280

Igualdad de varianza (Prueba de Levene)

- ✓ Se obtuvo 0.001 en *valor p* en la Prueba de Levene de igualdad de varianzas y se concluye que existe diferencia significativa entre las varianzas. (Tabla 7)

Prueba de muestras independientes (Prueba T de Student)

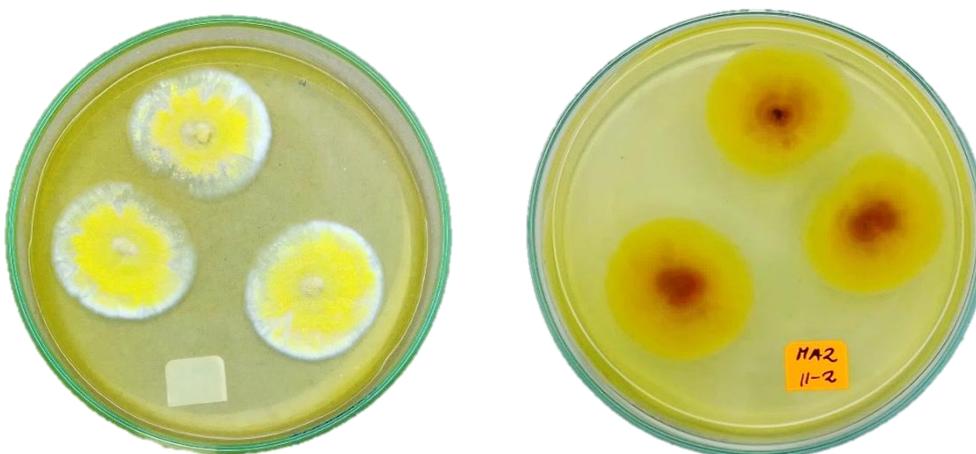
- ✓ Se obtuvo 0.001 en *valor p* en prueba t para la igualdad de medias y se concluye que existe una diferencia significativa entre la media de ufc del Museo Mi Iquitos y Museo Amazónico Iquitos. (Tabla 7)

Tabla 7. Igualdad de varianza y prueba de muestras independientes

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ufc	Se asumen varianzas iguales	11,823	,001	-	38	,001	-	113,74472	-	-
				3,664			416,76484		647,02898	186,50069
ufc	No se asumen varianzas iguales			-	27,177	,001	-	113,74472	-	-
				3,664			416,76484		650,07867	183,45100

DESCRIPCIÓN DE GENEROS Y/O ESPECIES DE HONGOS
AMBIENTALES

1. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Eurotiales
FAMILIA : Trichocomaceae
GÉNERO : *Penicillium*
ESPECIE : *Penicillium sp link*



Fuente: Datos de la tesis

- ✓ Características macroscópicas de la colonia

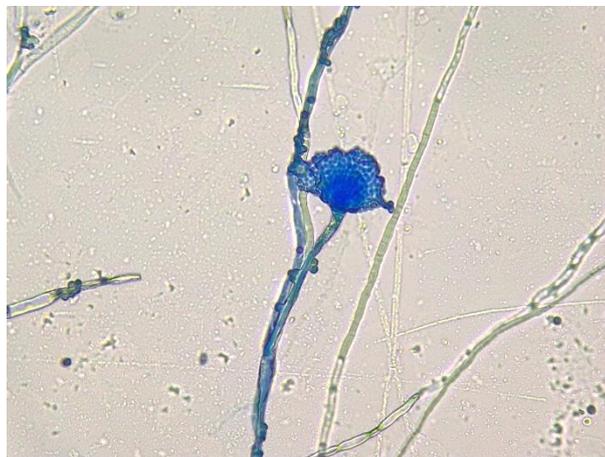
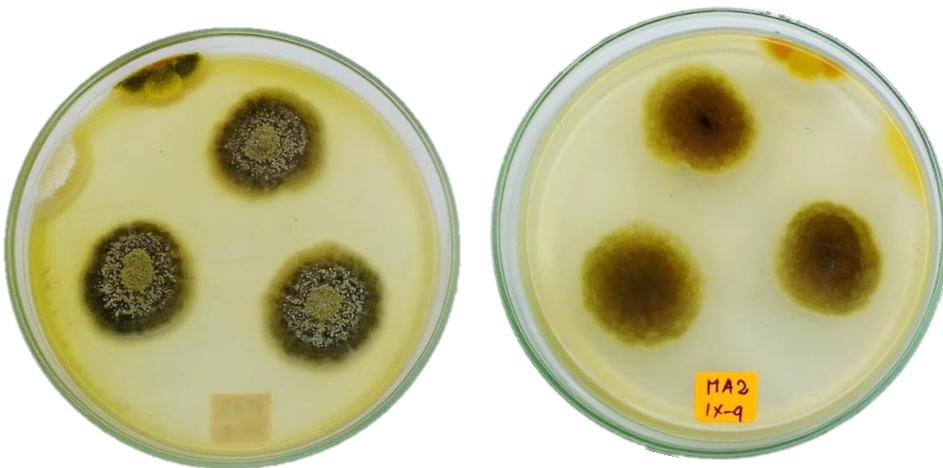
Colonias generalmente de crecimiento rápido, pulverulentas, aterciopelada, verdes, grises, amarillas o blancas, rara vez rojizas, lisas

o elevadas. *Penicillium* es un género muy grande; adicionalmente presenta un halo blanco en el anverso y reverso, estrías radiales y exudado.⁽³²⁾

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos que surgen del micelio solos o a menudo en sinemas, ramificados cerca del ápice, peniciliados, que terminan en fiálides, conidias (fialosporas) hialinas o de colores brillantes en masa, de células "1", en su mayoría globosas u ovoides, en cadenas basípetas secas.⁽³⁴⁾

2. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Eurotiales
FAMILIA : Trichocomaceae
GÉNERO : *Aspergillus*
ESPECIE : *Aspergillus sp*



Fuente: Datos de la tesis

✓ Características macroscópicas de la colonia

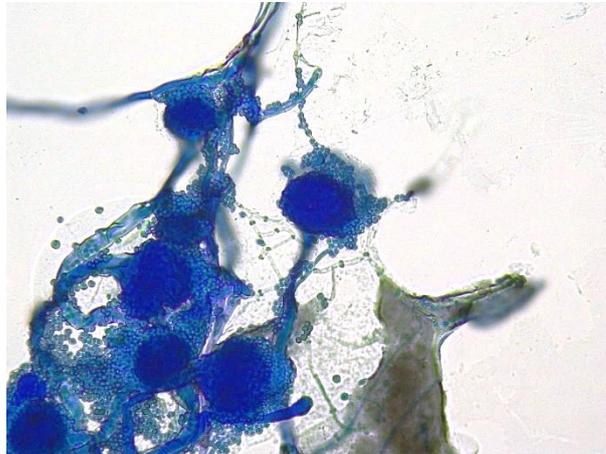
Aspergillus sp tiene aspecto algodonoso, polvoriento y micelio; de superficie liso y elevado; de colores como blanco, blanco con centro

amarillo, blanco transparente, centro naranja con borde blanco, crema con amarillo, naranja y verde oscuro.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos erguidos, simples, que terminan en una globosa o claviforme que lleva fiálides en el ápice o que se irradian desde toda la superficie, conidios globosos con forma de "I", a menudo de varios colores en masa y en cadenas⁽³²⁾. Esporas de 1 célula producidas en cadenas. Conidióforos con una cabeza hinchada o cuña con fiálides en forma de botella.⁽³⁴⁾

3. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Eurotiales
FAMILIA : Trichocomaceae
GÉNERO : *Aspergillus*
ESPECIE : *Aspergillus terreus* Thom



Fuente: Datos de la tesis

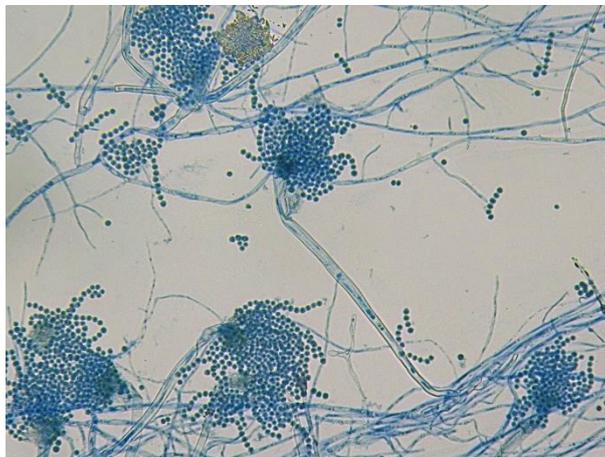
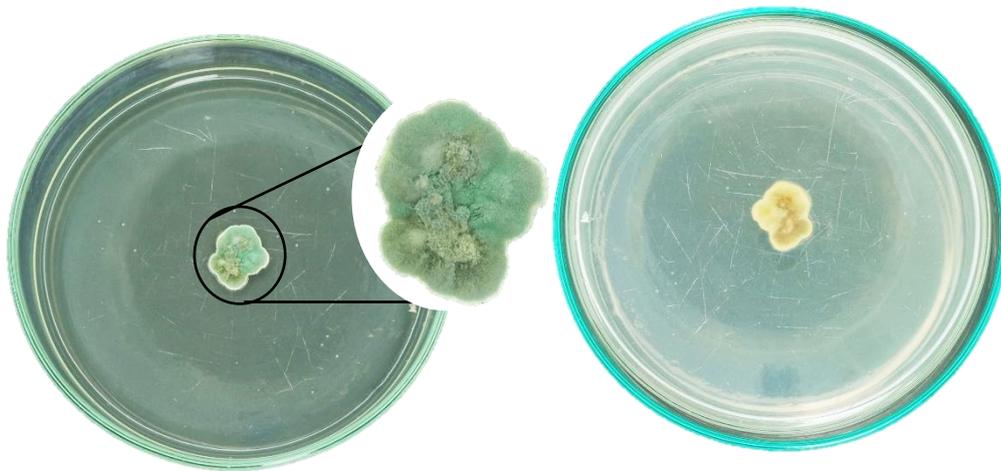
✓ Características macroscópicas de la colonia

Es un hongo que en el anverso presenta las siguientes características: algodonoso de aspecto, con superficie elevado y de color marrón amarillento a marrón canela; mientras que el reverso se visualiza un pigmento marrón.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidiales densamente columnares. Tallos de conidióforos de paredes lisas, hialinos. Vesículas subesféricas. Células conidiógenas biseriadas. Métulas tan largas como las fiálides. Conidias de paredes lisas, estriadas, esféricas a ampliamente elipsoidales y hialinas.⁽³⁰⁾

4. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Eurotiales
FAMILIA : Trichocomaceae
GÉNERO : *Aspergillus*
ESPECIE : *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tiraboschi



Fuente: Datos de la tesis

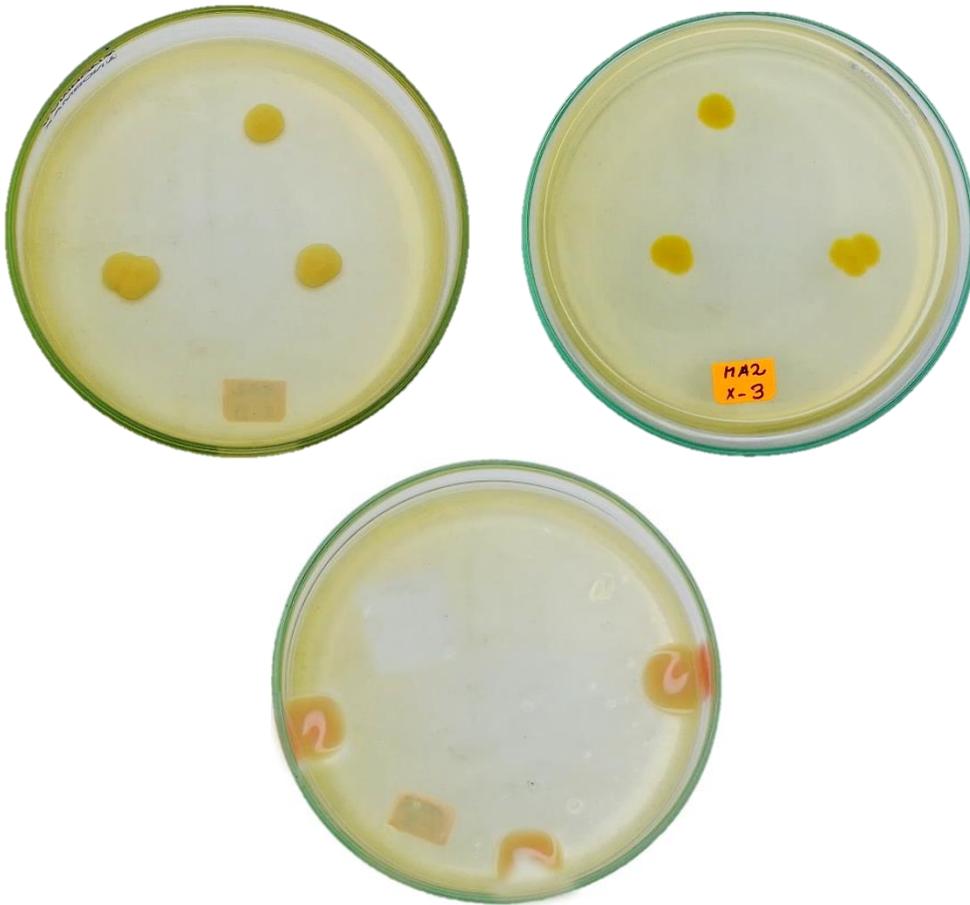
✓ Características macroscópicas de la colonia

Color amarillo, amarillo con centro blanco, naranja-amarillo a amarillo-verde o rosa pálido; a menudo pobremente esponjadas y polvoriento de aspecto, con superficie liso; mientras que el reverso se visualiza un pigmento amarillo.⁽³⁰⁾

✓ Características microscópicas de la colonia

Cabezas conidiales radiadas. Tallos de conidióforos de paredes lisas, hialinos. Vesículas subesféricas a elípticas. Células conidiógenas biseriadas, con fiálides más largas o tan largas como las métulas, esférico. Las células de Hülle pueden estar presentes en algunos aislamientos.⁽³⁴⁾

5. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Saccharomycetales
ESPECIE : Levadura



Fuente: Datos de la tesis

✓ Características macroscópicas de la colonia

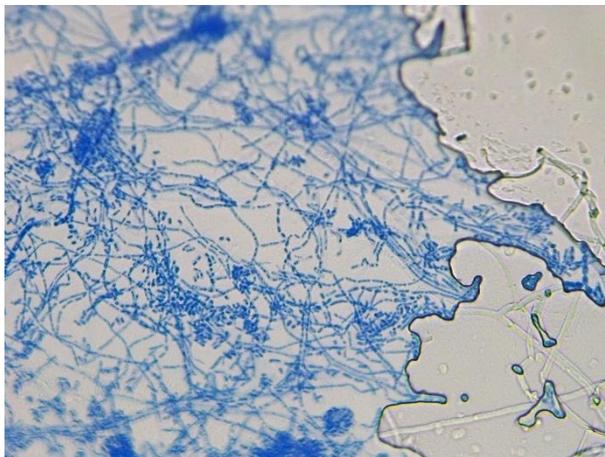
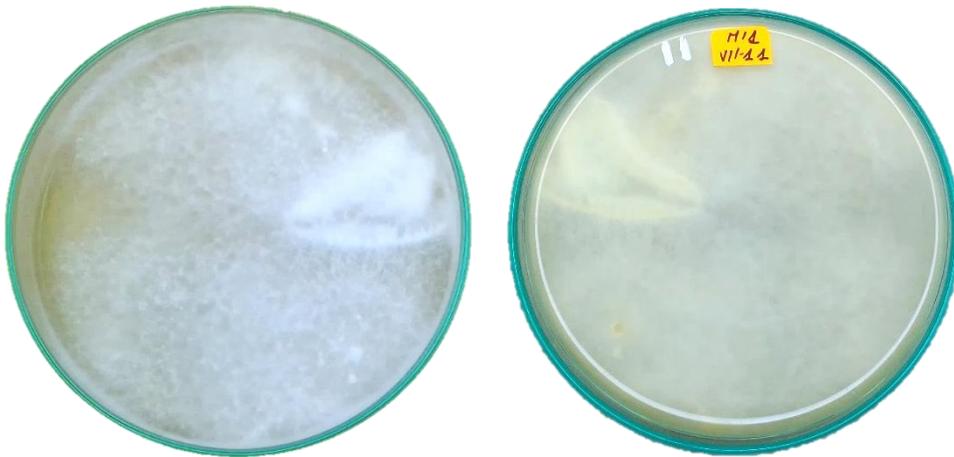
Levadura tiene colonias rosadas, rojizas o amarillentas, viscosas o secas, contiene numerosos saporios. Carecen de hifas.⁽³⁰⁾

✓ Características microscópicas de la colonia

Se pueden producir cadenas cortas de células y se observa la división por gemación, con las hijas como una pequeña burbuja que surge de

la pared de la célula madre y que a veces contienen una o más esporas internas (ascosporas).⁽³⁴⁾

6. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Saccharomycetales
FAMILIA : Endomycetaceae
GÉNERO : *Geotrichum*
ESPECIE : *Geotrichum sp*



Fuente: Datos de la tesis

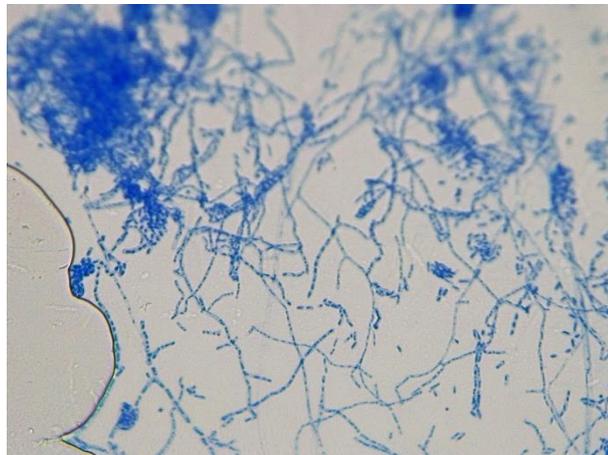
- ✓ Características macroscópicas de la colonia

Geotrichum sp es un hongo algodonoso de aspecto, con superficie liso y de color blanco.

✓ Características microscópicas de la colonia

Micelio blanco, tabicado; conidióforos ausentes; conidios (artrosporas) hialinos, de células "1", cilíndricos cortos con extremos truncados, formados por segmentación de hifas; mayormente saprofitas, comunes en el suelo. Algunos basidiomicetos forman esporas de esta manera.⁽³⁰⁾

7. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Saccharomycetales
FAMILIA : Endomycetaceae
GÉNERO : *Geotrichum*
ESPECIE : *Geotrichum candidum*



Fuente: Datos de la tesis

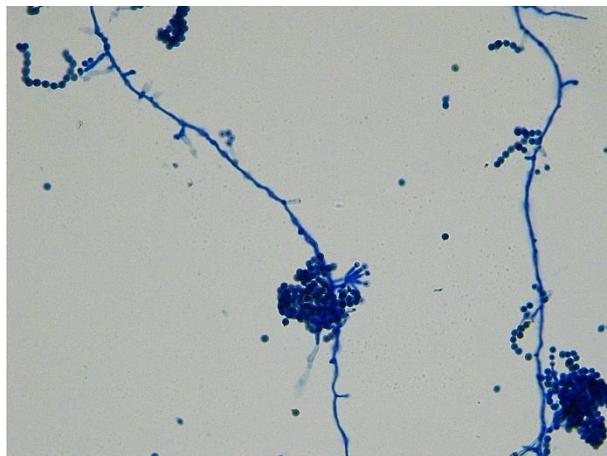
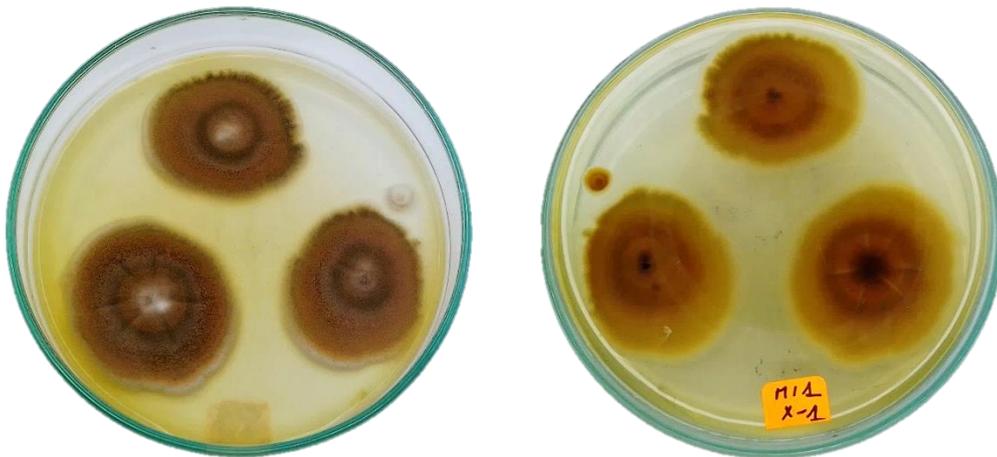
✓ Características macroscópicas de la colonia

Colonia de rápida expansión, algodonoso, blancas, liso o con micelio aéreo algodonoso y margen algo fimbriado. Olor insignificante o afrutado.⁽³⁰⁾

✓ Características microscópicas de la colonia

Hifas en expansión a menudo con ramificación dio tricotómica, ramas principales, paredes firmes, con ramas laterales mucho más estrechas en ángulos agudos o casi rectos. Las ramas laterales pronto se desarticulan en células cilíndricas cortas que se inflan ligeramente.⁽³⁰⁾

8. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Hypocreales
FAMILIA : Plectosphaerellaceae
GÉNERO : *Verticillium*
ESPECIE : *Verticillium sp* Nees



Fuente: Datos de la tesis

- ✓ Características macroscópicas de la colonia

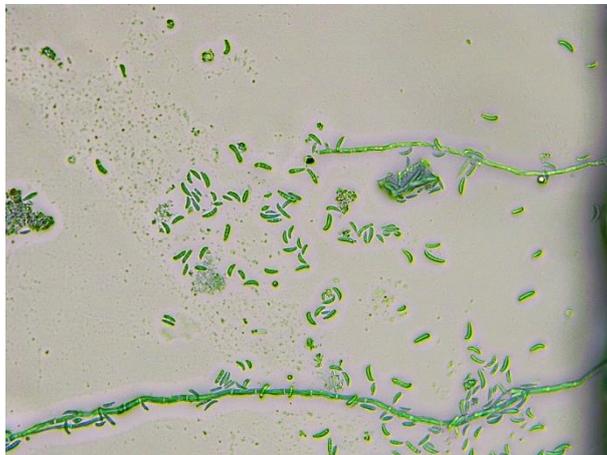
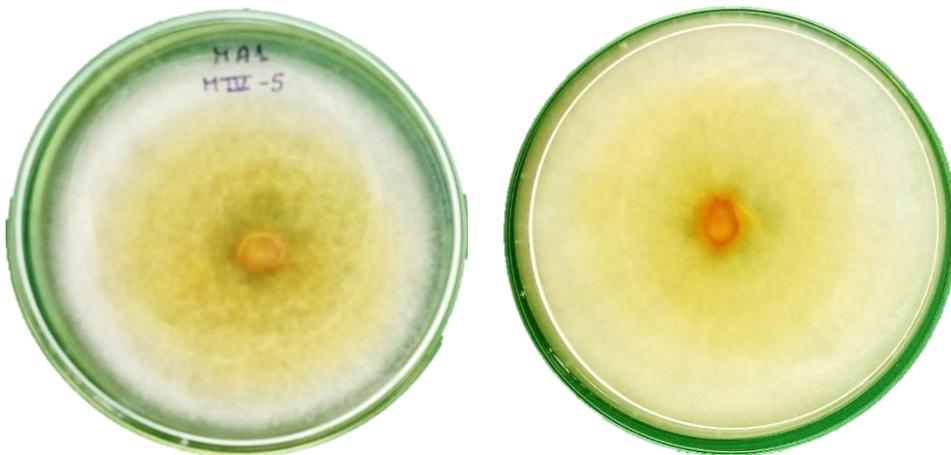
Verticillium sp es un hongo que en el anverso presenta las siguientes características: Polvoriento de aspecto, con superficie liso y borde blanco con anillo central de color café oscuro y centro blanco; mientras

que el reverso se visualiza un pigmento café oscuro, así mismo este hongo en el inicio de su cultivo es de aspecto algodonoso.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos delgados, ramificados, al menos algunas de las ramas verticiladas (en verticilos); conidios (fialosporas) de ovoides a elipsoides, hialinas, de células "1", que nacen solas o en pequeños racimos de mostos apicalmente.⁽³⁴⁾

9. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Hypocreales
FAMILIA : Nectriaceae
GÉNERO : *Fusarium*
ESPECIE : *Fusarium sp*



Fuente: Datos de la tesis

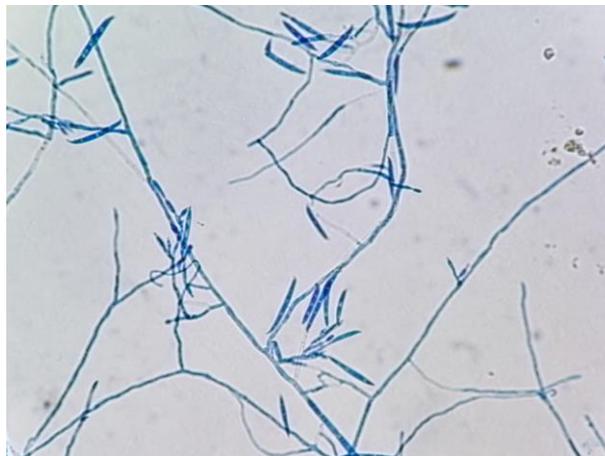
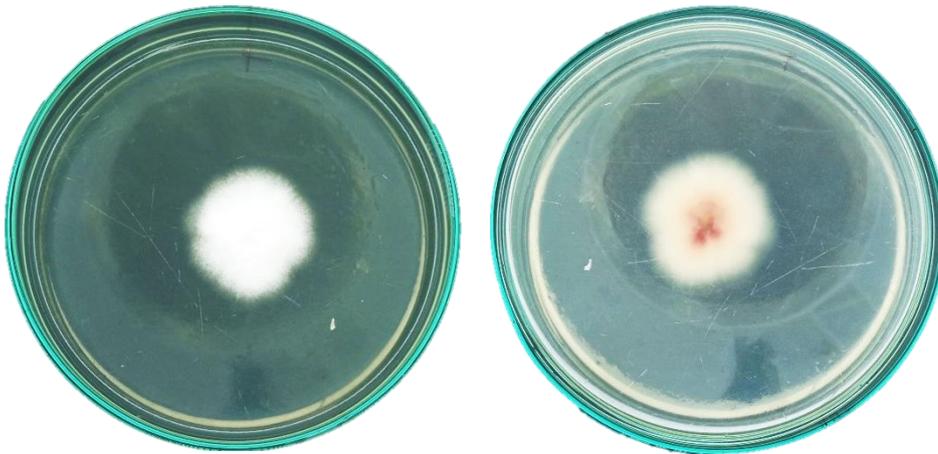
✓ Características macroscópicas de la colonia

Fusarium sp. Micelio extenso, elevado y algodonoso en cultivo, a menudo con un matiz de rosa púrpura o amarillo, en el micelio o medio.⁽³⁰⁾

✓ Características microscópicas de la colonia

Tiene conidióforos variables, delgados y simples, o muy cortos, ramificados irregularmente o con un verticilo de fiálides, solos o agrupados en esporodoquios, conidias hialinas, variables, principalmente de dos tipos, a menudo sostenidas en pequeñas cabezas de boca, macroconidias pluricelulares ligeramente curvadas o dobladas en los extremos puntiagudos, típicamente en forma de canoa, microconidias monocelulares, ovoides u oblongas, que nacen solas o en cadenas ; algunos conidios intermedios, de 2-3 celdas, oblongos o ligeramente curvados.⁽³⁴⁾

10. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Hypocreales
FAMILIA : Nectriaceae
GÉNERO : *Fusarium*
ESPECIE : *Fusarium solani*



Fuente: Datos de la tesis

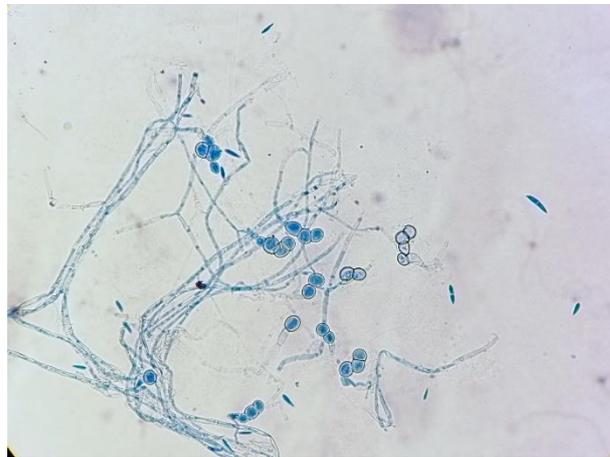
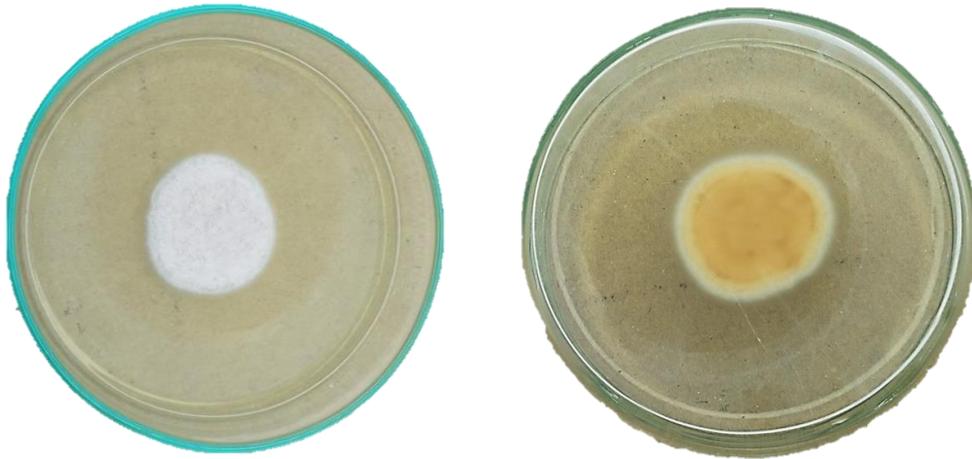
✓ Características macroscópicas de la colonia

Fusarium solani tiene un crecimiento rápido, con micelio serial de color blanco a crema, verde a marrón azulado, el reverso generalmente incoloro, pero con una pigmentación vinácea. Esta colonia presenta el centro color naranja en el anverso.⁽³⁰⁾

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos que surgen lateralmente de hifas en serie principalmente con bastante macroconidios producidos en conidióforos más cortos y ramificados, moderadamente curvados con células basales cortas, apicales, ramas e indistintamente pediceladas, en su mayoría 3 septadas y ocasionalmente 5 septas; clamidosporas frecuentes, solas o en pares, terminales o intercalares y unidas.⁽³⁴⁾

11. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Hypocreales
FAMILIA : Nectriaceae
GÉNERO : *Fusarium*
ESPECIE : *Fusarium moniliforme*



Fuente: Datos de la tesis

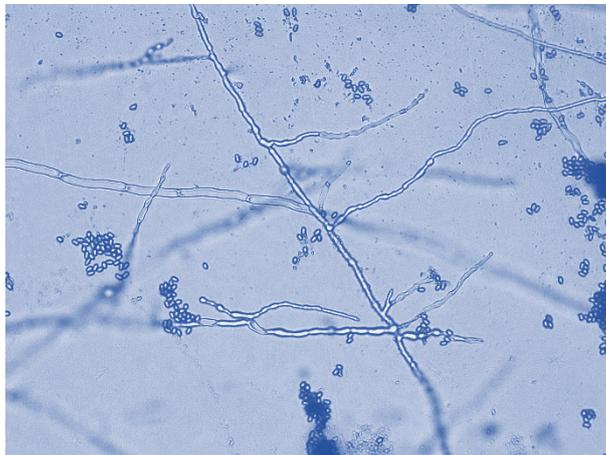
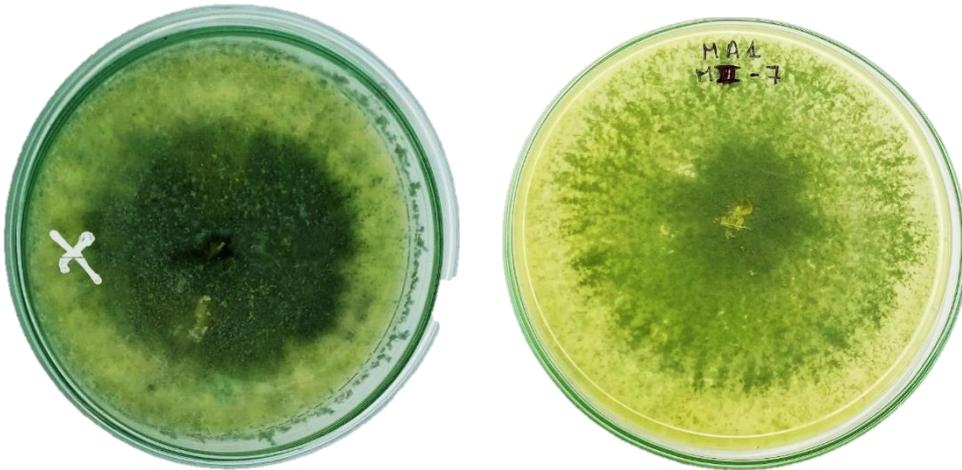
✓ Características macroscópicas de la colonia

Fusarium moniliforme es un hongo que en el anverso es de aspecto algodonoso, con superficie lisa y colores melón con pigmentos blancos. En el reverso tiene el color melón como pigmento.

✓ Características microscópicas de la colonia

Microconidios son abundantes y ovoides. Las macroconidias son grandes en forma de media luna y las clamidosporas son frecuentes.

12. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Hypocreales
FAMILIA : Hypocreaceae
GÉNERO : *Trichoderma*
ESPECIE : *Trichoderma sp* Pers



Fuente: Datos de la tesis

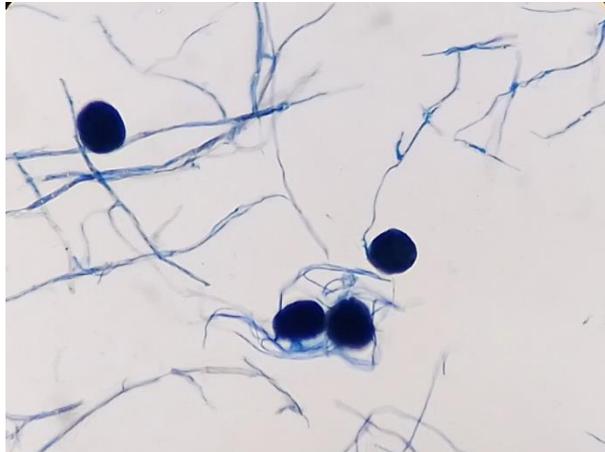
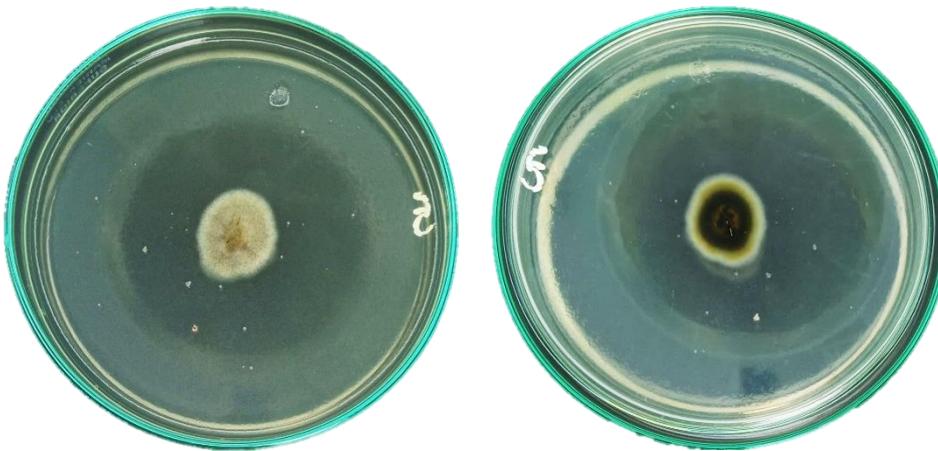
✓ Características macroscópicas de la colonia

Reconocibles por su rápido crecimiento. Colonias pulverulentas y lisa. Adicionalmente presenta anillos de crecimiento con pigmentación blanca y verde claro.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos hialinos, muy ramificados, no verticilados; fiálides solo o en grupos, conidios (fialosporas) hialinos, unicelulares, ovoides, nacidos en pequeños racimos terminales.⁽³⁰⁾

13. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Trichosphaeriales
FAMILIA : Trichosphaeriaceae
GÉNERO : *Nigrospora*
ESPECIE : *Nigrospora sphaerica* Zimm



Fuente: Datos de la tesis

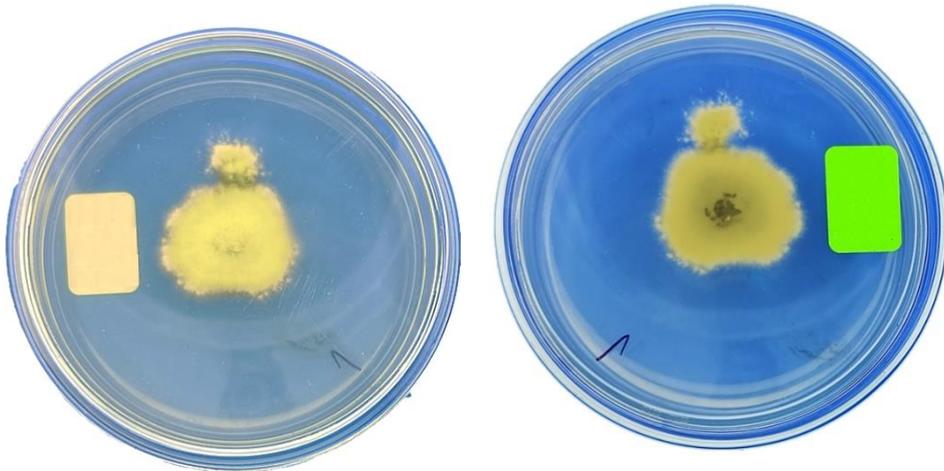
✓ Características macroscópicas de la colonia

Es un hongo algodonoso, elevado de color blanco oscuro o crema. Mismo que presente una pigmentación negra con anillos blancos y de marrón claro o amarillento.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos cortos, en su mayoría simples; conidias (aleuriosporas) negras, unicelulares, globosas, situadas sobre una vesícula hialina aplanada al final del conidióforo.⁽³⁰⁾

14. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Xylariales
FAMILIA : Xylariaceae
GÉNERO : *Pestalotia*
ESPECIE : *Pestalotia sp* Not



Fuente: Datos de la tesis

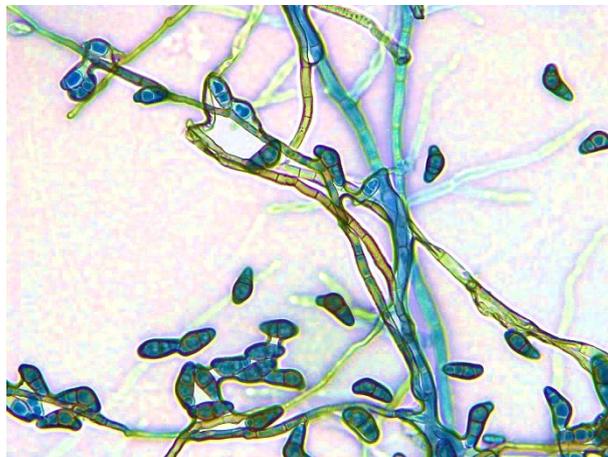
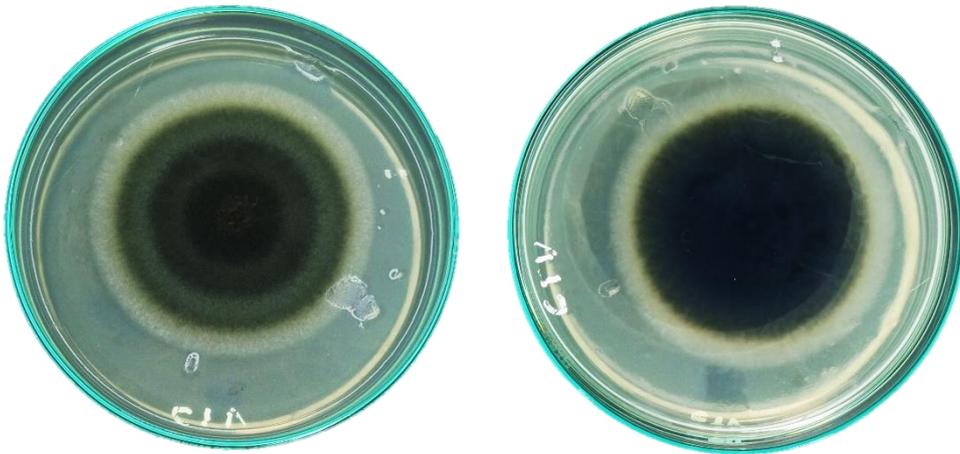
✓ Características macroscópicas de la colonia

Pestalotia sp. Micelio oscuro, discoide o en forma de cojín; tiene aspecto algodonoso; de superficie elevado; de color blanco. En el reverso no tiene pigmentos, pero presenta bordes irregulares, color verde al envejecer.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos cortos, simples; conidios oscuros, pluricelulares, con células hialinas en los extremos puntiagudos, de elipsoides a fusoides, con dos o más apéndices apicales hialinos.⁽³⁰⁾

15. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Pleosporales
FAMILIA : Pleosporaceae
GÉNERO : *Curvularia*
ESPECIE : *Curvularia sp* Bordijón



Fuente: Datos de la tesis

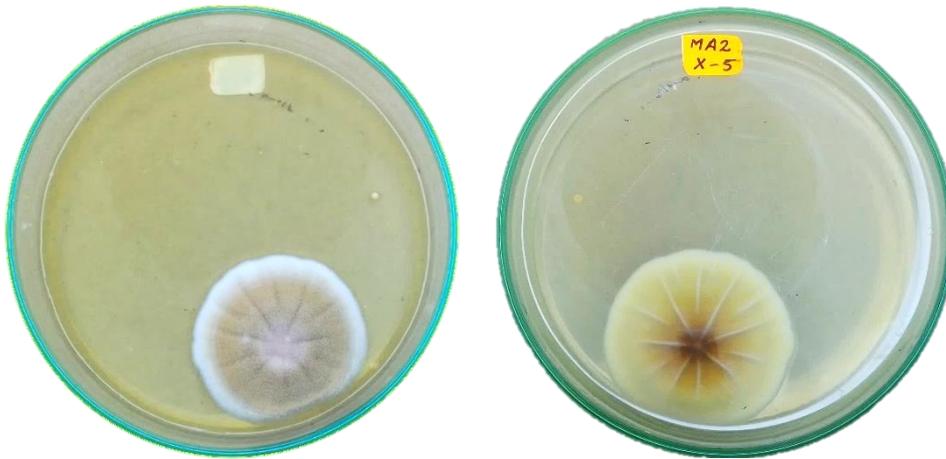
✓ Características macroscópicas de la colonia

Micelio aéreo y liso que presenta crecimiento en anillos de color café oscuro, el borde blanco. En el reverso presenta pigmentación de café oscuro a negro.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos marrones, en su mayoría simples, con esporas apicalmente o en nuevos puntos de crecimiento simpodial, conidias (porosporas) oscuras, células terminales más claras, de 3 a células 5, más o menos fusiformes, típicamente dobladas, con una de las células centrales agrandada.⁽³⁰⁾

16. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Pleosporales
FAMILIA : Massarinaceae
GÉNERO : *Helminthosporium*
ESPECIE : *Helminthosporium sp* Link ex Fr.



Fuente: Datos de la tesis

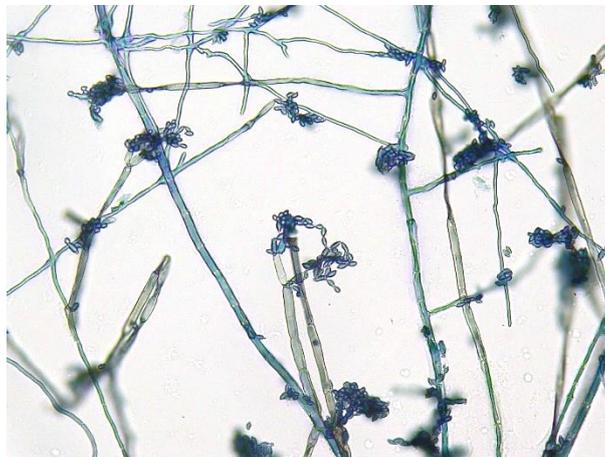
✓ Características macroscópicas de la colonia

Hongo que en su fase inicial es algodonoso, blanco y elevado; mientras va madurando el micelio es oscuro presenta las líneas concéntricas con colores oscuros, cremas o amarillentas. En el reverso es de pigmento gris amarronado.

✓ Características microscópicas de la colonia

Estromas a menudo presentes, conidióforos simples o agrupados, altos, erectos, marrones, simples, conidios que se desarrollan por debajo de los tabiques mientras el ápice del conidióforo sigue creciendo, subhialinos a marrones, oclavados, fragmosporosos, pseudoseptados.⁽³⁰⁾

17. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Ascomycota
ORDEN : Capnodiales
FAMILIA : Davidiellaceae
GÉNERO : *Cladosporium*
ESPECIE : *Cladosporium sphaerospermum* Penz



Fuente: Datos de la tesis

✓ Características macroscópicas de la colonia

Cladosporium sphaerospermum tiene crecimiento moderada pulverulentas, verde oscuro; y en presenta pigmentación marrón. Adicionalmente tiene con estrías radiales e inicialmente es cenizo con blanco para luego verde olivo.

✓ Características microscópicas de la colonia

Conidióforos de longitud variable, paredes claras a medio siveáceas de color café o verrucosas, no nodosas. Ramo conidios 0-3 septados, alargados, con paredes lisas o conidios esféricos, marrón oliváceo medio a oscuro y verrugosos.⁽³⁰⁾

18. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Mucoromycota
ORDEN : Mucorales
FAMILIA : Syncephalastraceae
GÉNERO : *Syncephalastrum*
ESPECIE : *Syncephalastrum racemosum*



Fuente: Datos de la tesis

✓ Características macroscópicas de la colonia

Syncephalastrum racemosum tiene aspecto polvoriento con abundante micelio aéreo y de rápido crecimiento; de superficie elevado; de color grisáceo. En el reverso tiene pigmentos amarillos, pero presenta bordes irregulares y color verde al envejecer.

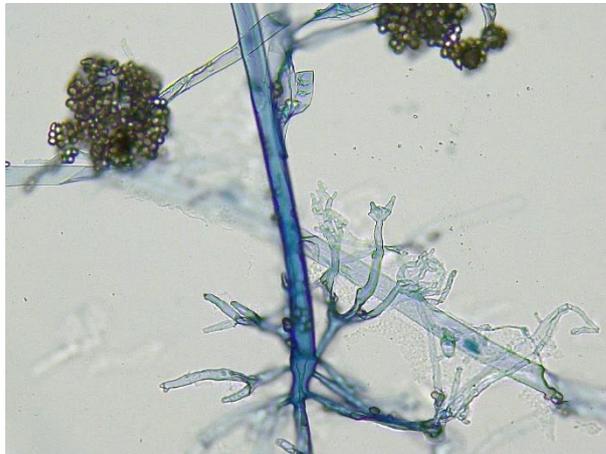
✓ Características microscópicas de la colonia

Esporangióforos erectos, con una cabeza de esporangiolos en forma de varilla, cada uno de los cuales produce una fila de esporas (merosporangios en toda su superficie) casi esféricas que se asemejan a una cadena de conidios y pared de esporangiolos que se disuelven para liberar esporas.^(30,32)

19. REINO : Fungi
DIVISIÓN : Mucoromycota
ORDEN : Mucorales
FAMILIA : Mucoraceae
GÉNERO : *Rhizopus*
ESPECIE : *Rhizopus sp*



Fuente: Datos de la tesis



✓ Características macroscópicas de la colonia

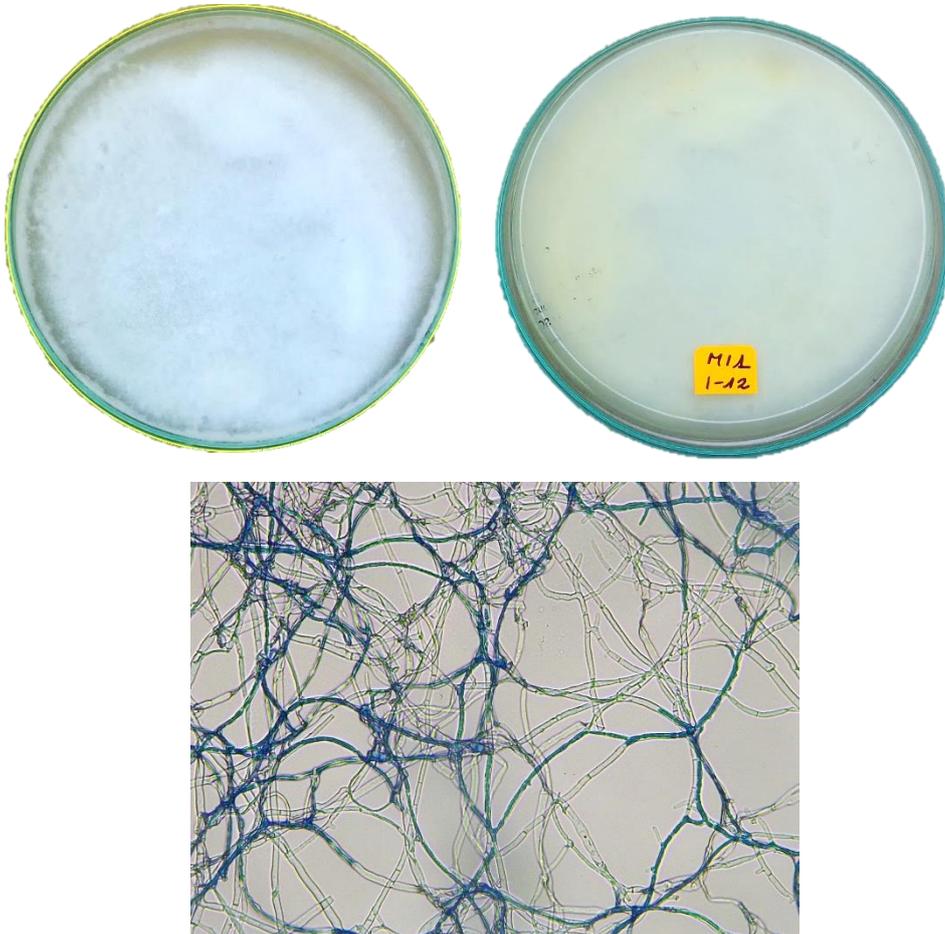
Colonias de crecimiento rápido, algodonoso, elevado de colores blanco con aparente oscuro en el centro. En el reverso no presenta pigmentación.⁽³²⁾

✓ Características microscópicas de la colonia

Este hongo presenta estolones y rizoides. Los esporangióforos surgen por encima de los rizoides, esporangios terminales. Multiesporada, con apófisis; columela subesférica a ligeramente elipsoidal. esporangióforos angulares o (sub)esféricos, ornamentados. zigóforos rojizos, entre suspensores esféricos desiguales.⁽³⁴⁾

20. REINO : Fungi

ESPECIE : Micelio estéril



Fuente: Datos de la tesis

✓ Características macroscópicas de la colonia

Colonias algodonoso, pulverulentas, lisa, elevadas, presenta colores como: blancos, blancos blanco oscuro, transparente blanco, crema con pigmentos blancos, negro, marrón claro y rosa pálido. Mientas en el reverso puede tener pigmentación oscura o no presentar ninguna.

✓ Características microscópicas de la colonia

Este grupo de colonias de hongos solo permite la observación de hifas sin la formación de cuerpos fructíferos, estromas ni esporas.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los museos representan una adaptación de los espacios para obtener recursos o mostrar cierta noción de información⁽³⁷⁾; en la ciudad de Iquitos se puede encontrar pinturas, cuadros de fotos, maderas, estatuas, manualidades de artesanía y son visitados por las personas, por lo que muestra su historia.

En el presente estudio de investigación, Micelio estéril fue el hongo con más densidad relativa (33.91%) reportándose 109 colonias en el Museo Amazónico Iquitos y 67 colonias en Museo Mi Iquitos. Así mismo, otro estudio sobre la diversidad de hongos microscópicos en nueve restos momificados en Morelos – México⁽³⁸⁾ reportaron a Micelio estéril como el hongo con mayor presencia en ocho de las nueve momias con 98 colonias (59.4%).

En el presente estudio se determinó a Micelio estéril (Muy común), levadura (Común), *Penicillium sp* (Frecuente) y *Aspergillus sp* (Frecuente); en contraste con un estudio de la diversidad de hongos microscópicos en nueve restos momificados en Morelos - México⁽³⁸⁾ registró a Micelio estéril, *Cladosporium sp.*, y *Penicillium sp.*, mientras que otra investigación aerobiológica de esporas fúngicas en el aire, su dinámica estacional y el análisis de la incidencia de los factores ambientales en el riesgo de biodeterioro en la sala Egipcia del Museo de La Plata en Argentina⁽³⁹⁾ reportó a *Aspergillus niger*, *Beauveria*, *Fusarium oxysporum* y *Penicillium sp.* Coincidiendo con varios estudios^(12,21,22) que menciona a *Penicillium* y *Aspergillus* como los hongos más contaminantes en ambientes a nivel mundial.

Las levaduras fueron registradas como el segundo hongo más frecuente y abundante; en un estudio de Cuba⁽²²⁾ caracterizaron la microbiota aérea en dos depósitos del Archivo Nacional y reportaron a *Candida sp.* y *Rhodotorula sp.*; así mismo una investigación en el Museo Tumbas Reales de Sipán se reporta a las levaduras como agentes bioteriorantes en momias con deterioro evidente.⁽²¹⁾

En el presente estudio se reporta a *Rhizopus sp.*, *Pestalotia sp.*, *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus terreus* y *Aspergillus versicolor* como hongos raros (Todos con 2.5%); mientras en un estudio en Cuba donde caracterizaron la microbiota aérea en dos depósitos del Archivo Nacional⁽²²⁾, reportaron a *Curvularia*, *Alternaria* y *Fusarium*, mencionando que éstos géneros fueron reportados en otros ambientes interiores de casas, museos y biblioteca.

El muestreo 2 del Museo Mi Iquitos tiene la menor contaminación (categoría intermedia) respecto a los otros muestreos. Lo característico de este muestreo es que se ejecutaron trabajos de mantenimiento de la infraestructura, asumiendo una posible relación de limpieza y contaminación; así mismo, en un estudio de investigación e Barraquilla⁽¹³⁾ mencionan la no existencia de relación de relación entre los procedimientos de limpieza y las concentraciones de bioaerosoles fúngicos.

En la presente investigación las temperaturas oscilaron entre 29°C- 27°C y las humedades ambientales oscilaron entre 80% y 58%. Las directrices para la calidad del aire interior en oficinas en Brasil⁽⁴⁰⁾ establecen temperaturas de 25°C - 18°C, y las humedades relativas de 76% - 53%, así mismo, las normas de referencia para la calidad del aire interior en ambientes climatizados

artificialmente de uso público y colectivo recomiendan temperaturas internas entre 20°C - 26°C y humedad entre 70% - 30%. Cabe mencionar que los museos de la presente investigación no cuentan con ningún método para un ambiente climatizado artificialmente. Mientras que una investigación en Cuba encontraron que el alto grado de estancamiento de aire, la falta de intercambio de aire con el exterior y la existencia de un alto contenido de polvo en el interior de algunos repositorios fueron los factores que también influyen en la concentración y diversidad de hongos en interiores con aire acondicionado.⁽⁴¹⁾

En cuanto a las unidades formadoras de colonias por metro cuadrado, en los museos estudiados sobrepasó de 1117 ufc/m³ (Grado de contaminación alta). Estos resultados superan a estudios similares en museos de la Plata - Argentina⁽⁴²⁾ y Lambayeque – Perú⁽⁴³⁾, 260 ufc/m³ (Grado de contaminación intermedia), pero siendo inferior a los 1300 ufc/m³ (Grado de contaminación alta) respectivamente. En este contexto los museos de la ciudad de Iquitos superan la denominación de un ambiente limpio y aceptable. Sin embargo las diferentes literaturas publicadas toman como referencia diferentes concentraciones para los grados de contaminación.^(12,40,44)

Finalmente es de gran importancia tener el aire libre de la contaminación por hongos ambientales en nuestros museos para preservar las muestras de exposición, la infraestructura y cuidar la salud de quienes lo visitan. Los museos reúnen excelentes factores para la germinación y proliferación de estos microorganismos, resultando imposible evitar entrar en contacto con ellos y en su vertiente negativa ser perjudicial para la salud de las personas como enfermedades alérgicas respiratorias en personas sensibles y/o inmunodeprimida.^(9,14,17)

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- El Museo Mi Iquitos tiene un valor de contaminación intermedia y alta, mientras que Museo Amazónico Iquitos tuvo un valor de contaminación alta.
- Se aisló 180 colonias de hongos ambientales en el Museo Mi Iquitos y 339 en Museo Amazónico Iquitos, haciendo un total de 519 colonias.
- Los géneros y/o especies de hongos se clasificaron taxonómicamente en 2 divisiones (Ascomycota y Mucoromycota), 8 órdenes, 12 familias y 20 géneros y/o especies.
- El hongo ambiental con mayor densidad relativa es Micelio estéril (33.91%), seguido por levadura (25.43%) y *Penicillium sp* (12.72%); hongos como *Aspergillus terreus*, *Pestalotia sp* y *Rhizopus sp* fueron los hongos que menos valores en densidad relativa registraron (0.19%).
- En la escala de frecuencia relativa se registró a Micelio estéril (Muy común), levadura (Común), *Penicillium sp* (Frecuente) y *Aspergillus sp* (Frecuente), mientras que *Rhizopus sp*, *Pestalotia sp*, *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus terreus* y *Aspergillus versicolor* fueron hongos raros con los valores mínimos (2.5%) para los museos.
- Existe una diferencia significativa entre la media de ufc del Museo Mi Iquitos y Museo Amazónico Iquitos.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- Realizar fotografías a las colonias de hongos aisladas en 3 momentos diferentes de su desarrollo, porque en géneros como *Fusarium* y *Helminthosporium* se producen cambios del color de la colonia.
- Se recomienda realizar la Técnica de la Cámara húmeda (microcultivo) para la identificación de los géneros y/o especies de hongos ambientales, porque sólo usando observación directa no permite observar las microestructuras de los hongos.
- La metodología utilizada permitió conocer las ufc/m³ de hongos ambientales y su contaminación.
- Para otros estudios de investigación se recomienda usar herramientas moleculares para poder identificar mayor números de especies.
- Realizar estudios de investigación de hongos biodeteriorantes en los museos y la comparación de diferentes métodos volumétricos y no volumétricos.
- Se recomienda realizar limpieza eliminando el polvo y materias orgánicas de las pinturas, cuadros de fotos, maderas, estatuas, manualidades de artesanía y almacenes para disminuir el crecimiento de los hongos ambientales.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vargas T, Villazante G. Clasificación de los microorganismos. Revista de actualización clínica. 2014;44:2309-2013.
2. Montes B, Restrepo A, McEwen JG. Nuevos aspectos sobre la clasificación de los hongos y su posible aplicación médica. Biomédica [Internet]. 1 de junio de 2003 [citado 29 de julio de 2022];23(2):213. Disponible en: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1214>
3. Lodge DJ. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM;
4. Heredia-Abarca G. La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos. Bioagrobiencias. 2020;13(2):98-108.
5. Murray P, Rosenthal K, Pfaller M. Microbiología médica. Vol. 6. España: Elsevier; 2009.
6. Torres J. Hongos y alergia o un binomio polémico. Alergol Inmunol Clin [Internet]. 2002 [citado 25 de julio de 2021];17:139-40. Disponible en: <http://revista.seaic.org/junio2002/139-140.pdf>
7. Kelley ST, Gilbert JA. Studying the microbiology of the indoor environment. Genome Biol [Internet]. 2013 [citado 24 de enero de 2021];14(2):202. Disponible en: <http://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/gb-2013-14-2-202>
8. Farinati AE, Toran J. Estudio de la calidad de aire en ambiente interior de posibles edificios enfermos. 2014;1:2.

9. Bueno DJ, Silva JO, Oliver G. Hongos ambientales en una biblioteca un año de estudio. *Anales de documentación* [Internet]. 2003;6:8. Disponible en: <https://revistas.um.es/analesdoc/article/view/2061/2051>
10. Romero B CA, Castañeda A DF, Acosta P GS. Determinación de la calidad bacteriológica del aire en un laboratorio de microbiología en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia. *Nova* [Internet]. 15 de diciembre de 2016 [citado 24 de enero de 2021];14(26):101. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/1756>
11. Rodríguez SF. Estudio comparativo en altura y distancia en el muestreo aerobiológico [Internet] [Tesis doctoral]. [Badajoz]: Universidad de Extremadura; 2012. Disponible en: http://dehesa.unex.es/bitstream/10662/317/1/TDUEX_2012_Fern%C3%A1ndez_Rodr%C3%ADguez.pdf
12. Guillen R. Evaluación de la calidad micológica del aire en las catacumbas de la iglesia San Francisco de Asís en la ciudad de Lima [Tesis de pregrado]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2022.
13. Guerrero W, De La Cruz A. Evaluación de la presencia de microbiota fúngica en el aire en dos unidades de cuidados intensivos neonatal de clínicas de alta complejidad en Barranquilla Atlántico [Tesis de pregrado]. [Barranquilla]: Universidad De La Costa; 2021.
14. Álvarez M, Castro R, Leyva Y, López B, Rodríguez J, Piera O, et al. Sensibilización a hongos anemófilos entrabajadores(as) del Archivo y Bibliotecade la Universidad de La Habana. *Archivos del Hospital Universitario*

«General Calixto García» [Internet]. 2022;8(2):1-17. Disponible en: <http://www.revcalixto.sld.cu/index.php/ahcg/rt/printerFriendly/513/458>

15. Espinoza P. Calidad microbiológica del aire en interiores del Museo San Francisco de Lima y el efecto en el biodeterioro de sus bienes [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2020 [citado 29 de junio de 2022]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3013685>

16. Mena E. Determinación de bioaerosoles fúngicos en un edificio educativo de nivel superior en la ciudad de Puebla [Tesis de pregrado]. [Ciudad de Puebla de Zaragoza]; 2019.

17. Cornejo I, Arias C, Duque L, Escobar K. Identificación de síntomas de enfermedades compatibles con el síndrome del edificio enfermo en una empresa industrial en Esmeraldas, con el cuestionario NTP 380 del INSHT. Revista Científica y Tecnológica UPSE. 2019;6(1):80-7.

18. Vásquez R. Contaminación fúngica ambiental en las líneas de transporte público urbano de la ciudad de Ayacucho, 2017 [Internet] [Tesis de pregrado]. [Ayacucho]: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2018. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ_9e6f853440f4036096e6db3a06342db0

19. Molina-Veloso A, F. Borrego S, B. Ortega D. Potencialidades biodeteriorantes y patogenicas de hongos anemófilos ambientales frecuentes en ambiente de archivos y museos cubanos. Redalyc [Internet]. 2017 [citado 30 de enero de 2021];48(3). Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1812/181253610002/html/index.html>

20. Borrego S, Perdomo I. Airborne microorganisms cultivable on naturally ventilated document repositories of the National Archive of Cuba. *Environmental Science and Pollution Research*. 1 de febrero de 2016;23:3747-57.
21. López-Aranda BG. Caracterización microbiológica de los almacenes del Museo Tumbas Reales de Sipán en Lambayeque, Perú. *Scielo [Internet]*. 2020;18(2):136-45. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-12962020000200136&script=sci_arttext&tlng=es
22. Borrego A S, Perdomo A I. Caracterización de la micobiota aérea en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba. *Rev Iberoam Micol [Internet]*. julio de 2014 [citado 30 de enero de 2021];31(3):182-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1130140613000831>
23. Gómez A, Zarante I, Martínez JC, Valdivieso MA, Rubio LL, Tarazona GP, et al. Evaluación de alérgenos presentes en polvo y ambiente de algunas bibliotecas de Bogotá, D. C., y su implicación en la salud de sus trabajadores. *Universitas Médica [Internet]*. 2005;46(1):13-20. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231018652003>
24. Javies A J. 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]. [Lima]: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2014.

25. Arenas G R. Micología médica ilustrada. Vol. 3. México: McGraw-Hill Interamericana; 2008. 34-39 p.
26. Wainwright M. Introducción a la Biotecnología de los hongos. Acribia; 1995. 228 p.
27. Guevara R M, Urcia A F, Casquero C J. Manual de procedimientos y técnicas de laboratorio para la identificación de los principales hongos oportunistas causantes de micosis humanas [Internet]. Lima: Instituto nacional de salud; 2010. (1; vol. 16). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2010/myl107-8d.pdf>
28. Constantine J. A, Charles W. M. Introducción a la micología. 3ra ed. Barcelona: Omega; 1985. 6-8 p.
29. Esquivel P, Mangiaterra M, Giusiano G, Sosa MA. Microhongos anemófilos en ambientes abiertos de dos ciudades del noreste argentino. Bol Micol [Internet]. 1 de enero de 2003 [citado 12 de febrero de 2021];18. Disponible en: <https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/376>
30. Malloch D. Moulds their isolation, cultivation, and identification. Vol. 1. Toronto: University of Toronto; 1981.
31. Saldarriaga O Y, Pineda G F. Manual de micología aplicada. Antioquia: Universidad de Antioquia; 2001.
32. GS Hoog J, Guarro J, Gené J, Figuras MJ. Atlas of clinical fungi. Vol. 2. Universitat Rovira i Virgili; 2000.
33. Ellis MB. Dematiaceous hyphomycetes. Vol. 1. Commonwealth mycological institute; 1971.

34. Barnett HL, Hunter BB. Illustrated genera of imperfect fungi [Internet]. 4ta ed. Amer phytopathological society; 1998. Disponible en: https://www.academia.edu/35499449/Illustrated_genera_of_imperfect_fungi_fourth_edition_Barnett_y_Hunter_pdf_pdf
35. Watanabe T. Pictorial atlas of soil and seed fungi. Vol. 3. U.S;
36. Smith RL, Smith TM. Ecology and Field Biology. New York; 1980.
37. Saldaña J. Museo arqueológico con características funcionales y espaciales en base a criterios museográficos, Cajamarca 2020 [Tesis de pregrado]. [Cajamarca]: Universidad Privada del Norte; 2020.
38. Ruiz G JL, Bazán M E, Barrera M KE, López M R. Estudio micológico para la conservación de las momias de Tlayacapan Morelos. Estudios de Antropología Biológica [Internet]. 2016;18(2):55-67. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/view/56872>
39. C. Mallo A, S. Nitiu D, A. Elíades L, García Santa Cruz M, C. N. Saparrat M. Análisis de la carga fúngica en el aire de la sala “Fragmentos de Historia a Orillas del Nilo” y del exterior del Museo de La Plata, Argentina. Ge-conservación [Internet]. 2020;33-46. Disponible en: <https://doi.org/10.37558/gec.v17i1.682>
40. Radler F, Radler de Aquino Neto F, De L, Siqueira G. Guidelines for indoor air quality in offices in Brazil. Proceedings of the Sixth International Conference on Healthy Buildings, Espoo, Finland. enero de 2000;4.
41. Borrego Alonso SF, Molina A. Behavior of the Cultivable Airborne Mycobiota in Air-Conditioned Environments of Three Havanan Archives, Cuba.

j of atmos sci res [Internet]. 2 de julio de 2020 [citado 29 de junio de 2022];3(1).

Disponible en: <https://ojs.bilpublishing.com/index.php/jasr/article/view/1910>

42. Guiamet P, Borrego S, Lavin P, Perdomo I, Saravia SG. Biofouling and biodeterioration in materials stored at the Historical Archive of the Museum of La Plata, Argentine and at the National Archive of the Republic of Cuba.

Colloids and Surfaces B: Biointerfaces [Internet]. julio de 2011 [citado 11 de enero de 2022];85(2):229-34. Disponible en:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927776511001093>

43. Farro B R, Ramos I WM, Iglesias O S, Carreño F C. Aislamiento e identificación de microorganismos ambientales del museo Tumbas Reales de Sipán. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica [Internet].

2021;24(2). Disponible en: <http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1533>

44. Maes B. Standard of Building Biology Testing Methods SBM-2003. 2003;5.

ANEXOS

Anexo 1. Metodología utilizada para aislar hongos ambientales en los museos de la ciudad de Iquitos. Loreto, Perú – 2021



1.Preparación de medios



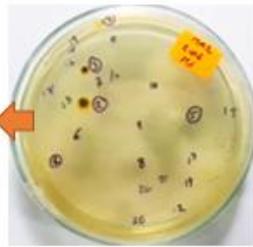
2.Esterilización y licuado de medios para el plaqueo



3.Muestreo en los museos de la ciudad de Iquitos



6.Aislamiento de las colonias



5.Conteo y elección de colonias para aislar



4. Incubación



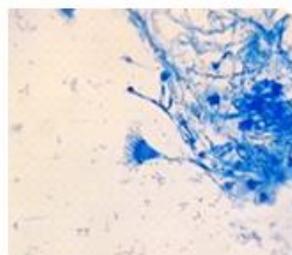
7.Colonias aisladas



8.Microcultivo e incubación



9.Desarme de microcultivo



11.Microfotografías e identificación de hongos ambientales



10.Sellado de portaobjetos y cubreobjetos

Anexo 2. Composición del Agar papa dextrosa

**Standard Formula

Ingredientes	g/L
Potatoes, infusion from	200.00
Dextrose (Glucose)	20.00
Agar	15.00

** Formula adjusted, standardize to suit performance parameters



Figura 21. Agar papa dextrosa

Anexo 3. Pruebas estadísticas

		Descriptivos		
		Estadístico	Desv. Error	
MI	Media	471,8092	48,85276	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	369,5592	
		Límite superior	574,0593	
	Media recortada al 5%	474,7217		
	Mediana	419,3860		
	Varianza	47731,845		
	Desv. Desviación	218,47619		
	Mínimo	104,85		
	Máximo	786,35		
	Rango	681,50		
	Rango intercuartil	419,39		
	Asimetría	-,155	,512	
	Curtosis	-1,230	,992	
	MA	Media	888,5741	102,71937
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	673,5800	
		Límite superior	1103,5682	
Media recortada al 5%		864,9836		
Mediana		786,3488		
Varianza		211025,380		
Desv. Desviación		459,37499		
Mínimo		262,12		
Máximo		1939,66		
Rango		1677,54		
Rango intercuartil		694,61		
Asimetría		,582	,512	
Curtosis		-,284	,992	

Anexo 4. Géneros y/o especies según muestreo con frecuencia relativa y su escala

Géneros y/o especies	Museo Mi Iquitos 1	Museo Mi Iquitos 2	Museo Amazónico Iquitos 1	Museo Amazónico Iquitos 2	Frecuencia relativa (%)	Escala Frecuencia relativa (%)
<i>Penicillium sp</i>	X	X	X	X	100	Muy común
<i>Aspergillus versicolor</i>				X	25	Ocasional
<i>Aspergillus terreus</i>			X		25	Ocasional
<i>Aspergillus sp</i>	X	X	X	X	100	Muy común
Levadura	X	X	X	X	100	Muy común
<i>Geotrichum candidum</i>	X		X		50	Frecuente
<i>Geotrichum sp</i>	X				25	Ocasional
<i>Verticillium sp</i>	X		X	X	75	Común
<i>Fusarium solani</i>		X	X	X	75	Común
<i>Fusarium moniliforme</i>				X	25	Ocasional
<i>Fusarium sp</i>		X	X		50	Frecuente
<i>Trichoderma sp</i>			X	X	50	Frecuente
<i>Nigrospora sphaerica</i>			X		25	Ocasional
<i>Pestalotia sp</i>				X	25	Ocasional
<i>Curvularia sp</i>		X			25	Ocasional
<i>Helminthosporium sp</i>		X		X	50	Frecuente
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>				X	25	Ocasional
<i>Syncephalastrum racemosum</i>			X		25	Ocasional
<i>Rizhopus sp</i>				X	25	Ocasional
Micelio estéril	X	X	X	X	100	Muy común
20	125	55	126	213	519	

Fuente: Datos de la tesis

Anexo 5. Instrumentos de recolección de datos

- Ficha A (Ficha de colecta)

N° correlativo	Código de identificación	Fecha de muestreo	Sala o ambiente	Temperatura (°C)	Precipitación (%)	Humedad (%)	Hora inicial	Hora final	N° total de colonias
1	MI1I								
2	MI1II								
3	MI1III								
4	MI1IV								
5	MI1V								
6	MI1VI								
7	MI1VII								
8	MI1VIII								
9	MI1IX								
10	MI1X								

- Ficha B (Ficha de descripción)

Museo:		Fecha:				
N°	Anverso			Reverso		Observación
Placa	Colonia	Aspecto	Superficie	Color	Pigmento	

- Ficha C (Ficha de avance)

Museo:		Fecha:						
N°								
Placa	Colonia	A/R	Aislado	A/R	Cepa	A/R	Microcultivo	ID

Anexo 6. Ubicación de Mi Museo Iquitos



Anexo 7. Ubicación de Museo Amazónico Iquitos

