

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



Contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y
museos de la ciudad de Ayacucho 2017.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO EN LA ESPECIALIDAD DE MICROBIOLOGÍA

Presentado por el:

Bach. VÁSQUEZ REYMUNDO, Ray Humberto

AYACUCHO – PERÚ

2018

Con todo el amor del mundo
a mis padres y familia.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por acogerme y brindarme su formación como profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, por las facilidades para el logro y materialización de mis estudios en la carrera profesional de Biología.

A mi asesor, Blgo. Serapio Romero Gavilán por su orientación y sabios consejos, que han permitido la elaboración y finalización del presente trabajo de investigación.

Al Lic. Ignacio Garamendi Berrocal Director del Archivo Departamental de Ayacucho (Instituto Nacional de Cultura).

Al Sr. Carlos Cirilo Condori Castillo Director del Museo Histórico Regional "Hipólito Unanue" (Instituto Nacional de Cultura)

Y a los diferentes responsables, encargados, administradores, directores y gerentes de las instituciones donde realicé mi trabajo de investigación, y que me brindaron las facilidades necesarias para el muestreo de sus ambientes, las cuales también fueron la Biblioteca central de la UNSCH, el Archivo Central de la UNSCH, Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH, Museo "Andrés Avelino Cáceres" y el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH.

A mi asesor externo Ing. Guillermo Carrasco Aquino por la ayuda brindada en la confirmación de la identificación de las distintas muestras aisladas.

A Mabel Calderón Prado por la ayuda en todas las muestras fotográficas del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes Internacionales	3
2.1.2. Antecedentes Nacionales	6
2.2. Fundamento Teórico	7
2.2.1. Los Hongos y sus características fundamentales	7
2.2.2. Condiciones de crecimiento de los hongos	8
2.2.3. Necesidades fisiológicas de los hongos	8
2.2.4. Clasificación general de los hongos	8
2.2.5. Reproducción de los hongos	8
2.2.6. Hongos contaminantes ambientales	9
2.2.7. Aerobiología	11
2.2.8. Aeromicología	11
2.2.9. Calidad de aire en interiores	12
2.2.10. Factores que afectan a la calidad del aire en los ambientes cerrados	12
2.2.11. Niveles de prevención de enfermedades	12
2.2.12. Museos	13
2.2.13. Tipos de museos	13
2.2.14. Bibliotecas	14
2.2.15. Tipos de bibliotecas	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Ubicación de la zona de estudio	15
3.2. Población y muestra	15
3.3. Sistema de muestreo y toma de datos	16
3.3.1. Autorización	16

3.3.2. Toma de muestra	16
3.3.3. Preparación de cultivo puro	16
3.3.4. Identificación macroscópica	17
3.3.5. Identificación microscópica directa y microcultivo	17
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Categorías para niveles de contaminación basados en la cantidad de unidades formadoras de colonias por metro cubico de aire (UFC /m ³).	12
Tabla 2. Resultados generales del muestreo de la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho, durante los meses de junio a setiembre de 2017.	21
Tabla 3. Datos generales de los lugares de muestreo de hongos contaminantes aeroambientales de la ciudad de Ayacucho, durante los meses de junio a setiembre de 2017.	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cantidad total de UFC y porcentaje por género, hallado en los 55 puntos de muestreo de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	23
Figura 2. Proporción de géneros de hongos hallados en el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH en un total de 7 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	24
Figura 3. Proporción de géneros de hongos hallados en el Archivo Departamental de Ayacucho durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	25
Figura 4. Proporción de géneros de hongos hallados el Museo "Hipólito Unanue" en un total de 5 puntos muestreados los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	26
Figura 5. Proporción de géneros de hongos hallados en el Archivo Central de la UNSCH en un total de 8 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	27
Figura 6. Proporción de géneros de hongos hallados en el Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH en un total de 6 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	28
Figura 7. Proporción de géneros de hongos hallados en el Museo "Andrés Avelino Cáceres" en un total de 10 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	29
Figura 8. Proporción de géneros de hongos hallados en la Biblioteca Central de la UNSCH en un total de 14 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.	30

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Colonias de los diferentes géneros de hongos hallados en bibliotecas y museos durante los meses de junio a setiembre, Ayacucho 2017	45
Anexo 2. Observación microscópica de los diferentes géneros de hongos hallados en bibliotecas y museos durante los meses de junio a setiembre, Ayacucho 2017.	46
Anexo 3. Mapa de ubicación de lugares de muestreo (bibliotecas, archivos y museos) durante los meses de junio a setiembre, Ayacucho 2017.	47
Anexo 4. Matriz de consistencia	48

RESUMEN

La investigación responde al problema de la insuficiente información sobre la contaminación fúngica aeroambiental, debido a los escasos estudios sobre el tema en nuestro departamento y país, por ello el objetivo principal de este trabajo fue describir la contaminación fúngica aeroambiental de las principales bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho, durante los meses de junio a setiembre de 2017. El tipo de investigación fue descriptivo. La toma de muestra se realizó en las bibliotecas y museos seleccionados, por el método gravimétrico de sedimentación de Omeliansky, la cuantificación se realizó por la ecuación propuesta por el mismo autor. Se incubaron a 25°C por una semana en el laboratorio de Epidemiología de la Escuela Profesional de Biología- UNSCH. La identificación de los hongos se realizó por observaciones de las características macroscópicas y microscópicas de las colonias, usando la clave taxonómica propuesta por Weendlan, cuyos resultados son: 7 géneros de hongos ambientales hallados (358 UFC en 86 puntos de muestreo) donde encontramos a *Aspergillus* con una mayor presencia, con 175 UFC (49%), le sigue *Penicillium* con 99 UFC (28%), *Cladosporium* con 28 UFC (9%), *Alternaria* con 20 UFC (5%), *Geotrichum* con 14 UFC (4%), *Rhizopus* con 13 UFC (3%), y por último colonias no identificadas (CNI) con 9 UFC (2%). Respecto al nivel de contaminación la Biblioteca Central de la UNSCH, ocupa el primer lugar presentando contaminación alta con un promedio de 960 UFC/m³, le siguen el Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH y el Archivo Central de la UNSCH con 560 UFC/m³ también considerado contaminación alta, Museo "Andrés Avelino Cáceres" y el Archivo Departamental de Ayacucho con 320 UFC/m³ y contaminación intermedia, Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH con 160 UFC/m³, contaminación intermedia y por último el Museo Histórico Regional "Hipólito Unanue" con 80 UFC/m³ y contaminación baja. Se concluye que se logró describir la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017, la cual estuvo compuesta por los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Geotrichum* y *Rhizopus*.

Palabras clave: Contaminación aeroambiental.

I. INTRODUCCIÓN

El hongo es un organismo que se desarrolla en diversos ambientes, mejor en condiciones cálidas y húmedas, también se propaga y se reproduce por esporas las cuales sobreviven en condiciones ambientales que no favorecen el crecimiento del hongo, permaneciendo dormantes hasta que las condiciones ambientales se tornen favorables. Algunas personas son sensibles a los hongos debido a las toxinas que éstas liberan, su exposición, a estas personas, puede causarle síntomas como congestión nasal, irritación de los ojos o hasta reacciones más severas para las que tengan graves alergias¹.

Los microorganismos del aire siempre están presentes en ambientes internos y pueden ser transportados desde el exterior por partículas aerobiológicas establecidas en el polvo y causar el biodeterioro progresivo de diversos materiales en las bibliotecas como libros, documentos, revistas y en museos como osamentas, trabajos textiles, etc.

El estudio de la microbiota en ambientes interiores de instituciones destinadas a la salvaguarda de los valores histórico culturales de los bienes patrimoniales es de gran interés para los especialistas dedicados a la conservación científica del Patrimonio Cultural, pues los microorganismos, especialmente los hongos, son capaces de causar su biodeterioro material además de provocar potencialmente serias afecciones a la salud de las personas².

El trabajo de investigación ha sido planificado con el objetivo de evaluar la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017, previa solicitud de autorización a las distintas bibliotecas y museos, se tomaron las muestras utilizando el método Gravimétrico propuesto por Omeliansky, la cuantificación se realizó por la ecuación propuesta por el mismo autor. La identificación de los géneros de hongos se realizó teniendo en cuenta las características macroscópicas y microscópicas. Teniendo en cuenta lo

antes señalado y dada la escasa información al respecto, se realizó el presente trabajo teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general

Describir la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017.

Objetivos específicos

1. Determinar la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017.
2. Identificar los géneros de hongos aislados en bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Jaikel y col. (2015)³, en el trabajo de investigación: “Contaminación fúngica ambiental en tres centros de enseñanza primaria del cantón central de la Provincia de Heredia, Costa Rica” analizaron la contaminación fúngica ambiental de dichos centros educativos, utilizando el equipo para muestreo volumétrico aéreo *Burkard Personal Volumetric Air Sampler* durante las épocas seca y lluviosa. Los conteos de esporas se relacionaron con los factores meteorológicos y las características estructurales de los centros educativos analizados obteniendo así que el número de esporas promedio por m³ en marzo fue de 1 391, en mayo 3 194, en octubre 3 447 y en diciembre 1 009. En marzo, octubre y diciembre, aproximadamente el 91,0 % de estas esporas pertenecían a tres grupos: *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium*.

Herrera y col. (2015)⁴, realizaron la “Evaluación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos colecciones biológicas y dos museos de la ciudad de Guatemala” para lo cual usaron la técnica volumétrica por impactación haciendo uso de un biocolector que posee una capacidad de absorción de 0-100 L/minuto de aire. Los resultados fueron: en la Micoteca Licenciado Rubén Mayorga Peralta se encontró concentraciones fúngicas de 1 780 UFC/m³ en el exterior y en el interior 1 270 UFC/m³, en el Herbario BIGU, en el exterior 2 790 y en interior 1 450 UFC/m³, para el MUSAC 990 en el exterior y 1 010 UFC/m³ para el interior, finalmente en el MUSHNAT 1 630 en el exterior y 2 850 UFC/m³ en el interior. Los géneros aislados con mayor frecuencia fueron *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Paecilomyces*.

Moreno y Pastor (2014)⁵, en la tesis “Determinación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos museos de la ciudad de Guatemala”,

investigaron la calidad del aire de algunos lugares de importancia científica y cultural para Guatemala con el objetivo de determinar la contaminación por hongos microscópicos presente en el aire del ambiente interior y exterior de ambos lugares, usando el método volumétrico de impactación para la recolección de las muestras sobre agar Sabouraud con NaCl al 7,5%. Reportaron como géneros frecuentes a *Penicillium*, *Cladosporium* y *Aspergillus*, mientras que en una menor proporción se aisló *Fusarium* y *Rhizopus* y algunas levaduras como *Rhodotorula* y *Criptomococcus*.

Borrego y Rodríguez (2013)², estudiaron la “Caracterización micológica del ambiente aéreo del depósito de los fondos bibliográficos del Museo Nacional de Música”, con el objetivo de evaluar el grado de contaminación fúngica del ambiente y caracterizar la micobiota, en el ambiente del local destinado al almacenamiento de las colecciones de la Biblioteca del Museo Nacional de la Música durante un período de 14 semanas, mediante la técnica de sedimentación de Omeliansky. Los resultados mostraron que el nivel máximo de contaminación ocurrió en la tercera semana de muestreo con 1 127 UFC/m³ y 813 UFC/m³ en la quinta semana. Concluyeron que al no haber encontrado mayor a 1 000 UFC/m³ el ambiente aéreo del Museo no está contaminada por hongos.

Tolosa y col. (2012)⁶, analizaron la “Concentración y composición microbiana en el ambiente de la biblioteca central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia”. Con el objetivo de evaluar la concentración microbiana en el ambiente de la Biblioteca Central Jorge Palacios Preciado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia empleando el método de sedimentación en placa para realizar el muestreo microbiológico del ambiente, utilizando agar Sabouraud para el aislamiento de hongos y agar nutritivo para bacterias. Los resultados muestran que encontraron 34 géneros de hongos filamentosos, las especies aisladas con frecuencia fueron *Penicillium*, *Paecilomyces*, y *Cladosporium*.

García y Sánchez (2012)⁷, analizaron “La concentración fúngica aérea de los depósitos del Archivo Municipal de Cárdenas, Cuba” con los objetivos de determinar la concentración fúngica del aire, realizar la identificación taxonómica de los aislamientos y describir el potencial biodeteriorante y patógeno que representan para el patrimonio documental y la salud humana, respectivamente. Se empleó un biolector SAS Súper 100 y placas de Petri conteniendo un

medio de cultivo adecuado para el muestreo microbiológico; posteriormente se determinó la capacidad biodeteriorante de las cepas. En los resultados de los aislamientos predominó el género *Penicillium* con 53% y 81,8% en los locales 1 y 2 respectivamente seguido de *Cladosporium* y *Aspergillus*.

Rojas y col. (2008)⁸, investigaron la “Aeromicota de ambientes internos: comparación de métodos de muestreo” con el fin de conocer si el método utilizado por su grupo de investigación, es comparable con otras metodologías, se ha realizado un estudio comparativo con varios sistemas de captación de esporas del aire, incluyendo equipos volumétricos (Aeroscope Chirana, System Air Sampler, Burkard Personal Culture) así como el método tradicional por sedimentación. Los resultados mostraron que no existe diferencia significativa del grado de contaminación evaluada por métodos AERO, SAS y BPC, pero si cuando se comparó el sistema AERO con OME (sistema gravimétrico, se muestra mucho más eficaz ya que recoge el doble de unidades formadoras de colonias. Los géneros de hongos que se aislaron con mayor frecuencia fueron *Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladosporium*.

Robles y col. (2005)⁹, estudiaron la “Prevención de la infección nosocomial de origen fúngico: verificación de la bioseguridad ambiental en quirófanos” con el objetivo de conocer la concentración y la biodiversidad fúngica ambiental en el área quirúrgica. Las muestras ambientales fueron recogidas en el interior de los quirófanos utilizando un muestreador volumétrico de aire (Merck air sample, MAS 100) cuyo mecanismo consiste en impactar el volumen de aire aspirado, a través de una placa perforada, sobre la superficie del medio de cultivo elegido (Sabouraud dextrosa agar irradiado) contenido en las placas de Petri. Los resultados fueron: Se han realizado un total de 120 determinaciones de las que el 70% presentaron crecimiento fúngico, identificándose en el 62% un único género de hongo. Los géneros aislados fueron: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Dactylaria*, *Fusarium*, *Cladophyalophora* y *Alternaria*.

Nitiu y col. (2015)¹⁰ en su trabajo titulado “Monitoreo de la carga fúngica ambiental y de otros bioaerosoles en un depósito de restos momificados del NOA del Museo de la Plata (Argentina)” tuvieron como objetivo llevar a cabo un relevamiento de la carga fúngica ambiental y otros bioaerosoles asociados al depósito ya antes mencionado. La metodología que usaron fue el muestreo mediante una bomba aspirante Z-LitelAQ Pump calibrada en 15 L/m. Como resultado hallaron *Alternaria*, *Cladosporium* y *Penicillium* los taxas más representativos hallados en dicho trabajo.

Poyatos (2015)¹¹ en la tesis doctoral “Procesos de biodeterioro sobre lienzo del Museo de Bellas Artes de Granada: exámen físico y gráfico” tuvo como principal objetivo obtener datos precisos acerca del estado de conservación de los materiales que constituyen los lienzos, para lo cual la metodología que usó fue el frotis directo de la muestra con un hispo estéril el cual se introdujo, inmediatamente después de la toma de muestra, en un tubo estéril. Obteniendo como resultado el hallazgo de géneros fúngicos como *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Penicillium*, *Cladosporium* y *Rhizopus* en 7 lienzos de dicho museo.

Molina y col. (2015)¹² investigaron la “Prevalencia de hongos alergénicos viables en un depósito de documentos de valor patrimonial” con el objetivo de determinar la existencia de hongos alergénicos viables en el aire del depósito antes mencionado. El muestreo aéreo se realizó a través de dos métodos: activo (Biocolector) y pasivo (sedimentación en placa) en la cual prevalecieron representantes de los géneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* y *Alternaria*.

Moctezuma y col. (2015)¹³ trabajaron en el “Aislamiento de hongos alérgenos en una biblioteca universitaria. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí – Bolivia” con el objetivo de aislar esporas de hongos alérgenos en dicha biblioteca. Para ello, se muestrearon 20 áreas, con el aparato *Andersen* de seis niveles, con cajas de Petri con agar Sabouraud. Se aislaron un total de 787 colonias, el 90,34% de hongos filamentosos y un 9,66% de levaduras. Los géneros aislados con mayor frecuencia fueron *Cladosporium* (52,99%) y *Penicillium* (13,34%).

2.1.2 Antecedentes nacionales

Jaimes (2014)¹⁴, realizó el “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” con el objetivo de evaluar la calidad del aire interior sobre la base de composición fúngica, con el fin de poder conocer la situación actual y proponer alternativas para mejorar la calidad de aire y de vida de los estudiantes y trabajadores en la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN). Se obtuvieron muestras de aire mediante el uso de un muestreador de aire de seis estadios modelo FS C-A6 Honri Air Clean. Multi-orificio impactador de cascada, con la cual se pudo medir la concentración y distribución del tamaño de partícula de los hongos en el aire. Los géneros fúngicos aislados que pudieron identificarse fueron un total de 13, siendo estos los siguientes:

Cladosporium, Penicillium, Aspergillus, Alternaria, Mucor, Rhizopus, Curvularia, Stemphylium, Geotrichum, Pithomyce, Ulocladium, Fusarium, y Trichoderma.

Farro y Ramos (2016)¹⁵ estudiaron las "Bacterias y hongos de riesgo potencial para el material arqueológico y trabajadores de los almacenes del museo Tumbas Reales Señor de Sipán en Lambayeque, agosto – octubre, 2015" con el objetivo de cuantificar, aislar e identificar las bacterias y hongos en los almacenes de dicho museo. La superficie se muestrearon mediante la frotación con un hisopo en sentido horizontal, vertical y diagonal, luego los hisopos se depositaron en tubos con la misma solución y se taparon herméticamente para el posterior aislamiento en agar nutritivo con antibiótico Cicloheximida y agar papa dextrosa con Cloranfenicol. Se aislaron e identificaron los géneros de bacterias: *Bacillus, Micrococcus, Acinetobacter, Nocardia, Streptococcus, Staphylococcus y Streptomyces* y los géneros de hongos filamentosos: *Aspergillus, Cladosporium, Circinella, Syncephalastrum, Penicillium, Alternaria, Staphylotrichum, Cercospora, Rhizopus, Cunninghamella, Chrysosporium, Nigrospora, Stachybotrys, Gliocladium y Verticillium.*

2.2. Fundamento teórico

2.2.1. Los hongos y sus características fundamentales

Son organismos que pertenecen al reino Fungi, son eucarióticos debido a que tienen bien delimitada la membrana nuclear de sus células, aerobios, heterotróficas, en general no móvil. Se reproducen por procesos asexuales y sexuales, con talo unicelular (levaduras) y multicelular (mohos); las células fúngicas son de dos tipos: las somáticas cuyos núcleos se dividen por mitosis y las reproductoras, con núcleos mucho más grandes y se dividen por meiosis. Con mitocondrias, sistema endomembranoso, dictiosomas o cuerpos cisternales (aparato de Golgi), con retículo endoplasmático que contienen quitina sintetasa, encargados de la síntesis de quitina (N-acetil glucosamina), principal componente de la pared celular. La pared celular preponderantemente está formada por la quitina además de glucanas, mananos, derivados celuloideos, que le confieren la rigidez, con cierto grado de flexibilidad debido a la presencia de glocupéptidos y nanoproteínas que, además, son muy importantes para su taxonomía y tienen propiedades antigénicas. Los hongos no son fotosintéticos, por lo tanto, su nutrición es por absorción de sustancias orgánicas simples o elaboradas. Se alimentan bajo dos formas, saprofiticamente cuando absorben los alimentos de sustancias de materias orgánicas muertas o en descomposición

y, la segunda como parásitos cuando absorben las sustancias de materia orgánica viva.¹⁶

2.2.2. Condiciones de crecimiento de los hongos

Necesitan de una temperatura de ideal entre 20 °C y 30 °C, pero pueden crecer desde 0 °C hasta los 55 °C. Por lo tanto, existen hongos psicrófilos (se desarrollan entre 0 °C y 20 °C, mesófilos (con amplio rango de crecimiento: 0 °C a 50 °C) y termófilos (su rango de crecimiento es entre 20 °C y 50 °C).

Son acidófilos, crecen mejor a un pH de 5,6 y 6,8.

La luz no es vital para su existencia, sin embargo, es vital para el proceso de esporulación debido a la alternancia luz-oscuridad.¹⁷

2.2.3 Necesidades fisiológicas de los hongos

Los hongos deben encontrar en los medios de cultivo lo necesario para su crecimiento y desarrollo:

- a) Materias nitrogenadas como peptona.
- b) Azúcares como glucosa o maltosa, que son indispensables.
- c) Un soporte sólido, como la gelosa, que permite a los hongos filamentosos desarrollar micelio aéreo con órganos de fructificación.¹⁶

2.2.4. Clasificación general de los hongos

Los hongos se clasifican principalmente debido a las diferencias estructurales, y modo de reproducción que presentan unos de otros, durante todo su ciclo biológico. Según Guarro, citado por Prescott y col.¹⁸, el reino Fungi se sub-divide en cuatro divisiones: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota y Basidiomycota.

2.2.5. Reproducción de los hongos

Para conservar su capacidad de adaptación, los hongos deben reproducirse con facilidad. Las hifas se desarrollan a partir de una espora por emisión de un tubo germinativo; la forma más simple ocurre por crecimiento apical de las hifas; pero las células no terminales pueden emitir ramificaciones. La reproducción sexual se lleva a cabo por medio de esporas y la asexual por conidias, los hongos que presentan ambas formas se llaman holomorfos. La reproducción sexuada o perfecta se produce por la unión de dos núcleos, mientras que la asexual o imperfecta (hongos mitospóricos), se da a partir de un micelio aéreo o reproductor, sin fusión de los núcleos. Las esporas o elementos celulares que sirven para la dispersión se denominan propágulos. La reproducción sexual se relaciona con cambios evolutivos y adaptativos para sobrevivir a modificaciones

ambientales, mientras que la asexuada asegura una amplia disseminación en la naturaleza.¹⁹

2.2.6. Hongos contaminantes ambientales

Son hongos filamentosos que se encuentran en el espacio libre como en interiores, existe desde hace miles de años. Los hongos crecen mejor en condiciones cálidas, y húmedas, se propaga y reproduce mediante esporas. Estas pueden sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables como la sequedad, que no benefician el crecimiento normal del moho. La exposición a los mohos puede causar síntomas como congestión nasal, irritación de los ojos o resaca. Las reacciones severas pueden ocurrir entre trabajadores expuestos a grandes cantidades de mohos en los lugares de trabajo, como por ejemplo en el caso de los granjeros que trabajan todo el día alrededor del heno mohoso. En los interiores pueden encontrarse en lugares donde los niveles de humedad son altos como los sótanos o las duchas.¹

Siempre ha sido un problema que ha amenazado la existencia de la humanidad, debido a que aprovechan con facilidad muchos materiales tanto orgánicos como inorgánicos, los alimentos, el aire ambiental de una ciudad o de los ambientes de trabajo; muchos de ellos se convierten en oportunistas siendo un riesgo para la salud de las personas inmunocomprometidas. Por ser ubicuos y transportarse a través del aire sea por esporas o conidios, actúan como alérgenos que provocan cuadros de hipersensibilidad (alergias); aquí radica la importancia de conocer la microbiota fúngica (aeromicrobiología) de todos los lugares, ciudades y ambientes donde laboran las personas, esto varía de acuerdo a condiciones de temperatura, humedad, nutrientes, estaciones del año, disposición de residuos sólidos.²⁰

Por otra parte, si bien es cierto que la mayoría de estos hongos son inocuos, hay que tomar en cuenta que algunos de ellos, cuando crecen a temperaturas de 37 °C o más, tienen la capacidad de realizar cambios metabólicos y, por tanto, convertirse en agentes oportunistas, siempre que estén en contacto con un hospedero propenso; por ejemplo, pacientes inmunocomprometidos por neoplasias hematológicas (leucemias, linfomas), infección por virus de la inmunodeficiencia humana/síndrome de inmunodeficiencia adquirida (VIH/SIDA), trasplante de órganos, o bien debido al uso, cada vez más frecuente, de antibióticos de amplio espectro, inmunodepresores y citotóxicos. Así que es importante reconocer este tipo de hongos, ya que, en un determinado momento

se pueden comportar como patógenos, propiamente hablando. Otro enfoque de los hongos contaminantes radica en que al ser ubicuos y transportarse (por esporas o conidios) a través del aire, actúan de una manera similar a los pólenes, es decir, como alérgenos; por tanto, suelen provocar cuadros de hipersensibilidad (alergias); de ahí que resulte de vital importancia conocer la microbiota fúngica alergológica de todos los lugares y ciudades, misma que varía según condiciones como temperatura, humedad, nutrientes, etc.; para ello es necesario hacer muestreos que determinen la presencia de este tipo de hongos en las diversas estaciones del año. La mayoría de estos crecen en un promedio de 48 horas, mientras su morfología completa se presenta entre 3 y 5 días.¹⁷

Entre los principales géneros de hongos contaminantes ambientales tenemos:

Mucor sp. : Son hongos de crecimiento rápido, por lo que a escasos días de la siembra, las colonias presentan un aspecto algodonoso de color plumizo; presenta un esporangio esférico o subesférico y una columela marcada.²¹

Rhizopus sp. : Patógeno de frutos, raíces, tubérculos y otros órganos vegetales. Donde causan maceración de los tejidos por acción enzimática, son hongos de crecimiento rápido, por lo que a escasos días de la siembra las colonias presentan un aspecto algodonoso de color negro -plumizo; Presenta un esporangio esférico o sub esférico y una columela marcada y rizoides.¹⁷

Los miembros de los géneros *Mucor* y *Rhizopus*, causan micosis, las cuales pueden iniciarse con la inhalación de las esporas provocando una reacción alérgica e incluso la infección de las cavidades paranasales. También pueden producir infecciones gastrointestinales al ingerir alimentos contaminados por estos hongos.²²

Aspergillus sp. : Se trata de un género anamórfico, que también puede producir estados sexuales, su característica principal es que fructifica formando masa mohosas pulverulentas de color negro, las cuales se pueden observar a simple vista o utilizando una lupa estereoscópica; siendo el color una de las características más llamativas que sirve para diferenciar los grandes grupos de *Aspergillus*. Este género es importante porque produce enfermedades tanto en animales (intoxicación), en humanos (aspergilosis). Los efectos alérgicos que estas esporas pueden causar incluyen: Alergias de Tipo I, caso del asma; pneumonitis hipersensible de Tipo III y otros. Se sabe que algunas especies producen toxinas muy potentes llamadas aflatoxinas. *A. fumigatus* causa aspergilosis broncopulmonar alérgica y sinusitis micótica alérgica. La

aspergilosis se manifiesta en la forma de una infección invasiva, toxicosis, o alergia. Las especies que incluye este género son patógenos oportunistas, y pueden causar infección en individuos cuyo sistema inmune está debilitado.²²

Penicillium sp. : Es uno de los géneros más frecuentes en el aire, ubicuo en todo tipo de suelos, en la vegetación en descomposición y usual contaminante de alimentos. Las esporas del *Penicillium sp.* producen queratitis, oído externo, e infecciones del tracto respiratorio y urinario. Normalmente están asociados con padecimientos severos e invasivos en hospederos inmunocomprometidos. Varias especies crecen a la temperatura corporal. Este género produce muchas toxinas, sin embargo los efectos en salud han sido poco investigados a la fecha.²²

Cladosporium sp. : Se caracterizan por presentar conidios los cuales son muy abundantes en la atmósfera de todo el planeta, especialmente en primavera y verano. Debido a su capacidad alergógena, forman parte de la batería de extractos usados en las pruebas de alergia. También pueden producir infección pulmonar y cutánea en pacientes debilitados.²¹

Alternaria sp. : presenta colonias de crecimiento rápido, con un aspecto aterciopelado, con colores oscuros o negros y sus conidios claviformes a elipsoidales, de colores pardos, dorados, de paredes lisas o levemente verrucosas, generalmente con 4 a 7 septos transversos, y uno o dos longitudinales y con uno de sus extremos terminado en un ápice largo y un poro basal conspicuo. Se caracterizan por descomponer la celulosa, es un importante agente causal de biodeterioro, puede causar lesiones en la piel y sus conidios contienen importantes alérgenos.²²

2.2.7. Aerobiología

Es la ciencia que se encarga de estudiar el aerotransporte pasivo de los microorganismos, su identificación, comportamiento, movimientos y supervivencia, asociando los conocimientos de la microbiología, la meteorología (viento, radiación solar, temperatura, humedad relativa), la física de los aerosoles y la química atmosférica.²³

2.2.8. Aeromicología

La Aeromicología, denominada también micología ambiental es la disciplina que se ocupa del estudio de las esporas fúngicas, dispersión transporte, deposición e incidencia atmosférica. Está influenciada por factores biológicos y medioambientales que interaccionan entre ellos, originando que cada lugar o zona poblada presente su propia aeromicroflora.²³

2.2.9. Calidad de aire en interiores

La 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.²¹

Según estimaciones de la Agencia de Protección Ambiental estadounidense los niveles de contaminación en ambientes cerrados pueden llegar a ser de 10 a 100 veces más elevados que las concentraciones exteriores, lo cual aunado a las condiciones operativas no adecuadas de sistemas de ventilación y recirculación de aire, refrigeración y/o calefacción, hacen prever un problema potencial de la calidad del aire dentro de dichos espacios.²³

Wanner y otros, citados por Moreno y Paxtor²⁴, en 1993 establecieron cinco categorías para niveles de contaminación basados en la cantidad de unidades formadoras de colonias por metro cubico de aire (UFC /m³). Las categorías descritas por los autores están descritos en la siguiente tabla.²⁴

Tabla 01. Categorías para niveles de contaminación basados en la cantidad de unidades formadoras de colonias por metro cubico de aire (UFC /m³)

Grados de contaminación fúngica aeroambiental	
Muy baja	Menor a 25 UFC/m ³
Baja	25 - 100 UFC/m ³
Intermedia	100 - 500 UFC/m ³
Alta	500 - 2000 UFC/m ³
Muy alta	Mayor a 2000 UFC/m ³

2.2.10. Factores que afectan a la calidad del aire en los ambientes cerrados

Las deficiencias encontradas más frecuentes son consecuencia de algunos de los siguientes factores:

- Una ventilación inadecuada.
- La contaminación interior.
- La contaminación exterior.
- La contaminación debida a materiales empleados en la construcción (Fibras, compuestos orgánicos volátiles,) ¹⁰

2.2.11. Niveles de prevención de enfermedades

Debido a que la finalidad del presente trabajo de investigación es evaluar los contaminantes fúngicos de las bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho,

se hará necesario hacer notar a la autoridad competente, quien a través de las oficinas correspondientes aplicarán métodos de prevención primaria, con el propósito de limitar la incidencia de las enfermedades asociadas a hongos, mediante el control de los mismos.

2.2.12 Museos

La procedencia etimológica de la palabra museo deriva del término griego: "*mouseion*" un templo dedicado a las nueve musas (Calíope, Clío, Erato, Euterpe, Melpómene, Polimnia, Talía, Terpsícore y Urania). En 1946, el ICOM (Consejo Internacional de Museos) aporta una definición de museo: Un museo es una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, conserva, estudia, expone y difunde el patrimonio material e inmaterial de la humanidad con fines de estudio, educación y recreo.²⁵

2.2.13 Tipos de museos

- Antropológico: son museos cuyas piezas y contenidos tratan sobre los aspectos biológicos y sociales del ser humano, poniendo de manifiesto la diversidad cultural.
- Arqueológico: son museos dedicados a la divulgación de la arqueología y cuya colección procede en su mayor parte de excavaciones. Si el museo se encuentra junto al yacimiento arqueológico de procedencia de su colección se trata de un museo de sitio.
- De arquitectura: son museos cuyos contenidos se dedican a estudiar los procesos constructivos, sus creadores y los edificios diseñados por ellos. Su exposición se basa en la exhibición de proyectos y materiales constructivos (maquetas, planos, fotografías,...).
- De artes decorativas: son museos cuyas obras y contenidos se dedican a aquellas artes destinadas a producir objetos funcionales y ornamentales, como pueden ser la orfebrería, los bordados, el vidrio, la cerámica o el mobiliario.
- De bellas artes: son museos dedicados a las disciplinas artísticas, y cuyas colecciones están formadas fundamentalmente por pintura y escultura.
- Ciencias Naturales: son museos dedicados al conocimientos de la diversidad del mundo natural y entre sus colecciones se encuentran, entre otras cosas, muestras de flora, de fauna y geológicas.
- Científico-tecnológico: son museos cuyos objetos y contenidos sirven como instrumentos de estudio y difusión de la ciencia entre la sociedad. Suelen ser

bastante intuitivos y contener objetos que se pueden manipular e instalaciones interactivas.

- Etnográfico: son museos cuyos objetos y contenidos tratan del folklore y de los usos y costumbres populares de una sociedad.
- Histórico: son museos cuyos contenidos se dedican a difundir la historia general de una ciudad o territorio concreto para ayudar a comprender los sucesos acontecidos en él.²⁵

2.2.14. Bibliotecas

Biblioteca es una palabra de origen griego, compuesta por “biblion” que significa libro y “theke” que significa armario. Partiendo de este origen podemos definir a una biblioteca como el conjunto ordenado de libros para ser conservados y utilizados como medio de divulgación cultural, por lo cual cumplen un gran papel social. Actualmente la informática ha permitido la creación de bibliotecas electrónicas, de fácil acceso, a través de Internet, y sin necesidad de contar con un espacio físico para contener las publicaciones. Las bibliotecas tradicionales siguen subsistiendo, y tanto estas como las virtuales son muy importantes en la tarea educativa y a fines de investigación, sin descartar su aporte como medio de entretenimiento y distracción.²⁶

2.2.15. Tipos de bibliotecas

- Biblioteca tradicional: las bibliotecas tradicionales o típicas poseen características comunes: un grupo de usuarios que están físicamente presentes y son destinatarios de los servicios de referencia y préstamo, procesamiento técnico del material, catálogos de descripción del mismo, etc. Posee un acervo de material impreso y los procedimientos son llevados a cabo manualmente.
- Biblioteca virtual: no tiene existencia física más allá del computador y las conexiones con la red. La totalidad de la información se encuentra en formato electrónico. En este caso el usuario utiliza los servicios de la biblioteca sin necesidad de visitarla físicamente.²⁶

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación política

Políticamente el área tiene la siguiente ubicación:

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Ayacucho

3.1.2. Ubicación geográfica

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Ayacucho, la cual se encuentra ubicada en el extremo noroccidental del departamento homónimo y al sur de la sierra central del país, en el área meridional de los Andes, a 2746 msnm. Sus coordenadas geográficas son: 13°9'37"S 74°13'33"O. Climatológicamente, la ciudad de Ayacucho está ubicada en la región quechua, de clima templado y seco, con una temperatura promedio de 17,5 °C y una humedad relativa promedio de 56%.²⁷

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Todas las bibliotecas y museos existentes en la ciudad de Ayacucho, las cuales según fuentes de la Municipalidad Provincial de Huamanga son:

A: Bibliotecas y archivos: 4 bibliotecas y 2 archivos. También se tomó en consideración las aproximadamente 15 bibliotecas especializadas que existen en la UNSCH y bibliotecas de los principales colegios y escuelas de la ciudad.

B: Museos: 8 museos dentro y fuera de la ciudad.

3.2.2. Muestra

La muestra se seleccionó por accesibilidad a los locales.

A: Tres bibliotecas: Biblioteca central de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Archivo Departamental de Ayacucho y el Archivo central de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

B: Cuatro museos: Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Museo Histórico Regional "Hipólito Unanue", Museo "Andrés Avelino Cáceres" y el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.3. Sistema de muestreo y toma de datos

3.3.1. Autorización

Para realizar el muestreo en las diversas bibliotecas y museos, se necesitó como primer paso indispensable, en algunos casos, la autorización de las personas encargadas, válgase decir administradores, responsables, etc., la cual se consiguió previa solicitud a la entidad de nuestro interés.

3.3.2. Toma de muestra

Una vez listas las placas conteniendo el Agar Dextrosado de Sabouraud (ADS) se procedió a ir a las distintas bibliotecas, archivos y museos, y de acuerdo al tamaño de los ambientes, se eligieron puntos de muestreo a criterio propio. Entre 0 - 30m² de área del lugar se colocó 1 placa, entre 30 - 60m²; 2 placas, entre 60-150m²; de 4 - 5 placas, entre 150 - 200m²; de 5 - 6 placas, entre 200 - 400m²; de 8 - 10 placas y finalmente entre 400 - 600m² se colocaron entre 10 - 20 placas. Haciendo esto un aproximado de 1 placa por cada 15 - 20m².

En tales puntos se expusieron las placas según el método gravimétrico de sedimentación propuesto por Omeliansky, citado por Rodríguez y col.²⁸

Esta metodología de muestreo consistió en los siguientes pasos:

- Se destapó la placa Petri exponiendo el medio de cultivo al aire (se asume que las esporas de hongo se encuentran suspendidas) durante 30 min, a una altura aproximada de 1 metro y medio.
- Se volvió a tapar la placa, y se rotuló el lugar de muestreo.
- En el laboratorio se incubaron las placas en una estufa de 30 °C por 7 días aproximadamente.

3.3.3. Preparación de cultivo puro

Una vez transcurrido los 7 días de incubación, las colonias ya crecieron en las placas, y lo primero que se hizo fue el aislamiento de los hongos, el cual consistió en sembrar una azada de hongo en un vial conteniendo ADS, posteriormente se tapó con algodón. Luego se incubó los viales hasta que el hongo se desarrolle dentro y finalmente se procedió a refrigerar para detener el crecimiento excesivo de la colonia. Así se pudo tener al hongo aislado, para su posterior microcultivo.²⁹

3.3.4. Identificación macroscópica

Constó de 2 pasos:

- Cuantificación de unidades formadoras de colonias por metro cúbico de aire (UFC/m³) de acuerdo a la fórmula propuesta por Omeliansky, citado por Borrego y col.³⁰:

$$\text{Número de UFC/m}^3 \text{ de aire} = \text{Número de colonias} \times \text{factor K}$$

Dónde: Número de colonias, equivale a la media total de las colonias que se contabilizaron por biblioteca y/o museo y factor K, en un caso es igual a 100 y en otro igual a 80, pues son los factores que se emplean para placas Petri de 8 y 9 cm de diámetro, respectivamente, que fueron usadas en los muestreos.³⁰ En el caso de nuestra investigación se usó el factor de 80 que implica el uso de placas Petri de 9cm de diámetro.

- Identificación de las características de la colonia: se anotaron las características culturales más resaltantes de los hongos tales como: aspecto, tamaño, color (anverso y reverso), consistencia, bordes, pigmentación y presencia de exudado. Válgase mencionar que ya no se anotaron dichas características de hongos que se repetían en una misma placa. La lectura se realizó a los 7 días de incubados aproximadamente, a 30 °C, usando como medio de cultivo el agar Sabouraud.

3.3.5. Identificación microscópica directa y microcultivo

Como paso más importante se tuvo que identificar los géneros de hongos aislados, para esto se usaron dos metodologías:

- **Observación directa:** es un método muy útil para la identificación micológica, brinda información preliminar o presuntiva al ser una técnica rápida. Consistió en:
 - Se cogió un pedazo de cinta adhesiva y se presionó suavemente sobre la colonia de hongos, a fin de recolectar por impregnación las estructuras reproductoras del hongo.
 - Luego se llevó a una lámina portaobjetos en la que previamente se puso una gota de tinta china (también llamado nigrosina, se utiliza principalmente para la detección de *Cryptococcus neoformans*) o azul de lactofenol (el fenol mata al hongo, el ácido láctico es un agente aclarante que preserva la estructura del

hongo, la glicerina previene la desecación y el azul de algodón colorea la quitina y celulosa del hongo.)

- Finalmente se observó al microscopio a 100 y 400 aumentos.
- **Microcultivo:** el microcultivo es el procedimiento idóneo para la identificación de estructuras fúngicas, pues permitió visualizar al microscopio el micelio en su conjunto no solo una parte del mismo, como ocurre con el método directo. El procedimiento constó de los siguientes pasos:
 - Primero se procedió a preparar el equipo de microcultivo que consta de una placa Petri estéril que contiene una varilla o lamina de vidrio, de considerable espesor, encima de dicha varilla o lámina de vidrio, va una lámina portaobjetos estéril.
 - Se cortó el Agar usando una hoja de bisturí, en pequeños cuadraditos de 0,5 cm de lado.
 - Con la hoja de bisturí se colocó un cuadradito en la lámina portaobjetos que está en la placa con el equipo de microcultivo.
 - Se procedió a sembrar un hongo determinado, con el asa de Kole, en las cuatro esquinas y en el centro del bloque de agar.
 - Se colocó una lámina cubreobjetos sobre el bloque de agar Sabouraud ya sembrado con la cepa del hongo.
 - Se vertió agua destilada estéril en la placa, para proporcionar una adecuada humedad evitando que se deseque el medio de cultivo debido a lo prolongado de la incubación. El agua no debe rebasar la varilla o lamina de vidrio que hay dentro de la placa, de lo contrario mojará el bloque de agar y estropeará el trabajo realizado.
 - Tras varios días de observación, cuando el crecimiento sobre el bloque fue evidente, se recogió el cubreobjetos con una pinza estéril y se colocó "boca arriba" y se le agregó una gota de azul de lactofenol.
 - Se procedió a sellar los bordes de la lámina con esmalte transparente para uñas.
 - Por último paso se procedió a observar al microscopio las estructuras fúngicas.²⁹

IV. RESULTADOS

Tabla 02. Resultados generales del muestreo de la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho, durante los meses de junio a setiembre de 2017.

Lugar de muestreo	Número de placas expuestas	Número de UFC totales	Rango de cepas por placa	Promedio de UFC por placa	UFC / m ³ de aire	Nivel de contaminación	Géneros hallados
Museo "Hipólito Unanue"	5	5	0-2	1	80	Baja	<i>Aspergillus</i> , <i>Alternaria</i> y <i>Penicillium</i> .
Museo de Historia Natural de la E. P de Biología	7	12	0-3	2	160	Intermedia	<i>Rhizopus</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Penicillium</i> y CNI (Colonia no identificada).
Archivo Departamental de Ayacucho	5	21	2-8	4	320	Intermedia	<i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Alternaria</i> y CNI.
Museo "Andrés Avelino Cáceres"	10	43	0-8	4	320	Intermedia	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Rhizopus</i> y CNI.
Archivo Central de la UNSCH	8	55	1-41	7	560	Alta	<i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Alternaria</i> y CNI.
Museo de la E. P de Arqueología	6	43	1-14	7	560	Alta	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Geotrichum</i> y CNI.
Biblioteca Central de la UNSCH	14	164	4-62	12	960	Alta	<i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Rhizopus</i> y CNI.

Tabla 03. Datos generales de los lugares de muestreo de hongos contaminantes aeroambientales de la ciudad de Ayacucho, durante los meses de junio a setiembre de 2017.

Lugar de muestreo	Número promedio de visitantes al día	Número de trabajadores	Área (m ²)	Tiempo de atención al público (horas)
Museo Histórico Regional "Hipólito Unanue"	20	2-3	171	6
Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología	30	2-3	200	6
Archivo Departamental de Ayacucho	7	6-8	90	8
Museo "Andrés Avelino Cáceres"	30	2-3	379	6
Archivo Central de la UNSCH	3	2-3	220	8
Museo de la Escuela Profesional de Arqueología	30	2-3	144	7
Biblioteca Central de la UNSCH	550	12-14	536	7

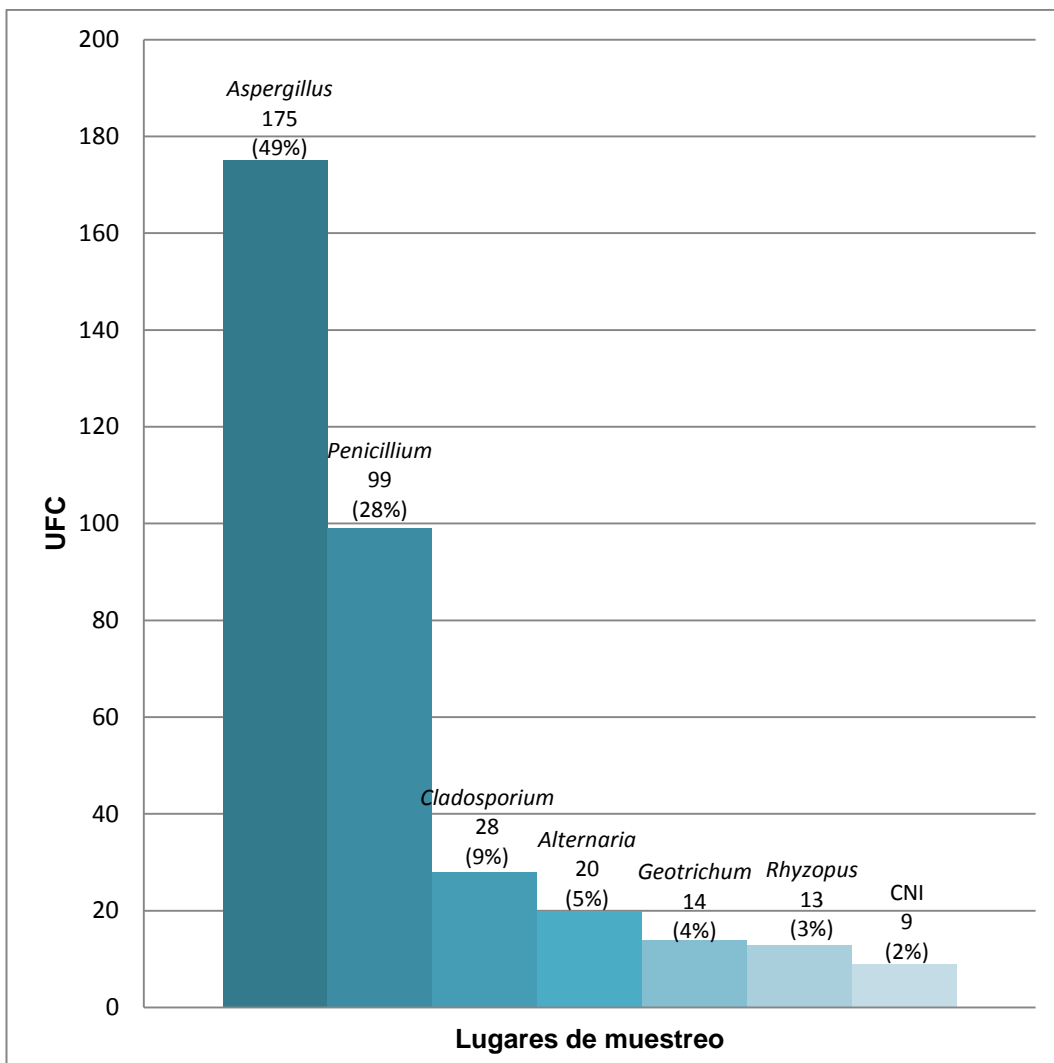


Figura 1. Cantidad total de UFC y porcentaje por género, hallado en los 55 puntos de muestreo de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho durante los meses de junio a setiembre de 2017.

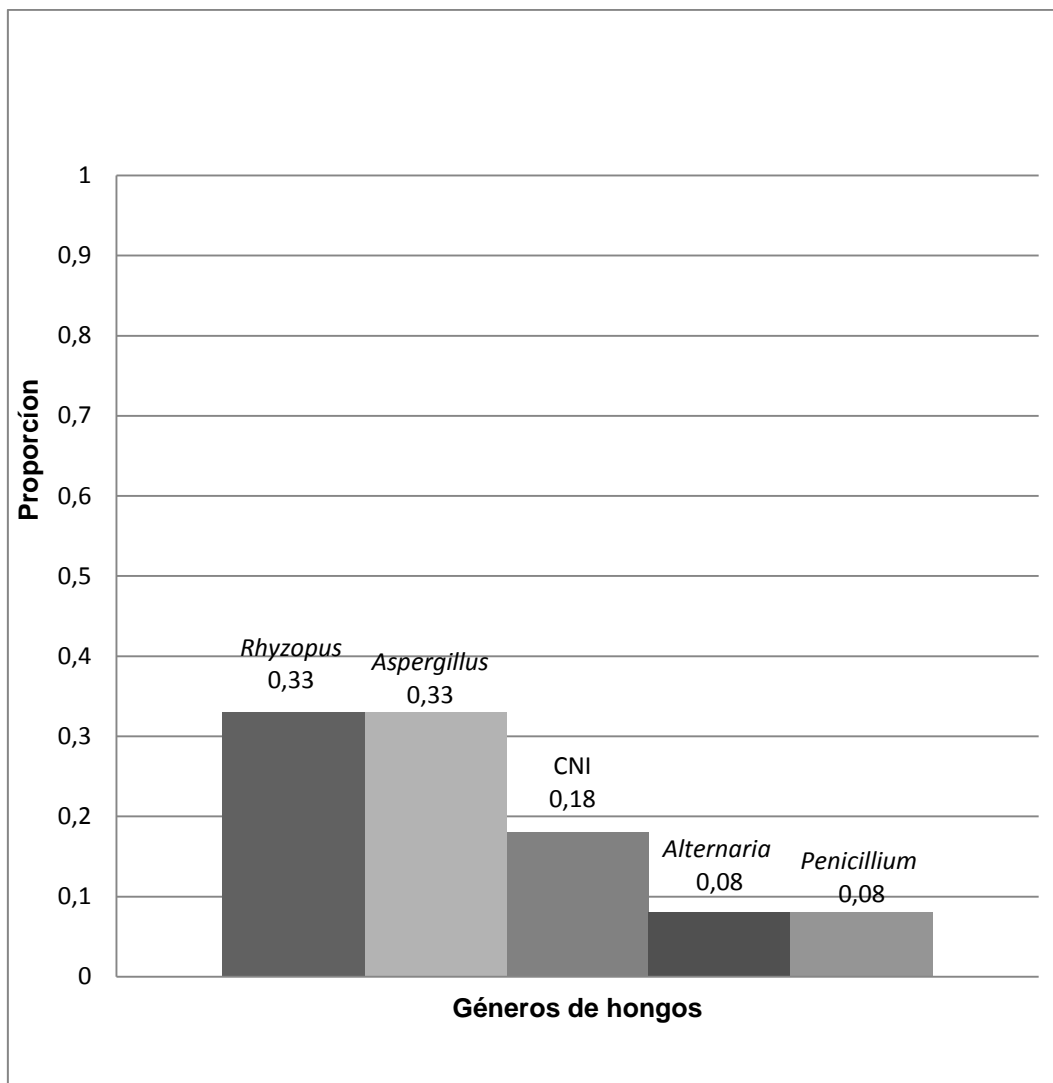


Figura 2. Proporción de géneros de hongos hallados en el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH en un total de 7 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.

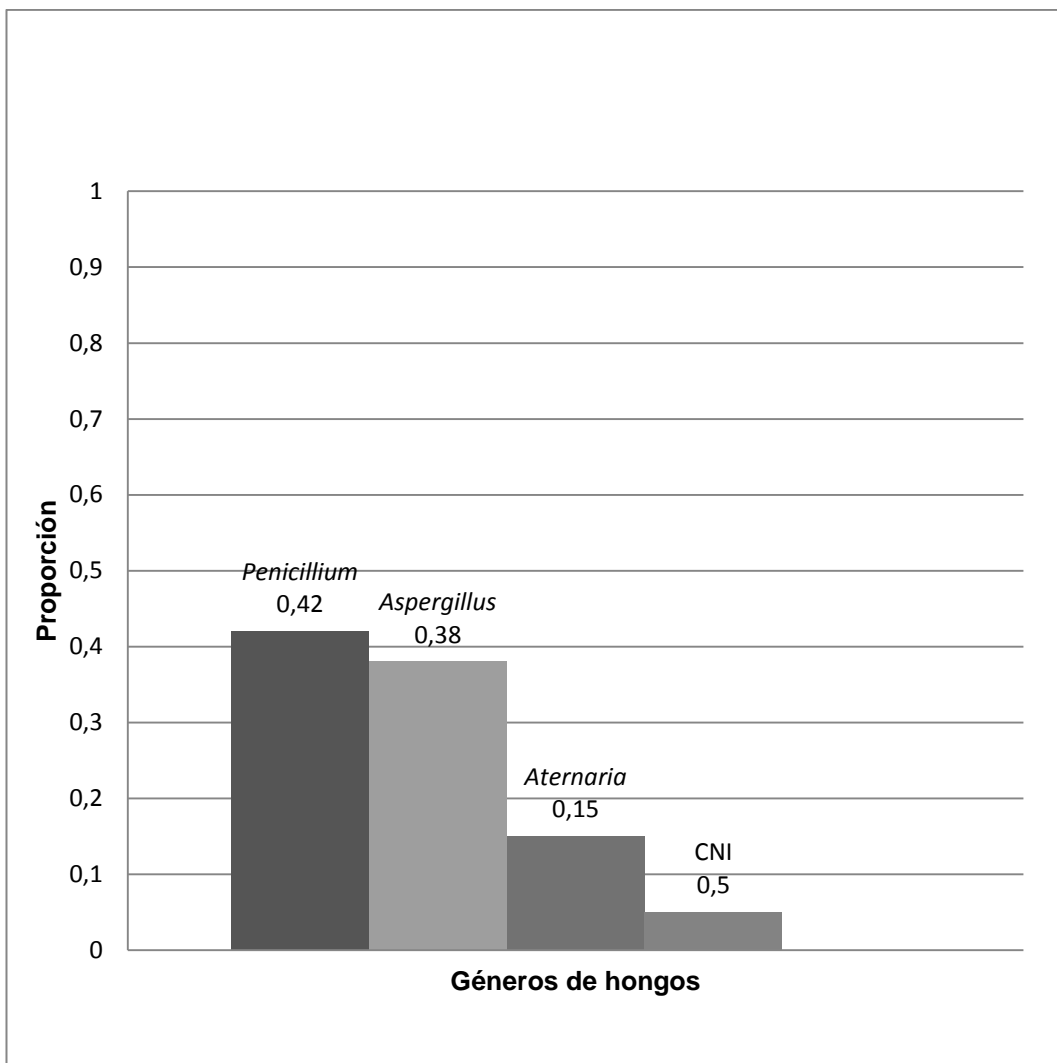


Figura 3. Proporción de géneros de hongos hallados en el Archivo Departamental de Ayacucho en un total de 5 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.

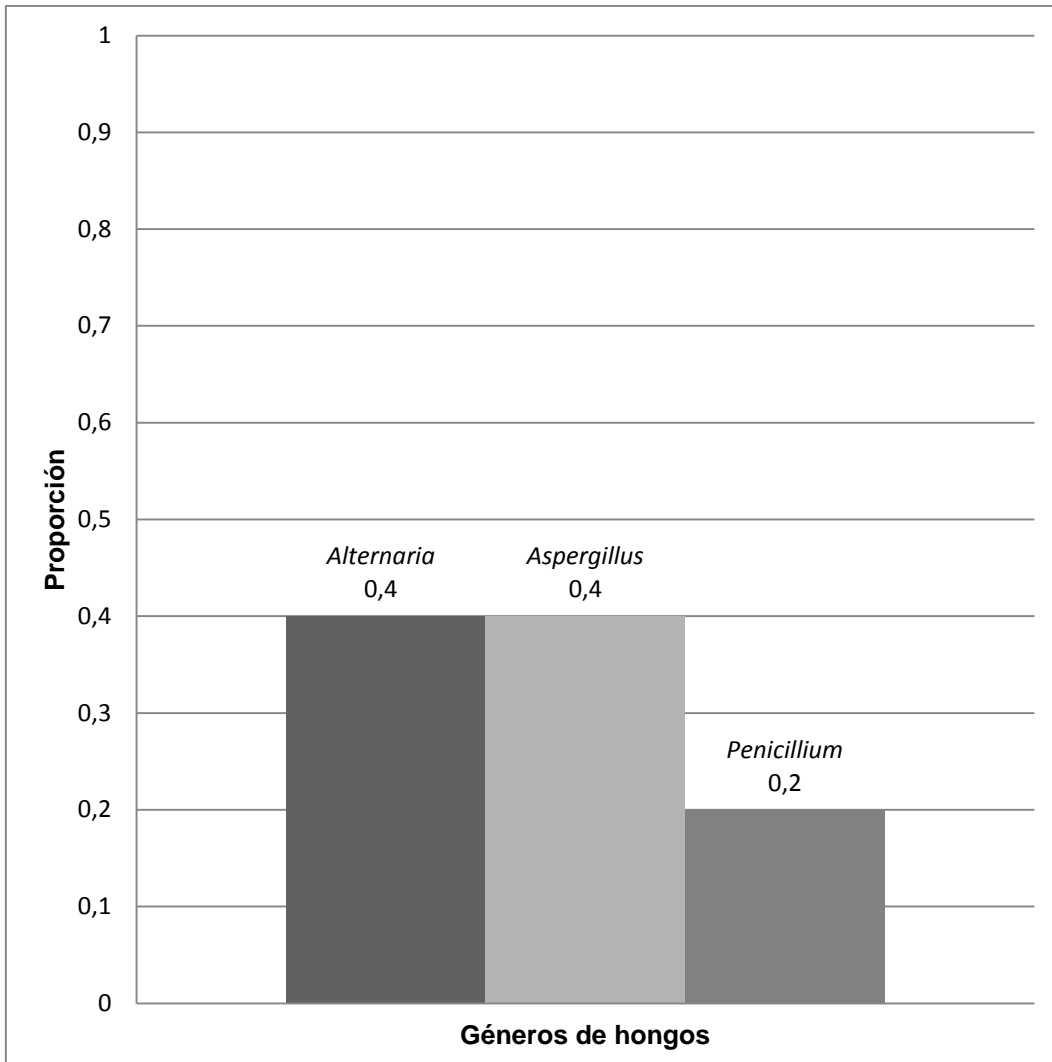


Figura 4. Proporción de géneros de hongos hallados el Museo Histórico Regional “Hipólito Unanue” en un total de 5 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.

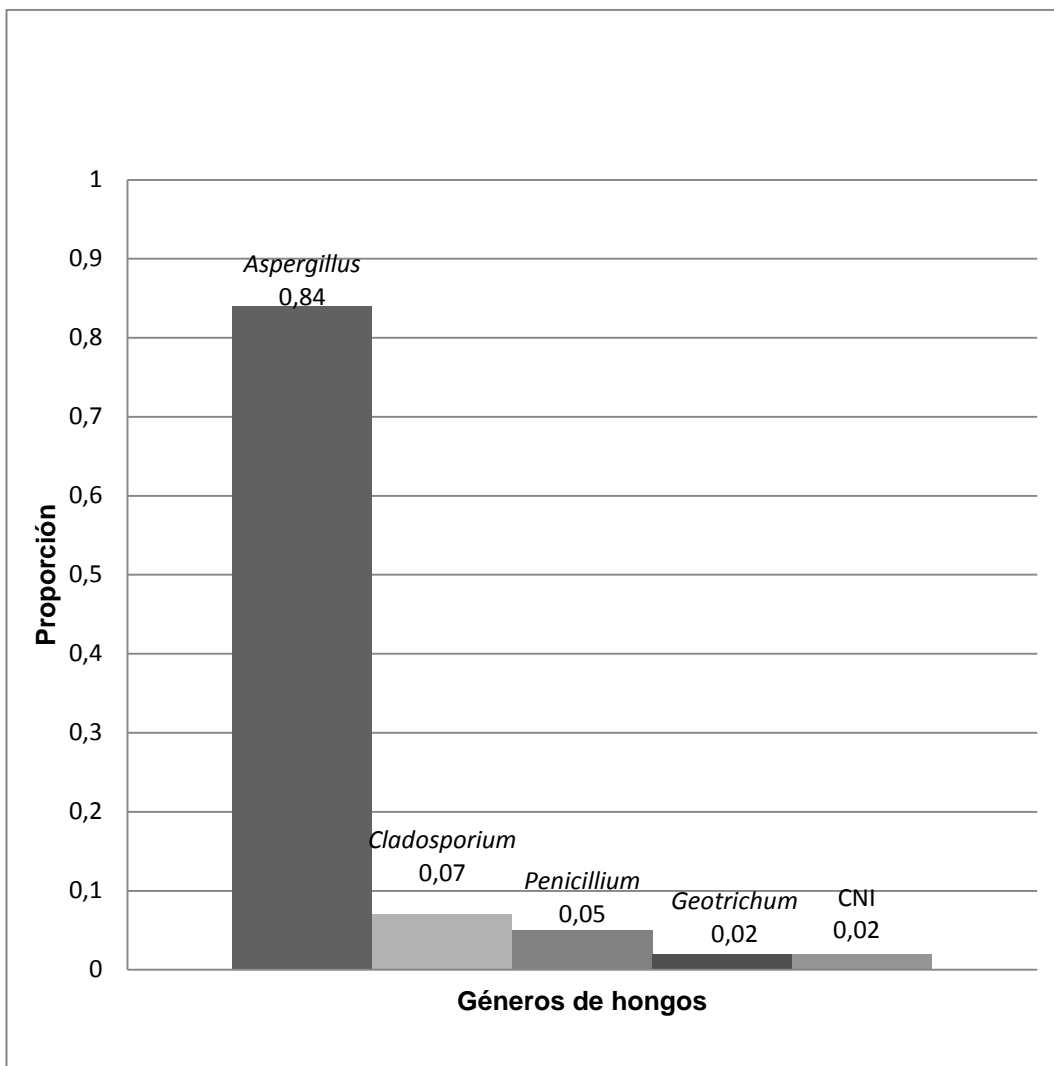


Figura 5. Proporción de géneros de hongos hallados el Archivo central de la UNSCH en un total de 8 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.

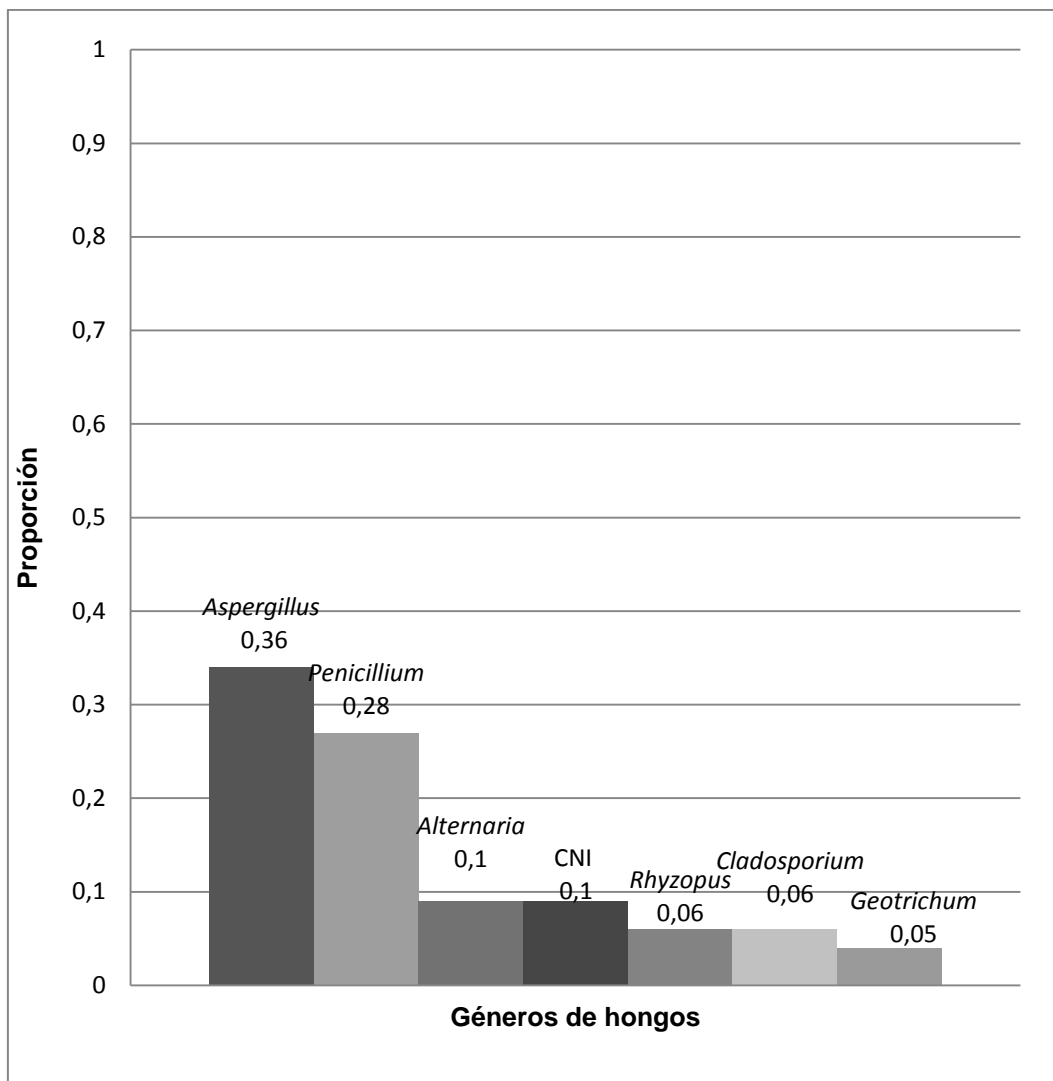


Figura 6. Proporción de géneros de hongos hallados en el Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH en un total de 6 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.

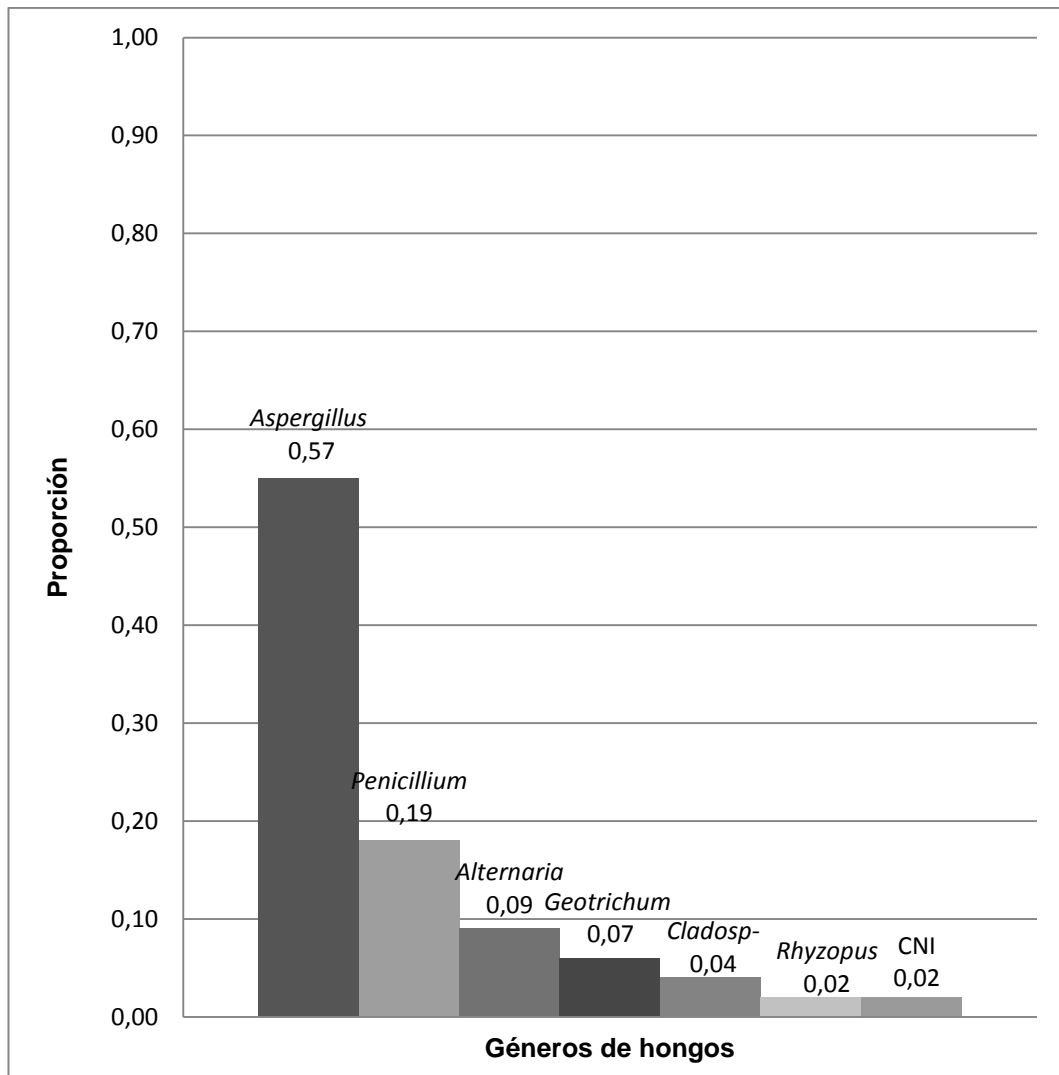


Figura 7. Proporción de géneros de hongos hallados en el Museo "Andrés Avelino Cáceres" en un total de 10 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.

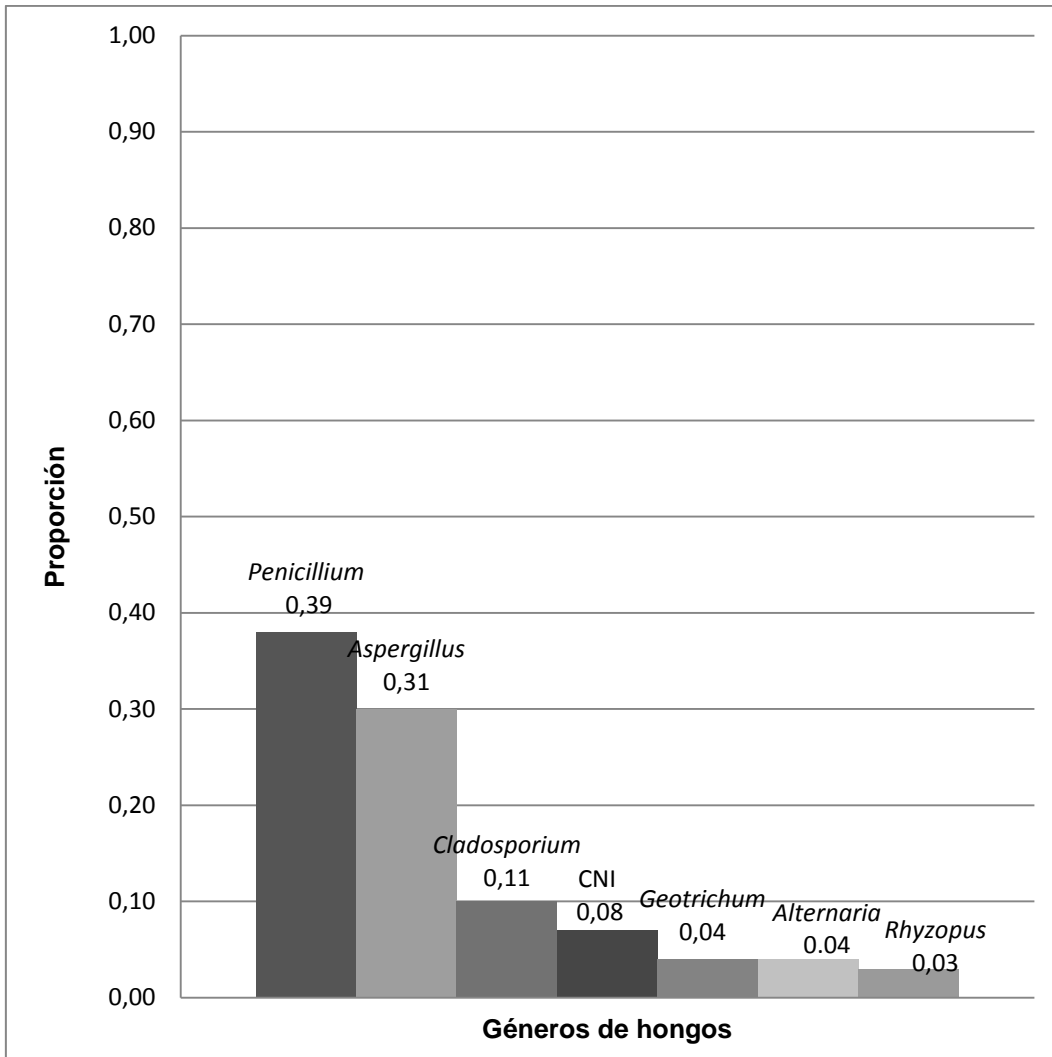


Figura 8. Proporción de géneros de hongos hallados en la Biblioteca Central de la UNSCH en un total de 14 puntos muestreados durante los meses de junio a setiembre de 2017 en la ciudad de Ayacucho.

V. DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestra el promedio de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) fúngicas por metro cúbico (m^3) de aire, que se encontraron en los siete lugares de muestreo, tanto en las bibliotecas-archivos como en museos. Estos datos están expresados en UFC/ m^3 . La Biblioteca Central de la UNSCH fué el sitio de muestreo donde hubo mayor concentración de esporas fúngicas alcanzando un promedio de 960 UFC/ m^3 y alcanzando así un nivel de contaminación alto, en comparación al resto de museos, como es el caso del Museo Histórico Regional “Hipólito Unanue” que presentó un promedio de 80 UFC/ m^3 y un nivel de contaminación baja, estos resultados concuerdan con la investigación realizada por Borrego y Rodríguez ² que encontraron un promedio de entre 95-573 UFC/ m^3 en un Archivo y el trabajo realizado por Nitiu y col.¹⁰ que hallaron un promedio de 99 UFC/ m^3 en un museo. Los demás lugares de muestreo resultaron de la siguiente manera: el Archivo Central de la UNSCH y el Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH con 560 UFC/ m^3 y un nivel de contaminación alta, Museo “Andrés Avelino Cáceres” y Archivo Departamental de Ayacucho con 320 UFC/ m^3 y un nivel de contaminación intermedia, y por último el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH, con 160 UFC/ m^3 con un nivel de contaminación intermedia. Estos valores se pueden haber dado por diversos factores que no han sido objeto de esta investigación pero se mencionarán a continuación. Como lo muestra la tabla 3 en el Museo Histórico Regional “Hipólito Unanue” existen entre 2-3 trabajadores y un promedio de 20 visitantes al día, por lo tanto el flujo de personas en este ambiente es mínimo en comparación a otros lugares muestreados, además de ello el lugar posee un área pequeña de aproximadamente $171m^2$ y está adecuadamente aseada, asimismo una vez que el personal se retira por algún motivo laboral del lugar, el

ambiente es cerrado y prácticamente sin ventanas ni ninguna otra estructura de ventilación que predisponga y facilite el ingreso de esporas, por lo que se evita el ingreso de estos contaminantes fúngicos. Por otra parte la Biblioteca Central de la UNSCH, en comparación a los demás lugares estudiados, es el más amplio con 536 m² aproximadamente y un flujo de visitantes que es aproximadamente de 550 personas al día, lo que predispone una tendencia a elevar los niveles de contaminantes fúngicos, ya que en los calzados de los visitantes se mezclan las esporas y el polvo proveniente del exterior y que mediante este medio, logran penetrar al ambiente interior, la Biblioteca Central de la UNSCH también posee las mejores condiciones de ventilación ya que existen varias ventanas alrededor de este recinto y esto hace que se encuentre mejor ventilado que los demás y así también las esporas pueden penetrar fácilmente el ambiente interno. Vale mencionar también que esporas celulolíticas provenientes de los vegetales existentes en los jardines aledaños a la biblioteca pueden ingresar fácilmente por medio del aire y las muchas ventanas existentes. Como lo menciona Moreno⁵ en su investigación realizada; existen diferentes factores que influyen en la precipitación de las partículas de los hongos ambientales en las salas de una biblioteca como puede ser la ventilación y la asidua asistencia de personas a la biblioteca. Estos resultados coinciden con múltiples reportes de autores ya mencionados, a pesar de que el método por sedimentación por gravedad es más rudimentario y menos preciso que el método por aspiración mediante biocolectores.

En la figura 1 se muestra los 7 géneros de hongos filamentosos identificados en todos los lugares de muestreo, entre ellos *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium* (solo entre ellos suman el 86% del total de géneros hallados en todos los lugares de muestreo), que fueron reportados previamente por Borrego y Rodríguez², Jaikel y col.³ Herrera y col.⁴ Moreno y Paxtor⁵, Toloza y col.⁶ García y Sánchez⁷ y Rojas y col.⁸ así como *Geotrichum* (14%) por Jaimes¹⁴; *Rhizopus* (13%) por Farro y Ramos¹⁵ y *Alternaria* (20%) por Robles y col.⁹; hongos contaminantes comúnmente encontrados suspendidos en el aire. También se halló una colonia que no se logró identificar a la cual denominamos: Colonia No Identificada (2%) al igual que Molina y Borrego¹² que también halló colonias que no logró identificar. El género *Aspergillus* (49%) fue el más frecuente, coincidiendo con García y Sánchez⁷ y Rojas y col.⁸ Este género de hongo filamentoso ha sido reportado en el aire por Herrera y col.⁴ superficies de lienzos

y pinturas por Poyatos¹¹, momias por Nitiu y col.¹⁰ ambientes interiores y exteriores de bibliotecas por Jaimes.¹⁴ Estos resultados coinciden no sólo con los autores mencionados si no con muchos más reportes de estudios realizados en varios países del mundo, independientemente de los métodos de muestreo utilizados, en ambientes interiores de locales con diferentes prestaciones incluyendo librerías, archivos y museos, como lo menciona Borrego y Rodriguez² Éstos géneros fúngicos se desarrollan principalmente en condiciones microclimáticas favorables y relativamente estables, como lo son la temperatura, humedad relativa y humedad absoluta, que favorecen la existencia de brotes de contaminación fúngica, como lo menciona Borrego y Rodriguez², pero que no han sido objeto de estudio del presente trabajo de investigación, lo cual sería excelente analizar en diferentes épocas: Época de secano y época lluviosa, que acá en la ciudad de Ayacucho son muy marcadas, teniendo así un panorama más claro sobre la incidencia de estos aspectos climáticos en la contaminación fúngica.

En la figura 2 se muestra la densidad de los géneros fúngicos hallados en el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH, donde se reporta que fueron hallados los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, este resultado asemeja al hallado por Herrera y col.⁴ en el Museo de Historia Natural de Guatemala. Con lo que respecta a la cuantificación de colonias, el Museo de Historia Natural de Guatemala halló un rango de entre 510-2,850 UFC/m³ que dispone un nivel de contaminación entre alta y muy alta y el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH sólo un promedio de 136 UFC/m³ y un nivel de contaminación intermedia, el cual no representa riesgo alguno, tanto para la salud de las personas concurrentes, así como para los materiales y especímenes guardados en dicho museo. Esta diferencia se debe principalmente a la diferencia de áreas y número de personas visitantes en ambos museos, el Museo de Historia Natural de Guatemala es uno de los más grandes de Centroamérica con una cantidad de 1200 visitantes promedio al día y un área y estructura muchísimo más superior que el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH.

En la figura 3 observamos una proporción elevada de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*, en la figura 5 de igual manera a los géneros *Aspergillus* y *Cladosporium*, actuando de esta manera como principales contaminantes fúngicos en el Archivo Departamental de Ayacucho y el Archivo Central de la

UNSCH respectivamente, marcando así una tendencia similar hallados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata en Argentina y el Archivo Nacional de la República de Cuba por Borrego y Rodríguez², siendo el *Cladosporium* el característico agente fúngico hallado en archivos, ya que es un potencial biodegradador de la celulosa del cual están compuestos todos los materiales como cartón, papel, fotografías, madera, textiles, etc. que puedan encontrarse en estos archivos, y evidencia de su accionar, podemos encontrar manchas verde oscuras a pardas en los materiales usados como sustrato por este hongo, el cual es su pigmento característico. Si a esto le sumamos las condiciones precarias y desinteresadas de almacenamiento de estos materiales históricos, como en el Archivo Central de la UNSCH, la propagación fúngica se eleva exponencialmente.

Las figuras 4, 6 y 7 muestran que los siguientes museos: Museo Histórico Regional "Hipólito Unanue", Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH y el Museo "Andrés Avelino Cáceres", presentan densidades superiores de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Alternaria*, en comparación a los demás géneros hallados. Tal afirmación concuerda con las investigaciones hechas por Nitiu y col.¹⁰ y Farro y Ramos¹⁵ que de igual manera hallaron en mayor proporción estos géneros en comparación a otros, pero dichos estudios fueron realizados en el Depósito de restos momificados del NOA del Museo de La Plata - Argentina y el Museo Tumbas Reales Señor de Sipán - Perú, respectivamente. La mayoría de las especies del género *Alternaria* son patógenas de plantas, lo que nos demuestra así que por el medio aéreo, estas esporas llegaron a los museos, provenientes de huertas y/o plantaciones vegetales que se encuentran alrededor de dichos lugares. El Museo Histórico Regional "Hipólito Unanue", Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH y el Museo "Andrés Avelino Cáceres" se hallan en lugares rodeados de mucha vegetación, por lo tanto no es coincidencia hallar este género en sus interiores. Mientras el género *Aspergillus* es un potente biodegradador de materiales orgánicos como los textiles prehispánicos hallados en estos museos, los cuales son de interés nacional su debida preservación y adecuado almacenamiento.

En el gráfico 8 podemos observar que la Biblioteca Central de la UNSCH fue el lugar donde, aparte de ser el lugar más contaminado de todos los lugares de muestreos con 960 UFC/m³, también fue el lugar que presentó la mayor diversidad de géneros hallados, mostrando siete de siete hallados. Dichos

géneros fueron *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, Colonia no identificada (CNI), *Geotrichum*, *Alternaria* y *Rhizopus* en orden de mayor a menor densidad. Tales resultados concuerdan con los hallados por Toloza y col.⁶ y por Moctezuma y col.¹³ que también hallaron la mayoría de estos géneros en el ambiente de la Biblioteca Central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y en la Biblioteca de la Universidad Autónoma de San Luis de Potosí - Bolivia respectivamente. En ambos estudios hallaron (al igual que en la presente investigación) una alta densidad del género *Cladosporium* lo cual es característico de bibliotecas contaminadas ya que es un hongo saprófito, que normalmente se encuentra colonizando las plantas o en el suelo, pero principalmente al tener naturaleza celulítica lo vamos a encontrar saprofitando el papel de las bibliotecas.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró describir la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017, la cual estuvo compuesta por los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Geotrichum* y *Rhizopus*.
2. Se determinó que la contaminación fúngica aeroambiental de la Biblioteca Central de la UNSCH, Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH y el Archivo Central de la UNSCH, se encuentran en un nivel alto (500 - 2000 UFC/m³), el Museo "Andrés Avelino Cáceres", el Archivo Departamental de Ayacucho y el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de la UNSCH están en un nivel de contaminación intermedia (100 - 500 UFC/m³). Y finalmente el Museo "Hipólito Unanue" un nivel de contaminación bajo (25 -100 UFC/m³).
3. Se logró identificar los géneros de hongos aislados en bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017, siendo los siguientes géneros: *Aspergillus*, que tiene mayor presencia con un 49% del total, *Penicillium* con 28%, *Cladosporium* con 9%, *Alternaria* con 5%, *Geotrichum* con 4%, *Rhizopus* con 3 %, y por último colonia no identificada (CNI) con 2%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se encontraron cepas fúngicas pertenecientes a géneros que incluyen patógenos y alérgenos, como es el caso de *Aspergillus*, por lo tanto es imprescindible y se aconseja se realicen estudios similares.
2. Establecer medidas de prevención y control para disminuir la contaminación por hongos filamentosos en los archivos, bibliotecas y museos, ya que constituyen un riesgo de biodeterioro para el material bibliográfico, arqueológico y antropológico así como un riesgo en la salud de los trabajadores y usuarios que recurren a dichos lugares.
3. Capacitar constantemente al personal que esté a cargo de los museos, bibliotecas y archivos, en técnicas para preservar y mantener el material existente en ellas.
4. Monitorear constantemente los niveles de contaminación fúngica existentes en estos lugares, para poder tomar medidas correctivas o preventivas. Si se implementa una medida de prevención, llevar a cabo un monitoreo de los ambientes, luego de esto, para observar la eficacia o no de dicha medida.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

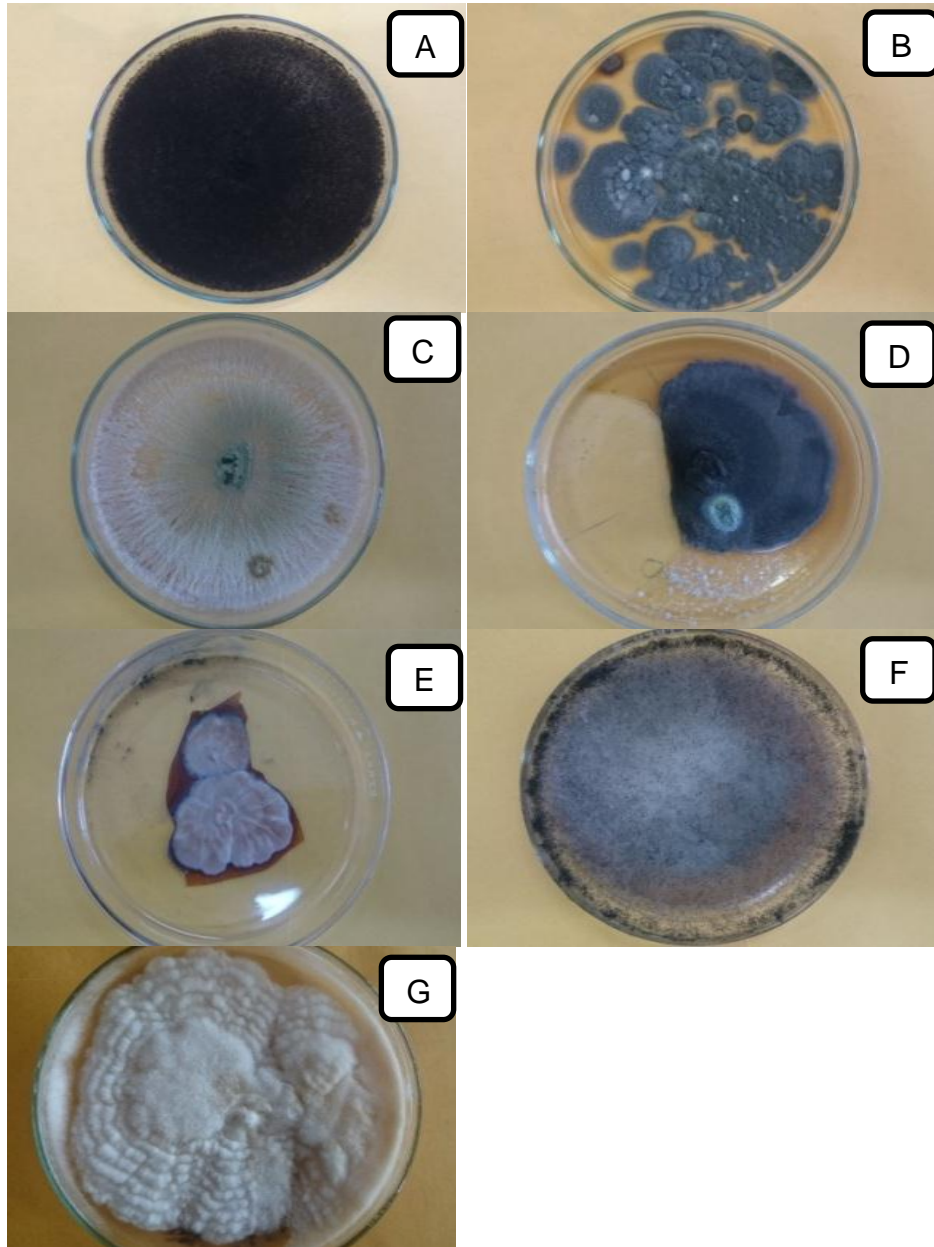
1. Colquehuanca E, Flores E, Norabuena D, Tantahuilca T. Identificación de hongos medio ambientales y cultivo en cámara húmeda. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 2013.
2. Borrego SF, Rodríguez JC. Caracterización micológica del ambiente aéreo del depósito de los fondos bibliográficos del Museo Nacional de Música. Boletín del Archivo Nacional, Cuba. 2013.
3. Jaikel D, Hernández S, Riggioni O, Salas I, Gross N. Contaminación fúngica ambiental en tres centros de enseñanza primaria del cantón Central de la Provincia de Heredia, Costa Rica. Julio - setiembre 2015
4. Herrera K, Cobar O, Barrios R, Piérola K, Chamalé W, Rosales C, Quan J, Moreno M, Paxtor J, Maas J. Evaluación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos colecciones biológicas y dos museos de la ciudad de Guatemala. Revista Científica. 2015
5. Moreno MH y Paxtor JA. Determinación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos museos de la ciudad de Guatemala. Tesis para optar el título de Químico Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2014.
6. Toloza DL, Lizarazo LM, Blanco JO. Concentración y composición microbiana en el ambiente de la biblioteca central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, 2012.
7. García M, Sánchez R. Estudio de la concentración fúngica aérea de los depósitos del Archivo Municipal de Cárdenas, Cuba. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología 2012.
8. Rojas TI, Martínez E, Alra MJ, Almaguer M. Aeromicota de ambientes internos: Comparación de métodos de muestreo. Boletín Micológico Vol. 23. 2008.
9. Robles M, Diersen T, Llorca FJ, Rodríguez P, Rois MP. Prevención de la infección nosocomial de origen fúngico: verificación de la bioseguridad ambiental en quirófanos. España. 2005.
10. Nitiu S, Mallo C, Elíades A, Saparrat N, Vazquez R. Monitoreo de la carga fúngica ambiental y de otros bioaerosoles en un depósito de restos momificados del NOA del Museo de la Plata (Argentina): un estudio de caso. 2015.
11. Poyatos Jiménez Fernando. Procesos de Biodeterioro sobre lienzo del Museo de Bellas Artes de Granada: Exámen físico y gráfico. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España 2015
12. Molina A. y Borrego S. Prevalencia de hongos alergénicos viables en un depósito de documentos de valor patrimonial. Laboratorio de Conservación Preventiva del Archivo Nacional de la República de Cuba. 2015
13. Moctezuma Z, Enríquez D, Ramírez M, Acosta R, Cárdenas G, Fragoso M. Aislamiento de hongos alérgenos en una biblioteca universitaria. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí – Bolivia. 2015.
14. Jaimes Albornoz. 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. Lima-Perú. 2014
15. Farro R, y Ramos W. Bacterias y hongos de riesgo potencial para el material arqueológico y trabajadores de los almacenes del museo Tumbas Reales Señor de Sipán en Lambayeque, agosto – octubre, 2015.

16. Arenas, R. 2008. *Micología Médica Ilustrada*. Tercera Edición. Editorial Interamericana. México.
17. Bonifáz, A. 2012 *Micología Médica Básica*. Cuarta Edición. Editorial. Mc Graw Hill México.
18. Prescott, L., Harley, J. y Klein D.2002. *Microbiología*. 5ª Edición. McGraw-Hill. Estados Unidos.
19. Arenas, R. 2014. *Micología Médica Ilustrada*. Quinta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.
20. Instituto Nacional de Salud. *Manual de Micología Médica*. Ministerio de Salud. Lima-Perú 2011
21. Arenas, R. 2011. *Micología Médica Ilustrada*. 4ta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.
22. García J, Picazo J. 2000. *Compendio de Microbiología Médica*. Editorial Harcourt, S.A. España.
23. Rosas, I., Cravioto, A. y Ezcurra, E. 2004. *Bacterias en la atmosfera – Microbiología ambiental*. UNAM-México
24. Moreno MH. Paxtor JA. *Determinación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos museos de la ciudad de Guatemala*. Tesis para optar el título de Químico Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2014
25. Henri Rivieri G. *La museología. Cursos de museología/textos y testimonios*. Ediciones AKAL. Madrid-España 1993
26. Salaverría R. *Bibliotecas públicas y bibliotecas escolares: Una colaboración imprescindible*. Ministerio de Educación y Cultura. Secretaría General de Educación y Formación Profesional. España 1997.
27. ONG'D Perú Ecológico. *Regiones y zonas ecológicas en el Perú*. [sede web] Recuperado a partir de:
<http://www.peruecologico.com.pe/regionesyzonasecologicas.pdf>
28. Rodríguez JC, Rodríguez B, y Borrego SF. *Evaluación de la calidad micológica ambiental del depósito de fondos documentales del Museo Nacional de la Música de Cuba en época de lluvia*. 2014.
29. Alegría V. y Navarro R. *Guía de prácticas de Micología Medica*. Área académica de Microbiología, Escuela Profesional de Biología. UNSCH 2013.
30. Borrego SF, Perdomo I, de la Paz J, Gómez de Saravia SG y Guiamet PS. *Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y el Archivo Nacional de la República de Cuba*. 2011

ANEXOS

Anexo 1.

Colonias de los diferentes géneros de hongos hallados en bibliotecas y museos durante los meses de junio a setiembre, Ayacucho 2017.

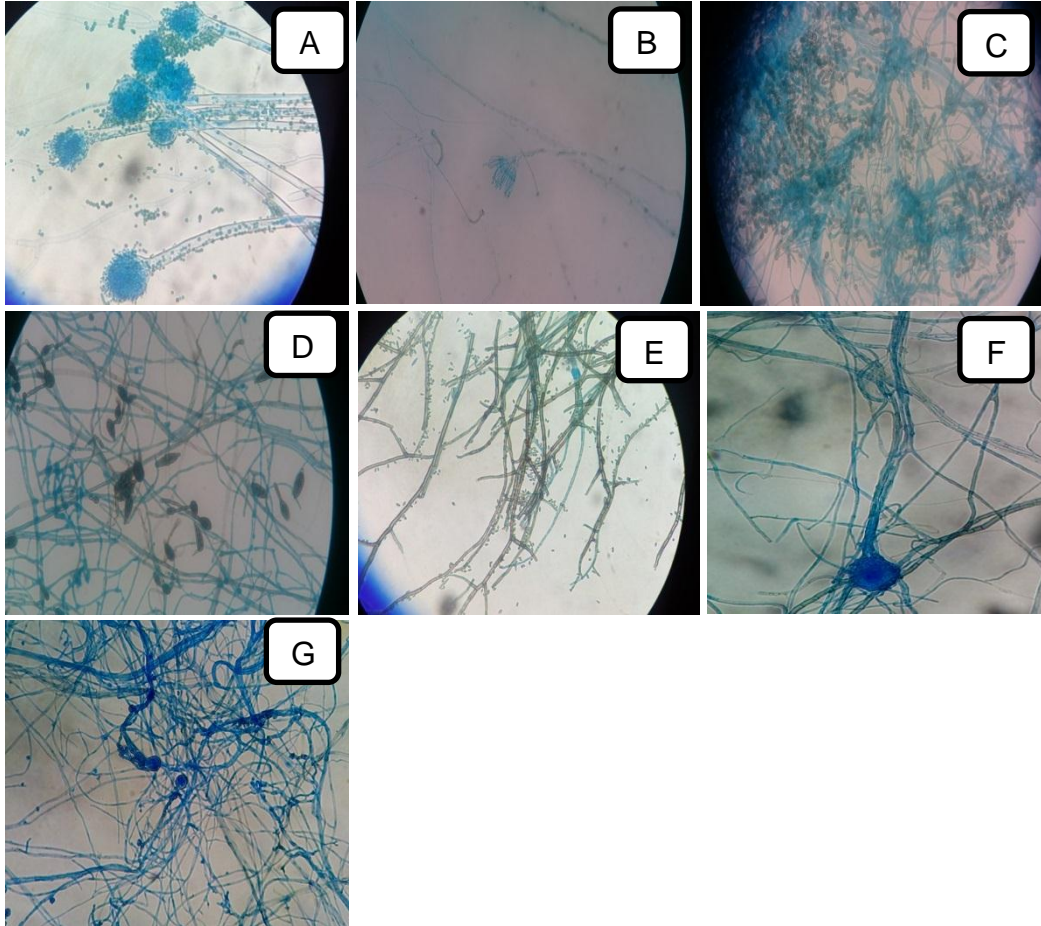


Leyenda:

A, Colonia de *Aspergillus* aislada de la Biblioteca central de la UNSCH, en agar Sabouraud a los 7 días de incubación. B, Colonia de *Penicillium* aislada de la Biblioteca central de la UNSCH, en agar Sabouraud a los 7 días de incubación. C, Colonia de *Geotrichum* aislada del Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH, en agar Sabouraud a los 7 días de incubación. D, Colonia de *Alternaria* aislada del Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la UNSCH, en agar Sabouraud a los 7 días de incubación. E, Colonia de *Cladosporium* aislada del Archivo central de la UNSCH, en agar Sabouraud a los 7 días de incubación. F, Colonia de *Rhizopus* en agar Sabouraud. G, Colonia sin identificar (CNI aislada del Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH, en agar Sabouraud a los 7 días de incubación.

Anexo 2.

Observación microscópica de los diferentes géneros de hongos hallados en bibliotecas y museos durante los meses de junio a setiembre, Ayacucho 2017.



Leyenda:

A, Hifas hialinas y cabezuela con conidios de *Aspergillus* observadas a 100X. B, Hifa hialina y fiálides formando un "pincel" de *Penicillium* observado a 100X. C, Artrosporas e hifas tabicadas de *Geotrichum* observadas a 100X. D, Dictiosporas e hifas dematiáceas en *Alternaria* observadas a 100X. E, Blastosporas y ramoconidios de *Cladosporium* observado a 100X. F, Esporangio, hifas cenocíticas y rizoide de *Rhizopus* observado a 100X. G, Colonia sin identificar (CNI).

Anexo 3.

Mapa de ubicación de lugares de muestreo (bibliotecas, archivos y museos) durante los meses de junio a setiembre, Ayacucho 2017.



Leyenda:

A, Biblioteca Central de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. B, Archivo Departamental de Ayacucho. C, Archivo Central de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. D, Museo de la Escuela Profesional de Arqueología de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. E, Museo Histórico Regional "Hipólito Unanue". F, Museo "Andrés Avelino Cáceres". G, Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Anexo 4.

Contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017.

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cómo es la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017?</p> <p>Problemas específicos -¿Cuál es la carga aeromicológica ambiental en bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017? -¿Qué géneros incluye la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017?</p>	<p>Objetivo general Describir la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017.</p> <p>Objetivos específicos -Determinar la contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017. -Identificar los géneros de hongos aislados en bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Antecedentes. - Los hongos y sus caract. Fundamentales. - Condiciones de crecimiento. - Necesidades fisiológicas. - Hongos contaminantes ambientales. - Aerobiología. - Aeromicrología. - Calidad del aire en interiores. - Factores que afectan a la calidad del aire en los ambientes cerrados. - Niveles de prevención de enfermedades. - Museos. - Tipos de museos. - Bibliotecas. - Tipos de bibliotecas. 	<p>Por ser un trabajo descriptivo de hipótesis</p>	<p>Variable de interés Contaminación fúngica aeroambiental: géneros de hongos</p> <p>Variable asociada Bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho</p>	<p>Ubicación de la zona de estudio La ciudad de Ayacucho, la cual se encuentra ubicada, en el área meridional de los Andes, a 2746 msnm.</p> <p>Tipo de estudio No experimental</p> <p>Diseño de la investigación Descriptivo simple</p> <p>Definición de la muestra</p> <p>Población muestral. 3 bibliotecas y 4 museos</p> <p>Métodos para la recolección de datos</p> <p>Ubicación de los lugares y puntos de muestreo Los lugares de muestreo se dividirán en puntos de muestreo de acuerdo al tamaño de los mismos. Se tomará muestras en las épocas de sequo.</p> <p>Toma de muestra</p> <p>Técnica Método gravimétrico de sedimentación en placa propuesto por Omeliansky</p> <p>Instrumento de recolección de datos Placas Petri conteniendo Agar Sabouraud</p>