

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



Aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal nivel II-2 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGA, EN LA ESPECIALIDAD DE MICROBIOLOGÍA

Presentado por la:

Bach. RIVERA MENDOZA, Mirajha Lilem

AYACUCHO – PERÚ

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Bach. Bach. Mirajha Lilem RIVERA MENDOZA

R.D. N° 072-2021-UNSCH-FCB-D

A los veinte días del mes de agosto del año dos mil veintiuno, siendo las cuatro de la tarde, se reunieron a través de la plataforma virtual Google Meet, los docentes miembros del jurado calificador conformado por: Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN (presidente) encargado mediante memorando N°286-2021-UNSCH-FCB, quien a su vez actúa como miembro jurado; Mg. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA (miembro jurado); Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (miembro asesora), actuando como secretaria docente la Mg. Nilda Aurea Apayco Espinoza, para recepcionar la sustentación de tesis titulada: **“Aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019”**, presentada por la Bach. Mirajha Lilem RIVERA MENDOZA; previa verificación de la documentación exigida, el presidente autorizó el inicio del acto académico precisando que el sustentante dispone de cuarenta y cinco minutos, conforme lo establece el reglamento de grados y títulos de la Facultad de Ciencias Biológicas. Finalizada la sustentación, el presidente invitó a los miembros del jurado a participar con observaciones, aclaraciones y preguntas relacionadas al tema; el asesor se comprometió cumplir con las correcciones y sugerencias realizadas. Concluida esta etapa, el presidente invitó al sustentante y a los asistentes abandonar la sala virtual a fin de proceder a la deliberación y calificación correspondiente.

Seguidamente procedieron a la calificación, alcanzando los siguientes resultados:

MIEMBROS DEL JURADO	Exposición	Respuesta/Preguntas	Promedio
Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN (Presidente)	17	16	17
Mg. Nilda Aurea APAYCO ESPINOZA (Miembro - Jurado)	18	17	18
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (Miembro- Asesora)	18	18	18
PROMEDIO			18

La sustentante alcanzó el promedio de 18 (dieciocho) aprobatorio. Acto seguido, el presidente invitó al sustentante y público reingresar a la sala virtual para dar a conocer el resultado de la evaluación; finalizando el presente acto académico siendo las seis con dieciocho minutos de la noche, firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN
Miembro - jurado
Presidente (e)


Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ
Miembro – asesora


Mg. Nilda Aurea Apayco Espinoza
Miembro- jurado
Secretaria docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS N° 027-
2021-FCB-D

Yo, SAÚL ALONSO CHUCHÓN MARTÍNEZ, Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **“Aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal nivel II-2 2019”**, presentado por la Bach. MIRAJHA LILEM RIVERA MENDOZA; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 21%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-C.

En tal sentido, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 23 de setiembre del 2021.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Saúl Alonso Chuchón Martínez
Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez
DECANO

Aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal nivel II-2 2019

por Mirajha Lilem Rivera Mendoza

Fecha de entrega: 22-sep-2021 06:36a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1654640443

Nombre del archivo: 1A_Rivera_Mendoza_Mirajha_Lilem_Pregrado_2021_Turnitin.docx (381.11K)

Total de palabras: 11416

Total de caracteres: 60963

Aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho "Miguel Ángel Mariscal nivel II-2 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

3 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	doku.pub Fuente de Internet	4 %
2	repositorio.ins.gob.pe Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	1library.co Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	idoc.pub Fuente de Internet	1 %
8	pt.scribd.com Fuente de Internet	1 %

9	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	www.regionayacucho.gob.pe Fuente de Internet	1 %
11	vsip.info Fuente de Internet	1 %
12	qdoc.tips Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
15	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1 %
16	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1 %

21 www.dspace.uce.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %

22 dspace.esPOCH.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words

A Dios, a mi familia por su amor,
sacrificio, esfuerzo y por ayudarme
a cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *Alma Mater* en mi formación profesional; a la Escuela Profesional de Biología y a toda su plana de docentes, por impartir conocimientos y experiencias que me ayudarán en mi futuro ámbito profesional.

Al Laboratorio de Referencia Regional en Salud Pública dirigido por el Biólogo Fredy ORÉ MALMACEDA y a los Biólogos que laboran en dicho centro.

Al Director del Hospital Regional de Ayacucho "Miguel Ángel Mariscal Llerena" nivel II - 2, a los jefes de las Áreas de neonatología, ginecología y quirófano. Los cuales brindaron apoyo y facilidades para que este trabajo se realice en dicha institución.

A la Medico. Susana ZURITA MACALUPÚ, encargada del Área de Micología en el Instituto Nacional de Salud, por su apoyo, conocimientos y experiencias.

A la Blga. Miryam MENESES MENESES, encargada del Área de Micología en el Laboratorio de Referencia Regional en Salud Pública; por el apoyo constante.

A la Blga. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ, docente del Área Académica de Microbiología de la Escuela Profesional de Biología, por su paciencia, por compartir sus conocimientos, experiencias y apoyo en la elaboración 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 a nivel internacional	3
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional	4
2.1.3. Antecedentes a nivel local	5
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Aeromicología	6
2.2.2. Hospital	7
2.2.3. Contaminación	7
2.2.4. Aire	7
2.2.5. Contaminación del aire	7
2.2.6. Hongo	7
2.2.7. Esporas fúngicas	7
2.2.8. UFC	8
2.2.9. Método volumétrico	8
2.3. Base teórica	8
2.3.1. Hongos y su importancia en el ambiente hospitalario	8
2.3.2. Características de los hongos	9
2.3.3. Morfología, estructura y composición de los hongos	9
2.3.4. Reproducción	10
2.3.5. Clasificación de los hongos	11
2.3.6. Hongos ambientales y su patogenicidad	11
2.3.7. Toxicidad de hongos	14
2.3.8. Factores de crecimiento de hongos	15
2.4. Base legal	15

III.	MATERIALES Y METODOS	17
3.1.	Ubicación de la zona de estudio	17
3.1.1.	Ubicación geográfica	17
3.1.2.	Ubicación del Hospital	17
3.1.3.	Ubicación del Laboratorio	17
3.2.	Tipo de investigación	17
3.3.	Diseño de investigación	17
3.4.	Población	17
3.4.1.	Criterios de inclusión	18
3.4.2.	Criterios de exclusión	18
3.5.	Muestra	18
3.6.	Selección del área de muestreo	18
3.7.	Periodo de muestreo	18
3.8.	Procedimiento de recolección de datos	18
3.8.1.	Solicitud de autorización	18
3.8.2.	Caracterización de los ambientes hospitalarios	18
3.8.3.	Toma de muestra	19
3.8.4.	Determinación de temperatura y humedad	19
3.8.5.	Puntos de toma de muestra	19
3.8.6.	Muestreo ambiental (Método volumétrico para la determinación de esporas fúngicas en UFC/m ³ en un ambiente interno)	19
3.9.	Aislamiento e identificación de hongos	21
3.9.1.	Aislamiento de colonias	21
3.9.2.	Microcultivo	21
3.10.	Análisis estadístico	22
IV.	RESULTADOS	23
V.	DISCUSIÓN	35
VI.	CONCLUSIONES	43
VII.	RECOMENDACIONES	45
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de los hongos.	11
Tabla 2. Contaminantes biológicos y enfermedades de mayor frecuencia.	14
Tabla 3. Riesgo de permisibilidad de esporas fúngicas en UFC/m ³ en un ambiente interno.	21
Tabla 4. Recuento total de esporas fúngicas en UFC/m ³ en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios, unidad de cuidados intensivos I, unidad de cuidados intensivos II e infectados, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	25
Tabla 5. Recuento total de esporas fúngicas en UFC/m ³ en sala de partos, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	26
Tabla 6. Recuento total de esporas fúngicas en UFC/m ³ en los ambientes de quirófano: sala uno, sala dos, cirugías menores (sala tres), sala cuatro, emergencias ginecológicas (sala cinco), cirugías oftalmológicas (sala seis), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	27
Tabla 7. Análisis de correlación de Spearman.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Géneros de hongos identificados y el porcentaje de frecuencia en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios, unidad de cuidados intensivos I, unidad de cuidados intensivos II e infectados en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	28
Figura 2. Géneros de hongos identificados y el porcentaje de frecuencia en el ambiente de sala de partos, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	29
Figura 3. Géneros de hongos identificados y el porcentaje de frecuencia en los ambientes de quirófano: sala uno, sala dos, cirugías menores (sala tres), sala cuatro, emergencias ginecológicas (sala cinco), cirugías oftalmológicas (sala seis), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	30
Figura 4. Temperatura, humedad y concentración de esporas fúngicas, en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios (N1), unidad de cuidados intensivos I (N2), unidad de cuidados intensivos II (N3) e infectados (N4) en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	32
Figura 5. Temperatura, humedad y concentración de esporas fúngicas, en el ambiente de ginecología: sala de partos (S1) en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	33
Figura 6. Temperatura, humedad y concentración de esporas fúngicas, en los ambientes de quirófano: sala uno (Q1), sala dos (Q2), cirugías menores (Q3), sala cuatro (Q4), emergencias ginecológicas (Q5), cirugías oftalmológicas (Q6), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Número de puntos de toma de muestra en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	55
Anexo 2. Periodo de muestreo en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	56
Anexo 3. Datos de los factores ambientales, temperatura y humedad relativa en los ambientes de neonatología, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	57
Anexo 4. Datos de los factores ambientales, temperatura y humedad relativa en el ambiente de sala de parto en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	58
Anexo 5. Datos de los factores, ambientales temperatura y humedad relativa que favorecen la presencia de hongos oportunistas en los ambientes del quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	59
Anexo 6. Géneros de hongos aislados en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios, unidad de cuidados intensivos I. unidad de cuidados intensivos II e infectados en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	60
Anexo 7. Géneros de hongos aislados en ambiente de sala de partos en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	61
Anexo 8. Géneros de hongos aislados en los ambientes de quirófano: Sala uno, sala dos, cirugías menores (sala tres), sala cuatro, emergencias ginecológicas (sala cinco), cirugías oftalmológicas (sala seis), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.	62
Anexo 9. Prueba de normalidad de Anderson- Darling.	63
Anexo 10. Croquis de los ambientes del área de neonatología.	64

Anexo 11.	Croquis del ambiente de sala de partos.	65
Anexo 12.	Croquis de los ambientes del área de quirófano.	66
Anexo 13.	Ficha de recolección de datos.	67
Anexo 14.	Preparación de materiales y medio de cultivo.	68
Anexo 15.	Áreas de muestreo.	69
Anexo 16.	Toma de datos y muestra	72
Anexo 17.	Procesamiento de muestras	74
Anexo 18.	Géneros de hongos aislados.	76
Anexo 19.	Normativa y estándares europeos y americanos sobre climatización y ventilación en quirófano.	80
Anexo 20.	Autorización para ejecución de la investigación en el Laboratorio Regional de Ayacucho.	81
Anexo 21.	Credencial de autorización para acceder a los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2.	82
Anexo 22.	Informe técnico de verificación del equipo Spin air Basic.	83
Anexo 23.	Informe de resultado de hongos identificados por el INS.	84
Anexo 24.	Matriz de consistencia.	85

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general, determinar la aeromicrobiología en los ambientes neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho "Miguel Ángel Mariscal Llerena" nivel II-2, 2019. Realizado en el Laboratorio de Referencia Regional en Salud Pública Ayacucho, en el área de Micología. Investigación de tipo no experimental de diseño descriptivo transversal correlacional, la toma de muestra se realizó en medio agar Sabouraud más cloranfenicol con el método volumétrico; se usó agar papa dextrosa para el aislamiento e identificación por la técnica de microcultivo. Resultados, en el área de neonatología, los ambientes de unidad de cuidados intermedios y unidad de cuidados intensivos II resultaron con valores de 625,6 UFC/m³ y 672,2 UFC/m³ respectivamente; sala de partos resultó con 733 UFC/m³; y área de quirófano, sala dos, sala cinco y sala cuatro, resultaron con un valor de 578,4 UFC/m³, 679,6 UFC/m³ y 515,6 UFC/m³. Todos los ambientes mencionados se ubicaron en un riesgo de permisibilidad medio, ya que los valores están dentro del rango 500 - 999 UFC/m³; se determinó que no hay correlación significativa de la temperatura y humedad relativa con la concentración de esporas fúngicas ($p > 0,05$) en los ambientes, pero, hay otros factores que influyen en esta concentración, como sistemas de ventilación y flujo del personal. Se concluye que, se logró determinar la aeromicrobiología, la cual estuvo compuesta por 10 géneros: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Curvularia*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Rhodotorula*, *Scedosporium* y *Scopulariopsis*.

Palabras clave: aeromicrobiología; calidad del aire, esporas fúngicas

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema de aeromicología en ambientes hospitalarios; que se puede definir como estudio de partículas de origen fúngico que se encuentran en el aire (Rendueles, 2019). El hongo es un organismo muy diverso que desempeña un papel importante en el ecosistema; pero existen también hongos oportunistas, estos tienen células reproductivas denominadas esporas fúngicas las cuales usan el aire como vehículo para poder diseminarse, y al tener condiciones óptimas se desarrollan pudiendo causar enfermedades en personas (Sobrado *et al.*, 2013; Los Hongos: Impactos y Problemas, Hongos de Altos Vuelos, 2011).

Los hospitales, son establecimientos que brindan atención médica y tienen sistemas y métodos de limpieza para cada uno de los ambientes. Sin embargo, la calidad microbiológica del aire es altamente influenciada por el número de ocupantes, su actividad, la ventilación y la presencia de polvos; puesto que las esporas fúngicas ingresan a los hospitales a través de los sistemas de ventilación o son proyectadas o liberadas por los ocupantes del establecimiento, estos últimos transportan contaminantes del ambiente externo afectando la calidad de aire del ambiente interno. Las superficies pueden servir como sitios de amplificación para el crecimiento de los hongos. Así, cuando se presenta condiciones adecuadas, las esporas utilizan la materia orgánica de dichos ambientes para que puedan propagarse; por ello, los pacientes inmunocomprometidos y las personas que se encuentran dentro del establecimiento tienen riesgo de contraer infecciones invasivas que agravan su salud (Escolar *et al.*, 1998; Barrios, 2012).

Esta realidad no es ajena al Hospital Regional de Ayacucho "Miguel Ángel Mariscal Llerena" nivel II-2; debido a que en los ambientes se observó que la infraestructura no es del todo idónea, hay aglomeración de personas y además

no cuenta con análisis microbiológico de la calidad del aire para evitar infecciones intrahospitalarias. Por ello, la aeromicrología presente en este establecimiento puede presentar un problema, ya que puede ocasionar la proliferación de infecciones por hongos en neonatos, madres, recién nacidos y pacientes que se someten a cirugía. Las esporas y los fragmentos de hongos pueden estar involucrados en causar distintas enfermedades, puesto que contienen alérgenos y micotoxinas que pueden causar enfermedades como: asma, rinitis, neumonía, peritonitis e infección urinaria, desordenes de tipo hormonal (Arenas, 2011); todo esto sumado a factores de riesgo se convierte en un problema, ya que agrava la salud del paciente. Esto es un problema a nivel mundial, nacional y local. Por todo lo mencionado, se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la aeromicrología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Objetivos específicos

1. Determinar el riesgo de permisibilidad de esporas fúngicas en UFC/m³ presente en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.
2. Identificar los géneros de hongos presente en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II - 2, 2019.
3. Relacionar la temperatura y humedad con la concentración de esporas fúngicas en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II - 2, 2019.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Maldonado *et al.* (2014) en México, en el estudio de bioaerosoles y evaluación de calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León Guanajuato; el cual tuvo como objetivo identificar, determinar y caracterizar los propágulos fúngicos y aerobacterias. El hospital uno tuvo concentraciones de hongos de 56 a 184 UFC/m³ la calidad de aire fue calificada como pobre, donde encontraron 15 géneros de hongos. El hospital dos presentó una mayor concentración de propágulos fúngicos de 32 a 442 UFC/m³, donde identificaron 22 géneros de hongos. Concluyen que, los dos hospitales se consideran como contaminados en ciertas áreas, ya que, los niveles de bacterias y propágulos fúngicos estuvieron fuera de los valores aceptables; los hongos que lograron identificar fueron: *Microsporium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Alternaria* y *Cryptococcus*.

Llumiyinga (2015) en Ecuador, en el trabajo de investigación titulado: determinación de la presencia de hongos oportunistas en el aire de los servicios de mayor riesgo de infección nosocomial (UCI, neonatología y quirófano central) en el Hospital San Francisco de Quito; realizó un estudio descriptivo de corte transversal de investigación no experimental, donde resultó que, de 38 muestras estudiadas, 24 resultaron positivas para hongos oportunistas, de las cuales se evidenció la presencia de *Aspergillus* y *Penicillium* en los tres servicios con un 34,21 %. El área de neonatología tuvo mayor presencia de hongos oportunistas con 14 muestras positivas.

Aguirre (2016) en Colombia, en el estudio de la aerobiología de hongos filamentosos en un hospital de cuarto nivel en Bogotá, concluye que tres de las cinco áreas evaluadas: urgencias, salas de cirugía y UCI, tienen una mayor concentración de UFC/cm³ en los sitios de acceso, los cuales se encuentran cerca a áreas de circulación como escaleras y ascensores. En la medición de la

carga microbiana de las áreas, encontraron que dos de las áreas superan la carga microbiana establecida por la ISO 14644 la cual determina como riesgo bajo el hallazgo de hasta 100 UFC/cm³. Estas correspondieron al área de urgencias, que no cuenta con protocolos de protección de ambientes y el sexto piso en la zona de hospitalización de pacientes hematooncológicos, la cual, aunque cuenta con estos protocolos, es posible que no haya una buena adherencia a estos. En las otras áreas, aunque la carga no supera el límite de la norma, si hay puntos de muestreos específicos donde se supera el umbral de la carga clasificada como de bajo riesgo, se encontraron UFC de hongos filamentosos de importancia clínica en todas las áreas como: *Aspergillus* y *Fusarium*.

Abbasi y Samaei, (2018) en Irán, en el estudio el efecto de la temperatura sobre los hongos filamentosos transportados por el aire en el espacio interior y exterior de un hospital; el objetivo de este estudio fue investigar los efectos de tres temperaturas de incubación sobre la densidad y composición de los hongos en el aire en un espacio interior y exterior de un hospital. Los géneros de hongos que lograron identificar fueron 10, de los cuales los más predominantes fueron *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces* y *Aspergillus*. De acuerdo con estos resultados, la media de la densidad de hongos en el aire fue diferente a 15 °C, 25 °C y 37 °C en el espacio interior. La densidad más alta y más baja de hongos se atribuyó a la sala de emergencias y la sala de operaciones a 15 °C, la sala de emergencias y VIP a 25 °C, y la sala de cirugía infantil y la UCIN a 37 °C, la especie predominante a 15 y 25 °C fue *Fusarium*, mientras que no hubo un patrón estable para ellos a 37 °C.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Ecos y Loayza (2014) en Ica, en el estudio de hongos ambientales y su susceptibilidad frente a agentes desinfectantes de las unidades de cuidados intensivos e intermedios del Hospital IV César Augusto Hernández Mendoza; el objetivo de este estudio fue determinar la presencia de hongos ambientales y conocer su susceptibilidad frente a agentes desinfectantes. Los géneros de hongos que lograron identificar fueron 14 y 21 especies de los cuales los más frecuentes fueron *Cladosporium cladosporioides* con 78,9 %, *Alternaria alternata* con 4,7 %; *Rhodotorula sp.* con 3,9 %; *Penicillium chrysogenum* con 1,9%; *Aspergillus flavus* con 1,6 % y *Aspergillus fumigatus* con 1,5 %. Se contabilizó el número de unidades formadoras de colonias por metro cúbico (UFC/m³),

mostrando cifras de 724 UFC/m³ para el área de UCI y 625 UFC/m³ para UCIN ubicándose estas en un nivel alto.

Lázaro (2015) en Tacna, en el estudio de la población bacteriana y micótica en ambientes de área crítica del Hospital Regional Hipólito Unanue, tuvo como objetivo determinar la población bacteriana y micótica contaminante en los ambientes críticos del Hospital Hipólito Unanue. El diseño de estudio fue descriptivo transversal, a través de la técnica de sedimentación; el muestreo se realizó en cada área crítica una vez por semana con cinco repeticiones, exponiendo las placas por 30 minutos. Concluyen que, la población micótica, el más representativo fue *Candida sp.* con 3,5 % (93 UFC), luego *Penicillium sp.* 1,2 % (33 UFC), *Aspergillus sp.* 1 % (26 UFC) y *Rhodotorula sp.* 0,8 % (22 UFC); el nivel de contaminación de la población bacteriana y micótica es alta.

Ccuno (2017) en Puno, en el estudio sobre hongos oportunistas que contaminan el quirófano, sala de partos y neonatología del Hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca, tuvo como objetivo determinar la cantidad máxima y mínima de hongos filamentosos que contaminan los ambientes hospitalarios, así mismo, los factores ambientales de temperatura y humedad relativa que favorecen la presencia de hongos oportunistas. El estudio es de tipo descriptivo transversal, mediante la técnica de sedimentación. Los resultados de temperatura y humedad relativa en quirófano fueron: temperatura 19,4 °C y humedad relativa 35 %. Los resultados en sala de partos fueron: temperatura 20,1 °C y humedad relativa 43 %. Los resultados en neonatología fueron: temperatura 25,4 °C y humedad relativa 35 %. Concluye que, los hongos hallados en el quirófano fueron: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* y *Rhizopus*. En sala de partos y en neonatología los resultados fueron: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Vílchez (2017) en Ayacucho, en el estudio de contaminación fúngica ambiental en las líneas de transporte público urbano, los contaminantes fúngicos se detectaron mediante el método gravimétrico de sedimentación, concluye que los ambientes internos de las líneas de transporte urbano tienen un rango de contaminación que va desde niveles intermedios a altos, en la línea 20 se contaron 1 496 UFC/m³, la línea 2 con 1 176 UFC/m³, línea 14 con 1 040 UFC/m³, línea 10 con 936 UFC/m³, entre las más contaminadas; donde identificó un total de 165 colonias de hongos filamentosos; del cual el 28 % fue el género *Aspergillus*, 27 % *Penicillium*, 18 % *Rhizopus*, 12 % *Alternaria*; por otro lado los

géneros *Cladosporium*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Helmintosporium*, *Paecilomyces* y las levaduras fueron aisladas en menor porcentaje.

Huamán (2018) en Ayacucho, en el estudio de la aeromicología de la infraestructura interna de dos instituciones educativas de nivel Inicial, a través del método de Omeliansky; concluye que la institución educativa El Retablito, presentó una humedad relativa (HR) de 87 % y la temperatura fue de 11 °C, para un valor máximo de carga fúngica de 527 UFC/m³ que está dentro de la categoría de contaminación alta (500-2000), para el mes de agosto la HR fue de 64 % y la temperatura de 18 °C, para un valor máximo de 276 UFC/m³ está dentro en la categoría de contaminación intermedia (100-500). En la institución educativa San Martín de Porres, la HR fue de 70 % y la temperatura de 15 °C para un valor máximo de 477 UFC/m³ se encuentra en la categoría de contaminación intermedia, mientras que para el mes de agosto la humedad relativa fue de 79 % y la temperatura de 17 °C, para un valor máximo de 3564 UFC/m³ que se encuentra en la categoría de contaminación muy alta (>2000). En el mes de agosto la humedad relativa fue de 79% y 17 °C para un valor máximo de 3 565 UFC/m³. Los géneros de hongos que predominaron en ambas instituciones educativas fue *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* y *Alternaria*.

Vásquez (2017) en el estudio de contaminación fúngica aeroambiental de la ciudad de Ayacucho. Tuvo como objetivo principal describir la contaminación fúngica aeroambiental. Tomó las muestras por el método gravimétrico. Concluyen que, de los 7 géneros de hongos ambientales aislados, *Aspergillus* tuvo mayor presencia con 175 UFC (49 %), seguido de *Penicillium* 99 UFC (28 %), *Cladosporium* 28 UFC (9 %), *Alternaria* 20 UFC (5 %), *Geotrichum* 14 UFC (4 %), *Rhizopus* 13 UFC (3 %). Respecto a la contaminación, sus resultados determinaron que la Biblioteca central de la UNSCH presentó alto promedio de contaminación con 960 UFC/m³, el museo de Escuela Profesional de Arqueología y el archivo central de la UNSCH con 560 UFC/m³, también presentaron contaminación alta.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Aeromicología

La aeromicología es la rama de la aerobiología que estudia partículas de origen fúngico en el ambiente aéreo; su dispersión, transporte, cambios en la concentración atmosférica de esporas y propágulos fúngicos, influencia de los factores biológicos ambientales que interaccionan entre ellos y los factores que afectan dichas variaciones (Rendueles, 2019; Kasprzyk, 2008; Ríos, 2011).

2.2.2. Hospital

Un hospital o nosocomio, es el centro de referencia que recibe pacientes cuyos problemas no han podido resolverse en niveles inferiores, cuya misión está encaminada en la recuperación de la salud, en la cual compromete los esfuerzos administrativos, técnicos científicos de investigación bajo responsabilidad de un equipo adecuadamente preparado y seleccionado (Malagón *et al.*, 2008).

2.2.3. Contaminación

La contaminación es la presencia o incorporación al ambiente de agentes físicos, químicos o biológicos, en concentraciones, tales que pueden alterar las condiciones naturales del ambiente, pudiendo ser perjudiciales para la salud, la seguridad y bienestar de la población (González y Alcalá, 2006). Existen diferentes tipos de contaminación, como: el aire, suelo y agua, estos dependen de determinados factores que afectan distintamente a cada ambiente (Bermúdez, 2010).

2.2.4. Aire

Es una mezcla de gases: vapor de agua, partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas cuyo tamaño varía desde unos cuantos nanómetros hasta 0.5 milímetros los cuales en su conjunto envuelven al globo terrestre y varía en el tiempo y espacio (Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud, 2004; Jiménez, 2001).

2.2.5. Contaminación del aire

Es el fenómeno de concentración de contaminantes en el aire en un tiempo específico, como resultado de procesos naturales o actividades humanas (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2012). Existen tres clases de contaminantes: químicos, físicos y biológicos, estos últimos son de mayor interés en el estudio, entre estos están los hongos, bacterias, virus y parásitos; estos pueden tener repercusión sobre la salud humana (Cortés, 2007).

2.2.6. Hongo

Son organismos que se ubican dentro del reino fungi, estos organismos son eucarióticos, heterótrofos, aclorofílicos, que pueden ser unicelulares (levaduras) o pluricelulares (mohos) (Campbell y Reece, 2001).

2.2.7. Esporas fúngicas

Son células reproductivas unicelulares o pluricelulares, generalmente con una pared de resistencia, que almacena materiales de reserva y sirve para la propagación o multiplicación de organismos, las cuales pueden ser móviles o

inmóviles, sexuales (meiosis) o asexuales (mitosis) (Rendueles, 2019; Benadero y Gomis, 2009). Estas se dispersan por dos mecanismos: descargas de esporas activas o dispersión de esporas pasivas (Camargo *et al.*, 2011).

2.2.8. UFC

Unidad formadora de colonia

2.2.9. Método volumétrico

Es el método de muestreo por impacto, donde el equipo muestreador hace pasar un volumen determinado de aire a través de la rejilla, impactándolo sobre un medio de cultivo específico. Posteriormente los microorganismos viables tras ser incubados a una temperatura adecuada se desarrollarán, y finalmente se efectúa el conteo de colonias expresando el resultado en Unidades Formadora de colonia por metro cúbico (UFC/m³) (Macalupú *et al.*, 2017).

2.3. Base teórica

2.3.1. Hongos y su importancia en el ambiente hospitalario

Los hongos tienen gran importancia ecológica debido a su capacidad para descomponer materia orgánica y por su relación simbiótica con las plantas. Si bien es cierto, mucho de estos no representan gran problema para la salud en las personas, existen una minoría de hongos oportunistas filamentosos y levaduriformes como *Aspergillus* y *Cándida* respectivamente, que tienen capacidad patógena para el hombre (Los Hongos: Impactos y Problemas, Hongos de Altos Vuelos, 2011; Campbell y Reece, 2001; Del Palacio y Cuétara, 2009). Los hongos viven en todos los ambientes y hábitats. En los ambientes internos y externos, las partículas más numerosas y diversas son las esporas fúngicas, las cuales son células reproductoras de los hongos que necesitan del medio aéreo para poder dispersarse y diseminarse de un lugar a otro. La supervivencia, reproducción y dispersión de las esporas fúngicas dependen de las condiciones del medio en que se encuentran. La temperatura, la humedad relativa, concentración de iones de hidrógeno, luz, aireación, movimiento de aire y las fuentes de alimento determinan el grado de contaminación en el que se encuentran (Cepero *et al.*, 2012). Las esporas fúngicas al encontrarse en los ambientes hospitalarios, aumentan el riesgo de las personas, pues están expuestas a posibles infecciones a causa de estos hongos. Como sabemos los hospitales tienen niveles y categorías, los cuales nos permiten determinar los tipos de pacientes que queremos proteger. Según la resolución ministerial N° 546 del Ministerio de Salud, el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel

Mariscal Llerena” es de categoría II-2, ya que satisface las necesidades de la población de su ámbito referencial, brindando atención integral ambulatoria y hospitalaria especializada, con énfasis en recuperación y rehabilitación de problemas de salud (MINSA, 2011). Todos los ambientes hospitalarios tienen sistemas y métodos de limpieza adecuados en relación a las necesidades de las distintas zonas, sin embargo, la presencia de esporas fúngicas no es ajena a estos ambientes. La existencia de hongos en áreas de riesgo hospitalario es un problema potencial, y la mayor fuente de contaminación por esporas fúngicas que se encuentra en el interior del hospital, no se origina aquí, si no que proviene básicamente de dos fuentes: el hombre, con grandes variaciones en función de determinadas condiciones (actividad, tipo de ropa, higiene de la piel) y el ambiente que lo rodea (Escolar *et al.*, 1998). Las esporas fúngicas pueden ser depositados sobre las superficies, los materiales o las personas que queremos proteger. Se debe tener en cuenta a los pacientes inmunodeprimidos, particularmente los pacientes con neutropenia profunda y prolongada, porque tienen riesgo de contraer infecciones invasivas por hongos filamentosos. Estas infecciones se adquieren por la inhalación de esporas fúngicas que se encuentran en el ambiente. Ya que, estas pueden permanecer suspendidas en el aire durante largos periodos de tiempo, y si hay obras dentro del hospital o en áreas próximas; incrementa la cantidad de esporas en suspensión, y con ello, el riesgo de adquirir una infección (Barrios, 2012).

2.3.2. Características de los hongos

Poseen núcleo, membrana celular, retículo endoplásmico, mitocondrias y aparato secretor. Se reconocen tres grandes grupos de hongos: los mohos, setas y levaduras (Herrera, 2005). Estos hongos secretan enzimas digestivas, las cuales degradan compuestos orgánicos complejos transformándolos en unidades más pequeñas, que absorben a través de sus membranas celulares; esta forma de nutrición es heterótrofa como en los animales, pero del tipo absorptiva. Se reproducen sexual y asexualmente a través de esporas (Los Hongos: Impactos y Problemas, Hongos de Altos Vuelos, 2011; Hernández *et al.*, 2012).

2.3.3. Morfología, estructura y composición de los hongos

Los hongos presentan una gran variedad de estructuras macroscópicas y microscópicas. La mayoría está formada por finos filamentos microscópicos llamados hifas que se entrelazan en un conjunto generalmente de textura

algodonosa que recibe el nombre de micelio (Cepero *et al.*, 2012; Hernández *et al.*, 2012).

Las hifas pueden poseer septos o carecer de ellos, estos son tabiques transversales que la dividen en compartimientos o células, determinando así dos tipos de hifas: hifas cenocíticas, son aquellas que no presentan septos, es decir el protoplasma de la hifa es continuo, e hifas septadas; son aquellas que presentan septos, en este caso el protoplasma de la hifa está interrumpido, estos septos actúan como sostén, haciendo que las hifas septadas resistan mejor la desecación (Lurá *et al.*, 1997).

El micelio crece sin alcanzar la formación de tejidos verdaderos, puede durar algunos años y cuándo las condiciones ambientales son óptimas, se generan las estructuras especializadas para la reproducción. Estas estructuras (denominadas cuerpos fructíferos) son las portadoras de esporas (Hernández *et al.*, 2012).

Los hongos están constituidos fundamentalmente por agua, hidratos de carbono, lípidos y proteínas, los cuales varían en calidad y cantidad según el tipo de célula fúngica de que se trate (Lurá *et al.*, 1997). Sus paredes celulares están constituidas por quitina en lugar de celulosa y presentan como sustancia de reserva glucógeno (Hernández *et al.*, 2012).

2.3.4. Reproducción

Es un proceso biológico que tiene como fin, formar nuevos individuos que conserven las características de la especie, los hongos presentan dos tipos de reproducción: sexual y asexual. En los hongos estas fases de reproducción tienen nombres diferentes en el caso de reproducción sexual se le denomina teleomorfo, mientras que la asexual se conoce como anamorfo (Cepero *et al.*, 2012). 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. (Arenas, 2011).

Los hongos que tienen reproducción asexuada, imperfecta o Deuteromycetos se les denomina hongos mitospóricos, es decir, que se reproducen por mitosis, debido a que solo realizan procesos mitóticos de división nuclear. La reproducción se da a partir de un micelio reproductor sin fusión de los núcleos; este tipo de reproducción asegura su diseminación en la naturaleza (Bonifaz, 2012).

Los hongos sexuados o perfectos, se les nombra meiospóricos porque se reproducen por meiosis, esta se da por la unión de dos núcleos. Para la

reproducción sexual participan hifas heterotalias o autoestériles, debido a que requieren de dos talos compatibles y homotéticas o autofértiles, en el primer caso, las hifas son diferentes (+/-; AA; aα), esto se da en la formación de las Zigosporas de *Rhizopus*; en los homotáticos, se unen hifas del mismo tipo, pero con núcleos diferentes. En este proceso los hongos liberan feromonas que posibilitan el proceso de quimioatracción, tales como el anteridiol (oogoniol), sirenina, parisina y ácido tricospórico. Las esporas sexuales son: ascosporas (Ascomycetos), basidiosporas (Basidiomycetes), zigosporas (Zygomycetes); esta reproducción se relaciona con cambios evolutivos y adaptativos para sobrevivir a modificaciones del medio que lo rodea (Arenas, 2011; Bonifaz, 2012).

2.3.5. Clasificación de los hongos

La clasificación de los hongos está basada principalmente en las características estructurales (Herrera, 2005), modos de formación de las esporas asexuales, estructura y formación de los cuerpos fructíferos sexuales durante su ciclo biológico (Albornoz, 2014).

Tabla 1. Clasificación de los hongos. (Albornoz, 2014)

División	Nombre común	Estructuras reproductoras	Habitad	Principales representantes
Chytridiomycetes	Hongos primitivos	Esporas sexuales: Zoosporas	Materia orgánica viva o en descomposición, ambientes acuáticos	<i>Allomyces</i>
Zigomicetes	Moho del pan	Esporas sexuales: Zigosporas Esporas asexuales: esporangios	Suelo y materia orgánica vegetal en descomposición	<i>Rizopus nigricans</i>
Ascomycetes	Hongos	Esporas sexuales: ascosporas Esporas asexuales: conidias	Suelo y materia orgánica vegetal en descomposición	<i>Sacharomyces cerevisiae</i>
Basidiomicetes	Setas	Esporas sexuales: Basidiosporas Esporas asexuales: oidios o artrosporas	Suelo y materia orgánica vegetal en descomposición	<i>Amanita pleurotus</i> , <i>Agaricus campestris</i>
Deuteromicetes	Hongos imperfectos	Esporas asexuales: microconidio y macroconidio	Suelo y materia orgánica	<i>Candida albicans</i> , <i>Paracoccidioides brasiliensis</i>

2.3.6. Hongos ambientales y su patogenicidad

Alternaria

La mayoría de las especies son cosmopolita, comúnmente aislado de plantas, suelo, alimentos y aire interior (Doctor Fungus, n.d.). Las colonias presentan textura aterciopelada a lanosa; su superficie es de color gris a marrón-oliváceo y

el reverso es marrón a negro. Los conidióforos son de color marrón, ramificados, simpodiales y porógenos. Los dictioconidios maduros son de color marrón, arreglados en cadenas acrópetas, obclavados, subesféricos a elipsoides, con una célula apical más o menos elongada, algunas especies pueden presentar conidios con ápices redondeados. La producción de pigmentos similares a la melanina es una de sus principales características (Cepero *et al.*, 2012; Doctor Fungus, n.d.).

Han surgido como patógenos oportunistas, es común en infecciones humanas, especialmente en personas con inmunosupresión, la colonización puede desarrollar una enfermedad invasiva el cual terminaría agravando la salud del paciente. En pacientes inmunocompetentes, coloniza los senos paranasales, dando lugar a una sinusitis hipertrófica crónica (Vernewald *et al.*, 1999). Así también, es causante de feofomicosis, onicomycosis, sinusitis, infecciones cutáneas ulceradas y queratitis, así como infecciones viscerales y osteomielitis (Anaissie *et al.*, 1989; Garau *et al.*, 1977; Manning *et al.*, 1991; Schell, 2000).

Aspergillus

Este género es anamórfico, filamentoso, cosmopolita y ubicuo que se encuentra en la naturaleza, se caracterizan por presentar conidióforos no ramificados, sin septos, lisos o rugosos, hialinos o pigmentados, con una célula pie en la base y un estípote de longitud variable que termina en un ensanchamiento de diferentes formas llamado vesícula. De la vesícula se originan las fiálides, en el grupo de los uniseriados, o las métulas y de éstas las fiálides en el de los biseriados. Los conidios son unicelulares, lisos o rugosos, hialinos y en algunas especies pigmentadas (Bonifaz, 2012).

Debido a que los conidios se encuentran en el ambiente, la principal vía de ingreso es la respiratoria; sin embargo, pueden introducirse por traumatismos cutáneos. La infección inicia con el contacto del hongo y el individuo que, dependiendo de sus factores de predisposición, como: desnutrición, tuberculosis, absceso hepático amebiano, alcoholismo crónico, carcinomas pulmonares; o en pacientes inmunocomprometidos por linfomas, leucemias, trasplante de órganos, VIH-SIDA y corticoterapia. Y paciente con neutropenia. Pueden causar ciertas complicaciones en los pacientes (Bonifaz, 2012). Presentando cuadros clínicos, como: Aspergilosis pulmonar, Aspergilosis alérgica, Saprofitación pulmonar (aspergilomas), infección pulmonar invasiva, Aspergilosis diseminada, Aspergilosis cutánea, Úlceras necróticas, Onicomycosis, Micetoma, Saprofitación en pacientes quemados (Bonifaz, 2012).

Scedosporium

Los hongos de este género son cosmopolitas. Las colonias de crecimiento rápido y textura algodonosa; son de color blanco y con el tiempo la superficie se torna grisácea a marrón, el reverso es pálido u oscuro con zonas negruzcas. El micelio es septado y hialino. Los conidióforos, que son anélicos, nacen directamente en el micelio y su observación microscópica conidióforos, que pueden ser simples o ramificados, son poco diferenciados de las hifas. Los conidios son unicelulares, al principio hialinos y al madurar de color marrón pálido, la forma es obovoide y la base es truncada, se ven solos o en pequeños grupos (Bonifaz, 2012).

Causan lesiones cutáneas, queratitis, onicomicosis, sinusitis e infecciones pulmonares (Doctor Fungus, n.d.).

Rhizopus

Este género se encuentra principalmente en el suelo, plantas y frutas. Sin embargo, también se han aislado como microbiota habitual y transitoria del organismo humano se han aislado de piel, tracto respiratorio, gastrointestinal y urinario (Bonifaz, 2012). Presentan crecimiento rápido, son algodonosos, al principio de color blanco, luego se vuelven grises o amarillo, presentan estolones y rizoides muy pigmentados, tienen micelio ancho cenocítico y se caracterizan por tener rizoides bien desarrollados en la base de los esporangióforos en los extremos de los estolones (nodos). De los esporangióforos nacen los esporangios que son generalmente globosos con apófisis y columela muy marcados; después de la rotura, la apófisis y la columela se colapsan en forma de sombrilla o sombrero chino; las esporangiospóras son globosas u ovoides, hialinas o de color café (marrón) (Arenas, 2011).

Se encuentran entre los hongos que causan el grupo de infecciones denominadas zigomicosis. Presentan cuadros clínicos, como: rinocerebral, pulmonar, gastrointestinal, cutánea, diseminada (Bonifaz, 2012).

La infección inicia con el contacto del hongo y el individuo que, dependiendo de sus factores de predisposición, como: trasplante de órganos, diabetes mellitus, sobre todo en estados descompensados; enfermedades hematológicas, pacientes que presentan neutropenia, leucemias y linfomas; enfermedades crónicas como prematurez, desnutrición y colitis amebiana; algunos casos en pacientes con VIH/SIDA (Bonifaz, 2012).

Rhodotorula

Es una levadura que se encuentra en el aire, suelo, lagos, el agua del océano y los productos lácteos. Son contaminantes normales y en ocasiones parte de la flora normal de piel y mucosas (Bonifaz, 2012). Posee basidisporadas y microsporas capsuladas; es mucoide con pigmento carotenoide que le confiere color rojo-anaranjado. Al microscopio se observan levaduras ovoides o esféricas. Utilizan diferentes azúcares, pero no los fermentan (Arenas, 2011).

Rara vez se aíslan como agentes causantes de micosis oportunistas, se han aislado en soluciones de hospitales, esputo, piel y hemocultivos de pacientes inmunosuprimidos, como los pacientes con sida o leucemia aguda. Puede causar enfermedad de pulmones, meningitis, ventriculitis, peritonitis, endoftalmítis, infecciones por catéter venoso central, fungemia, endocarditis, sepsis, sistema nervioso central (Arenas, 2011).

2.3.7. Toxicidad de hongos

Las toxinas son metabolitos secundarios producidos por hongos. Estas son producidas durante el proceso de degradación de materia orgánica como mecanismo de defensa frente a otros microorganismos (Constans *et al.*, 2008). Los cuales dependiendo de la especie generan micotoxinas teniendo efecto en la salud del hombre y de los animales (Santillán *et al.*, 2017).

Tabla 2. Contaminantes biológicos y enfermedades de mayor frecuencia. (Santillán *et al.*, 2017)

Especie	Micotoxina	Efecto
<i>Aspergillus spp.</i>	Aflatoxinas	Carcinogénico y teratogénico
	Tricotecenos	Hepatotóxico
		Inhibición de síntesis de proteínas
<i>Fusarium spp.</i>	Fumonisinias	Hepatotóxico y nefrotóxico
		Estrogénico
	Zearalenona	Citotóxico
	Beuvericina	Nefrotóxico
<i>Aspergillus spp.</i>		Hepatotóxico
<i>Petromyces alliaceus</i>	Ocratoxina	Carcinogénico
<i>Penicillium verrucosum</i>		
<i>Aspergillus clavatus</i>	Citocalesina E	Inhibe la polimerización de actina
<i>Rosellina necatrix</i>		
<i>Penicillium expansum</i>	Patulina	Citotóxico
<i>Claviceps purpurea</i>	Ácido tenuazónico	Depresor de Sistema Nervioso Central
<i>Alternaria spp.</i>	Fomopsina	Hematóxico
<i>Phomopsis leptostromiformis</i>	Esporidesmina	Hepatotóxico
<i>Pithomyces chartarum</i>	Satraloxina	Inhibe la síntesis de proteínas
<i>Monascus ruber</i>	Citrinina	Nefrotóxico

2.3.8. Factores de crecimiento de hongos

Temperatura

La temperatura es un factor importante, ya que influye directamente en la tasa metabólica (Cepero *et al.*, 2012), específicamente en la actividad enzimática y, por ende, en la síntesis de vitaminas, aminoácidos y otros metabolitos, los cuales son fundamentales para el crecimiento; de acuerdo a la temperatura que requieran para poder desarrollarse se dividen en tres grupos: psicrófilos, mesófilos y termófilos. Los hongos psicrófilos crecen a un rango de temperatura de 0 a 17 °C, aunque algunos pueden crecer a temperaturas inferiores a 0 °C; la mayoría de los hongos son mesófilos y su rango de temperatura es entre 10 y 35 °C y los hongos termófilos, tienen un rango de temperatura de 20 a 60 °C. Para este estudio es importante tener en cuenta si la temperatura ambiente oscila entre 20 a 30 °C pues permite el desarrollo de casi todos los hongos, en especial de los parásitos superficiales; para los parásitos de mucosas y órganos profundos la temperatura óptima es de 30 a 37 °C (Arenas, 2011).

Humedad

La humedad es importante para los hongos, puesto que requieren de cierta cantidad de agua para permitir la entrada de los nutrientes a la célula y liberar enzimas al medio que lo rodea, debido a que estas se encargan de degradar los compuestos. El agua también es importante para el mantenimiento del citoplasma y además la usa como fuente de hidrógeno y oxígeno. Por ello, para que un hongo pueda desarrollarse necesita por lo menos 70 % de humedad relativa en el ambiente. Sin embargo, cada hongo tiene potencial mínimo, máximo y óptimo para su crecimiento y para la germinación de esporas (Cepero *et al.*, 2012).

2.4. Base legal

1. El Artículo 2° inciso 22 de la Constitución Política del Perú, establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. De igual forma, el Artículo 67° señala que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.
2. La ley General del Ambiente, Ley N° 28611, establece en el Art. 118 la Protección de la calidad del aire (Ministerio del Ambiente, 2014).
3. El Decreto Supremo N° 074-2001-PCM en su artículo 12 señala que, el monitoreo de la calidad del aire y la evaluación de los resultados en el

ámbito nacional es una actividad de carácter permanente, a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), quien podrá encargar a instituciones públicas o privadas dichas labores.

4. La evaluación de la calidad del aire, se basó en los estándares establecidos por el Instituto Nacional de Salud (INS)
5. Normativa Internacional.
 - La Norma para calidad del aire interior y su impacto en el hombre. OMS (Organización Mundial de la Salud), UNE-EN-ISO-14698-1.
 - EN-ISO 14644-1:2000, Salas limpias y locales controlados.
 - UNE 100713 AENOR: Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo se realizó en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, y en Laboratorio de Referencia Regional en Salud Pública, en el Área de Micología.

3.1.1. Ubicación geográfica

El distrito de Ayacucho se encuentra ubicado en la Región Sur Central de los Andes, entre las coordenadas: Latitud Sur 13°09'26" y Longitud Oeste 74°13'22", coordenadas UTM Norte: 8527725.00 y Este: 583013.00 del Meridiano de Greenwich; a una altitud de 2,746 m.s.n.m. Número de provincias: 11. Número de distritos: 119 (Consortio Hospital Ayacucho, 2013).

3.1.2. Ubicación del Hospital

El Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, está ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho; en la Av. Independencia 355 – Ayacucho.

3.1.3. Ubicación del Laboratorio

El Laboratorio de Referencia Regional en Salud Pública. Está ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia huamanga y departamento de Ayacucho; en la Urbanización Mariscal Cáceres Mz. “L” Lote 1 y 2, en la provincia de Huamanga.

3.2. Tipo de investigación

No experimental

3.3. Diseño de investigación

Descriptivo - transversal - correlacional

3.4. Población

Aeromicota presente en todos los ambientes del Hospital Regional “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2.

3.4.1. Criterios de inclusión

Ambientes considerados por presencia de pacientes en riesgo de contaminación:

- Ambientes en el que realizan operaciones quirúrgicas que exponen al paciente a adquirir una infección debido a la exposición de los órganos internos al ambiente.
- Sala de partos, ambiente donde ocurre el alumbramiento, que ponen en riesgo al neonato o a la madre de adquirir una infección.
- Neonatología, ambientes donde se recibe a los neonatos que requieren de atención especial y que tengan algún riesgo, los cuales comprometen al neonato a adquirir una infección.

3.4.2. Criterios de exclusión

Ambientes donde no se realizan operaciones, partos o no se recepcionen neonatos que requieren de atención especial.

3.5. Muestra

Estuvo conformado por las esporas fúngicas presente en los ambientes hospitalarios; quirófano: sala uno, sala dos, cirugías ginecológicas, sala cuatro, cirugías menores, cirugías oftalmológicas; sala de partos y neonatología: unidad de cuidados intermedios, unidad de cuidados intensivos I, unidad de cuidados intensivos II e infectados; siendo 11 ambientes en total.

3.6. Selección del área de muestreo

Las áreas de muestreo se eligieron por conveniencia, no probabilístico.

3.7. Periodo de muestreo

Los muestreos se hicieron desde la última semana del mes de noviembre al mes de diciembre del 2019, siendo cinco repeticiones en cada ambiente, los muestreos se hicieron una vez por semana, es decir, se hizo la toma de muestra de dos ambientes por día y en el quinto día tres ambientes. (Anexo 2)

3.8. Procedimiento de recolección de datos

3.8.1. Solicitud de autorización

Se solicitó autorización al Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, para realizar la investigación.

3.8.2. Caracterización de los ambientes hospitalarios

En la caracterización de los ambientes hospitalarios se tuvo en cuenta el área de cada ambiente, el entorno físico y flujo del personal. Esto con el fin de tener una mejor percepción sobre los riesgos al que están expuestos los pacientes y el personal que labora en dicho espacio (Macalupú *et al.*, 2017).

3.8.3. Toma de muestra

Se realizó en horas de la mañana después de la limpieza de los ambientes, y con el ambiente en reposo, se evitó el ingreso del personal durante el tiempo de muestreo.

La toma de muestra se realizó con los respectivos elementos de bioseguridad como: guantes, tapabocas, gorro, mandil y botas.

3.8.4. Determinación de temperatura y humedad

Los datos de temperatura y humedad se tomaron de manera simultánea en cada uno de los puntos de muestreo seleccionados con un higrotermómetro, este equipo midió la temperatura en grados centígrados (°C) y la humedad relativa en porcentaje (%). Todos los datos obtenidos dentro del periodo de muestreo se procesaron y fueron tabulados para su interpretación (Macalupú *et al.*, 2017).

3.8.5. Puntos de toma de muestra

- Entorno al paciente, mesa quirúrgica, a nivel de la cama, estantería, punto bajo la campana. Todos estos de manera equidistante (Macalupú *et al.*, 2017).

3.8.6. Muestreo ambiental (Método volumétrico para la determinación de esporas fúngicas en UFC/m³ en un ambiente interno)

a) Cálculo del área y número de tomas de muestra por ambiente a evaluar

- El área (A) se obtuvo multiplicando el largo (l) x ancho (w) de los ambientes a evaluar. (ver Anexo 1)

$$A = l \times w$$

- El número de tomas de muestra por ambiente a evaluar (N) se obtuvo realizando la raíz cuadrada de A (Macalupú *et al.*, 2017). (ver Anexo 1)

$$N = \sqrt{A}$$

b) Procedimiento de toma de muestras mediante el método volumétrico para la determinación de esporas fúngicas en UFC/m³ en un ambiente interno

- Se estableció el valor de N, número de muestras por ambiente, este número corresponde a los puntos donde se colocó el equipo Spin air Basic. Estos puntos fueron equidistantes y se ubicaron en el croquis del espacio a evaluar.
- Por cada toma de muestra se utilizó una placa Petri con agar Sabouraud glucosado más cloranfenicol previamente codificado, la cual se colocó en el cono colector del equipo Spin air Basic.

- Cada toma de muestra se realizó en un lapso de un minuto, tiempo en el cual no se permaneció en el ambiente. Cuyo lapso se aprovechó para anotar datos y características del ambiente. (ver Anexo 13)
- Terminado el minuto se volvió a ingresar al ambiente y se retiró con mucho cuidado la placa Petri, se selló con parafilm y se colocó en la bolsa Ziploc estéril.
- Luego se colocó la bolsa Ziploc con la muestra dentro de un cooler para su posterior transporte al laboratorio.
- Para una nueva toma de muestra, el equipo Spin air Basic se desinfectó con algodón embebido con alcohol al 70 %, antes de colocar una nueva placa Petri con el medio de cultivo en el cono colector del equipo (Macalupú *et al.*, 2017).

1. Incubación de placas

- Las placas se incubaron a temperatura ambiente (21 a 25 °C) durante cinco días.
- El conteo de unidades formadoras de colonias se realizó el día dos, día tres, día cuatro y día cinco de la incubación. Cuyos datos fueron anotados en la ficha (Macalupú *et al.*, 2017). (Anexo 12)

2. Criterio de aceptación o rechazo

• Aceptación

Deberá cumplir:

Toma de muestra en lapsos de un minuto cada uno, para permitir la estabilidad del medio de cultivo.

No permanecer en la habitación durante la toma de muestra.

• Rechazo

Si no cumple con los criterios de aceptación referido se rechaza la muestra.

En caso de que no haya crecimiento en una placa Petri y en otro sí (Macalupú *et al.*, 2017).

3. En caso no se cumpla con los criterios del control

- Se repetirá el método de ensayo (Macalupú *et al.*, 2017).

4. Resultados

- Se hizo lectura directa del número de unidades formadoras de colonias que fueron contadas en la placa Petri, está relacionado al número de esporas fúngicas por metro cúbico de la muestra de aire tomada (Macalupú *et al.*, 2017).

5. Interpretación de resultados

- Se sumó el total de UFC/m³ de todas las placas Petri utilizadas para evaluar un ambiente interno.
- Para la interpretación de los resultados, de esta suma se estimaron cuatro niveles de riesgo de permisibilidad de UFC/m³ del ambiente interno evaluado (Macalupú *et al.*, 2017).

Tabla 3. Riesgo de permisibilidad de esporas fúngicas en UFC/m³ en un ambiente interno. (Macalupú *et al.*, 2017)

UFC/m ³	Riesgo de permisibilidad
0	Indetectable
1-499	Bajo
500-999	Medio
Mayor o igual a 1 000	Alto

3.9. Aislamiento e identificación de hongos

3.9.1. Aislamiento de colonias

- Se observó cada una de las placas muestreadas y se marcó las colonias de interés.
- Se flameó el asa de Kolle en gancho, se tomó la colonia de interés y se trasladó a frascos de vidrio con Agar Sabouraud glucosado más cloranfenicol, colocándola al centro del medio.
- Se incubaron las placas de cinco a siete días a una temperatura ambiente de 21 a 25°C (Mier *et al.*, 2002).

Observación macroscópica

- La observación macroscópica de las colonias se realizó después de cinco a siete días de incubación.
- Se anotó las observaciones de las especies como: aspecto de la colonia, pigmentación de la colonia.
- Se observó las características de la colonia y se describió lo siguiente: textura, forma y grosor, pigmentación, bordes, tamaño y tasa de crecimiento (Porres y Ruiz, 2018).

3.9.2. Microcultivo

- Se tomó una placa conteniendo agar papa dextrosa y se cortó en cuadritos de un cm² con el bisturí caliente.
- Se tomó un cuadrito del medio de cultivo con la pinza previamente flameada, y se colocó encima del portaobjetos que se encuentra dentro de la placa Petri estéril.

- A partir del aislamiento de la colonia de interés, se tomó una asada y se colocó en los extremos del cuadrado de agar sin dañarlo.
- Se colocó la laminilla previamente flameada sobre el cuadro del medio de cultivo sembrado.
- Se agregó entre 5 a 10 mL de agua destilada sobre el papel absorbente, sin humedecer el montaje de la lámina.
- Se incubó a 25 °C por cinco o siete días (Cepero *et al.*, 2012).

Coloración y montaje

- Se adicionó una gota de azul de lactofenol sobre un portaobjetos limpio.
- Con ayuda de una pinza se quitó la lámina y se colocó sobre el portaobjetos limpio con la cara inferior hacia arriba (Mier *et al.*, 2002).
- Se presionó suavemente para eliminar las burbujas de aire.
- Se limpió el exceso de líquido con un algodón humedecido con alcohol.
- Se selló los bordes de la laminilla con varias capas de esmalte de uñas transparente.

Observación microscópica

- Se observó al microscopio con objetivos de 10X, 40X y 100X para hacer la respectiva identificación con claves taxonómicas (Mier *et al.*, 2002).

Identificación de cepas

- Se usó de la clave taxonómica empleada por Carrillo (Carrillo, 2008).
- Las cepas identificadas se enviaron al Instituto Nacional de Salud (INS) para corroborar los géneros de hongos. (ver Anexo 23)

3.10. Análisis estadístico

Una vez obtenido los datos de UFC/ m³, temperatura, humedad relativa y géneros de hongos aislados. Para los cálculos se utilizó el programa estadístico Microsoft Excel 2019.

El análisis de correlación de los factores ambientales con el número de UFC/m³ se realizó con la prueba de Spearman para lo cual se empleó el programa estadístico Minitab 2019.

IV. RESULTADOS

Tabla 4. Recuento total de esporas fúngicas en UFC/m³ en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios, unidad de cuidados intensivos I, unidad de cuidados intensivos II e infectados, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Ambientes	N° de placas	Neonatología					Riesgo de permisibilidad
		N° de UFC/m ³					
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	
N ₁	1	294	110	231	108	103	Medio
	2	273	99	98	103	108	
	3	251	100	235	199	98	
	4	184	106	228	99	101	
	Total	1002	415	792	509	410	
N ₂	1	88	89	198	102	77	Bajo
	2	85	95	206	115	80	
	3	103	91	178	110	96	
	4	78	97	177	100	105	
	Total	354	372	759	427	358	
N ₃	1	109	67	133	173	102	Medio
	2	102	74	118	152	81	
	3	106	64	113	189	90	
	4	99	99	106	199	95	
	5	110	65	124	180	90	
	6	103	76	118	135	89	
Total	629	445	712	1028	547	$\bar{x} = 672,2$	
N ₄	1	80	64	106	136	93	Bajo
	2	113	53	104	140	92	
	3	90	55	110	110	76	
	Total	283	172	320	386	261	

Nota: Esta tabla muestra el promedio del número de unidades formadoras de colonias en cada uno de los ambientes del área de neonatología durante 5 semanas.

N₁: Unidad de cuidados intermedios

N₂: Unidad de cuidados intensivos I

N₃: Unidad de cuidados intensivos II

N₄: Infectados

Sem: Semana

\bar{x} : Promedio

Tabla 5. Recuento total de esporas fúngicas en UFC/m³ en sala de partos, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Ambientes	N° de placas	Ginecología					Riesgo de permisibilidad
		N° de UFC/m ³					
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	
S ₁	1	129	105	101	340	93	Medio
	2	127	117	80	332	87	
	3	111	101	126	319	85	
	4	106	112	64	329	98	
	5	101	128	72	316	86	
	Total		574	563	443	1636	449

Nota: Esta tabla muestra el promedio del número de unidades formadoras de colonias en sala de partos durante 5 semanas.

S₁: Sala de partos

Sem: Semana

\bar{x} : Promedio

Tabla 6. Recuento total de esporas fúngicas en UFC/m³ en los ambientes de quirófano: sala uno, sala dos, cirugías menores (sala tres), sala cuatro, emergencias ginecológicas (sala cinco), cirugías oftalmológicas (sala seis), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Ambientes	N° de placas	Quirófano N° de UFC/m ³					Riesgo de permisibilidad
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	
Q ₁	1	72	119	75	60	151	Bajo
	2	62	106	54	49	135	
	3	71	109	67	64	110	
	4	62	56	55	52	148	
	5	69	116	71	53	129	
	Total	336	506	322	278	673	$\bar{x} = 423$
Q ₂	1	163	128	111	98	90	Medio
	2	199	97	90	88	100	
	3	237	110	87	102	72	
	4	254	103	97	72	65	
	5	176	118	76	64	95	
	Total	1029	556	461	424	422	$\bar{x} = 578,4$
Q ₃	1	50	86	138	98	130	Bajo
	2	38	109	126	105	121	
	3	35	92	120	98	107	
	4	44	90	112	78	117	
	5	49	98	111	85	107	
	Total	1528	325	854	437	254	$\bar{x} = 468,8$
Q ₄	1	66	103	142	167	99	Medio
	2	58	93	127	155	89	
	3	49	96	114	148	93	
	4	45	93	121	171	103	
	5	33	90	108	138	77	
	Total	251	475	612	779	461	$\bar{x} = 515,6$
Q ₅	1	370	99	210	109	84	Medio
	2	342	69	260	120	54	
	3	426	78	198	108	56	
	4	390	79	186	100	60	
	Total	1528	325	854	437	254	
	Q ₆	1	59	43	118	110	81
2		65	81	126	115	89	
3		75	53	100	118	86	
4		75	73	112	112	78	
5		101	65	108	102	99	
Total		375	315	564	557	433	$\bar{x} = 448,8$

Nota: Esta tabla muestra el promedio del número de unidades formadoras de colonias en cada uno de los ambientes del área de quirófano durante 5 semanas.

Q₁: Sala uno

Q₂: Sala dos

Q₃: Cirugías menores (sala tres)

Q₄: Sala cuatro

Q₅: Emergencias ginecológicas (sala cinco)

Q₆: Cirugías oftalmológicas (sala seis)

Sem: Semana

\bar{x} : Promedio del total

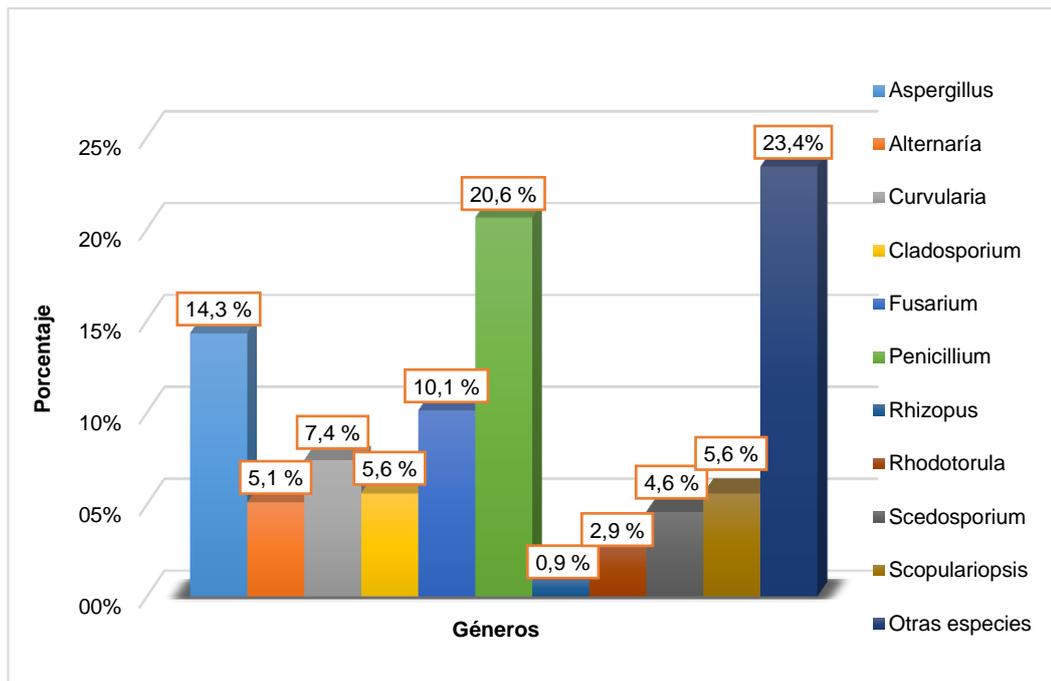


Figura 1. Géneros de hongos identificados y el porcentaje de frecuencia en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios, unidad de cuidados intensivos I, unidad de cuidados intensivos II e infectados en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

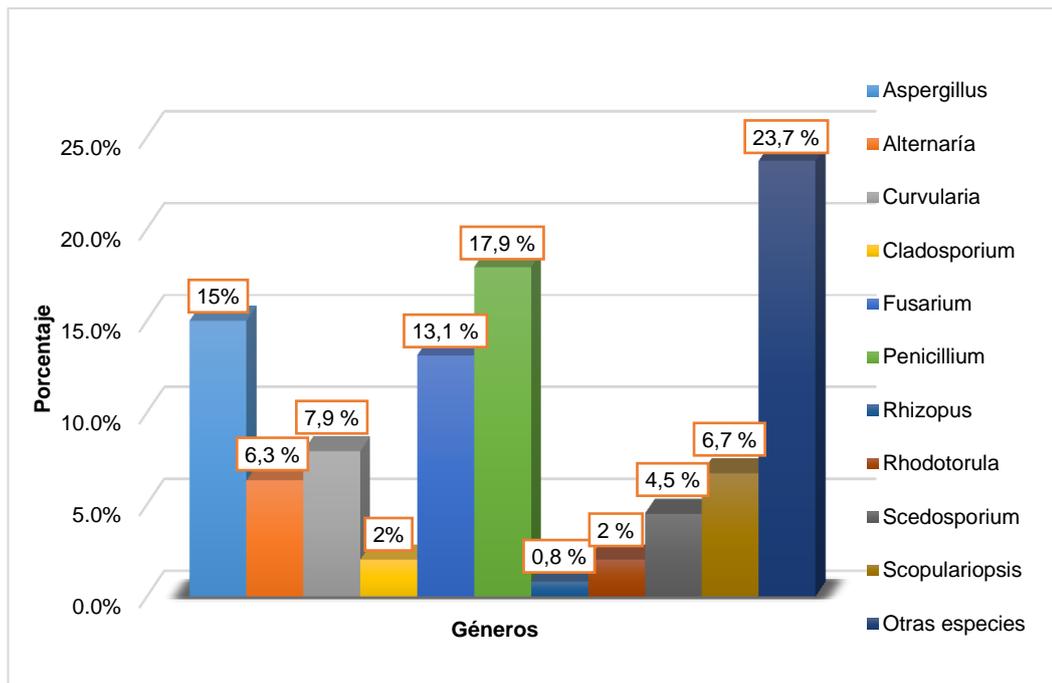


Figura 2. Géneros de hongos identificados y el porcentaje de frecuencia en el ambiente de sala de partos, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

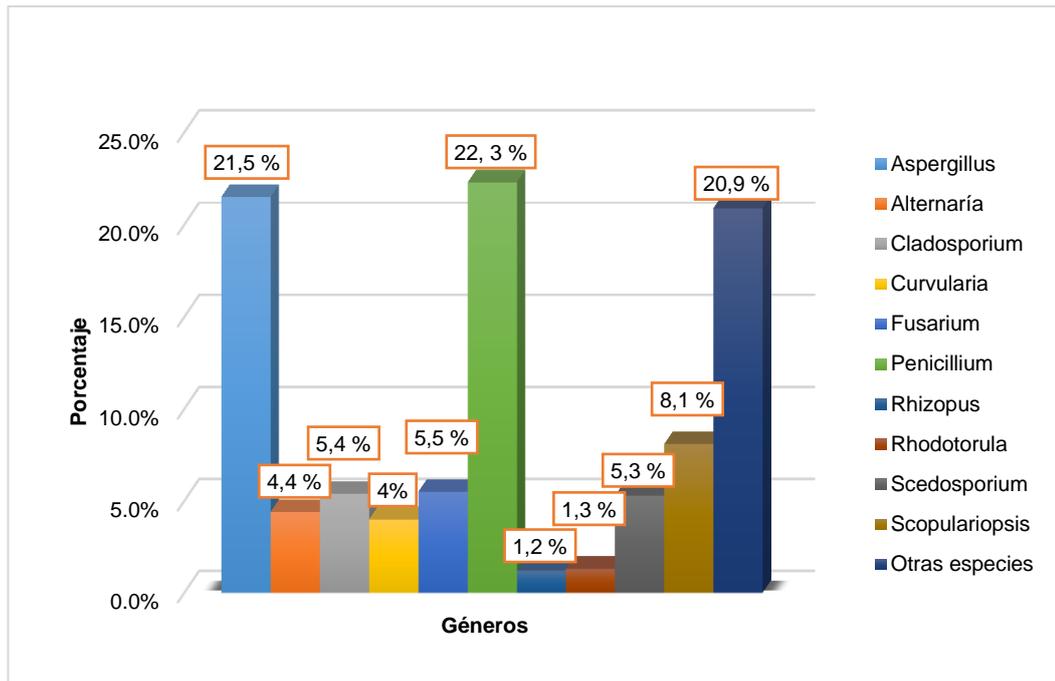


Figura 3. Géneros de hongos identificados y el porcentaje de frecuencia en los ambientes de quirófano: sala uno, sala dos, cirugías menores (sala tres), sala cuatro, emergencias ginecológicas (sala cinco), cirugías oftalmológicas (sala seis), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Tabla 7. Análisis de correlación de Spearman.

Áreas	Ambientes	Factores ambientales	Coefficiente de correlación de Spearman	P valor
Neonatología	N ₁	T(°C) con UFC/m ³	0,462	0,434
		HR (%) con UFC/m ³	-0,500	0,391
	N ₂	T(°C) con UFC	-0,100	0,873
		HR (%) con UFC/m ³	0,718	0,172
	N ₃	T(°C) con UFC/m ³	-0,200	0,747
		HR (%) con UFC/m ³	0,154	0,805
	N ₄	T(°C) con UFC/m ³	-0,500	0,391
		HR (%) con UFC/m ³	0,600	0,285
Ginecología	S ₁	T(°C) con UFC/m ³	0,500	0,391
		HR (%) con UFC/m ³	0,112	0,858
Quirófano	Q ₁	T(°C) con UFC/m ³	-0,200	0,747
		HR (%) con UFC/m ³	-0,100	0,873
	Q ₂	T(°C) con UFC/m ³	-0,205	0,741
		HR (%) con UFC/m ³	-0,100	0,873
	Q ₃	T(°C) con UFC/m ³	-0,100	0,873
		HR (%) con UFC/m ³	-0,700	0,188
	Q ₄	T(°C) con UFC/m ³	-0,500	0,391
		HR (%) con UFC/m ³	0,300	0,624
	Q ₅	T(°C) con UFC/m ³	-0,821	0,089
		HR (%) con UFC/m ³	1,000	0,000
	Q ₆	T(°C) con UFC/m ³	0,300	0,624
		HR (%) con UFC/m ³	0,100	0,873

Nota: Esta tabla muestra la correlación de la temperatura y humedad con la UFC para cada uno de los ambientes.

N₁: Unidad de cuidados intermedios

N₂: Unidad de cuidados intensivos I

N₃: Unidad de cuidados intensivos II

N₄: Infectados

S₁: Sala de partos

Q₁: Sala uno

Q₂: Sala dos

Q₃: Cirugías menores (sala tres)

Q₄: Sala cuatro

Q₅: Emergencias ginecológicas (sala cinco)

Q₆: Cirugías oftalmología (sala seis)

T (°C): Temperatura en grados centígrados

HR (%): Humedad relativa en porcentajes

UFC/m³: Unidad formadora de colonias por metro cúbico

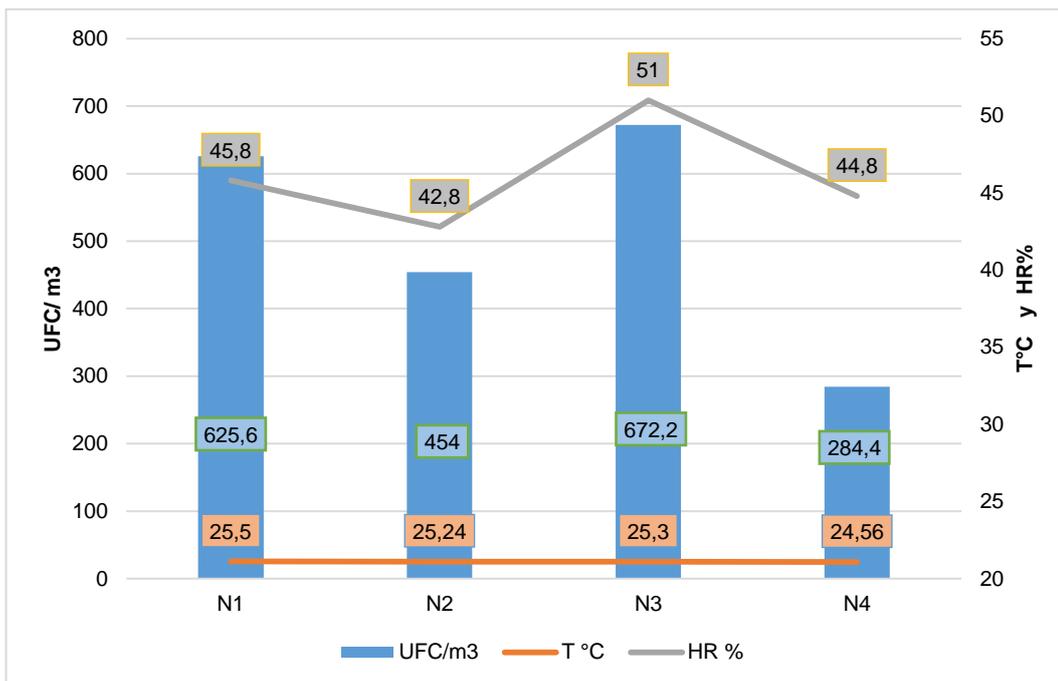


Figura 4. Temperatura, humedad y concentración de esporas fúngicas, en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios (N1), unidad de cuidados intensivos I (N2), unidad de cuidados intensivos II (N3) e infectados (N4) en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

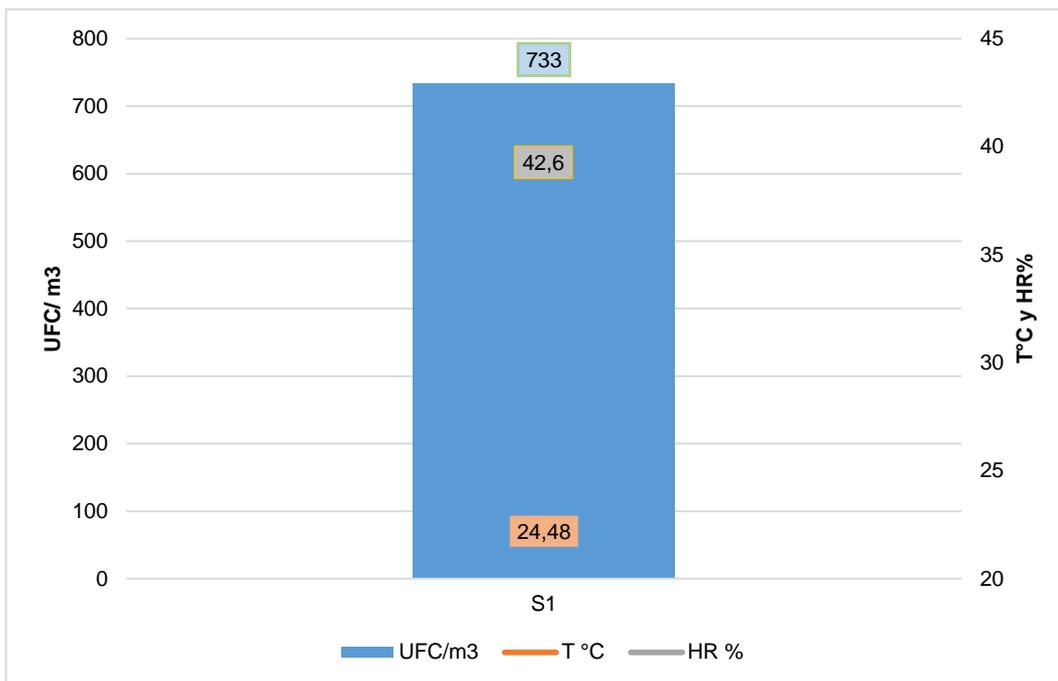


Figura 5. Temperatura, humedad y concentración de esporas fúngicas, en el ambiente de ginecología: sala de partos (S1) en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

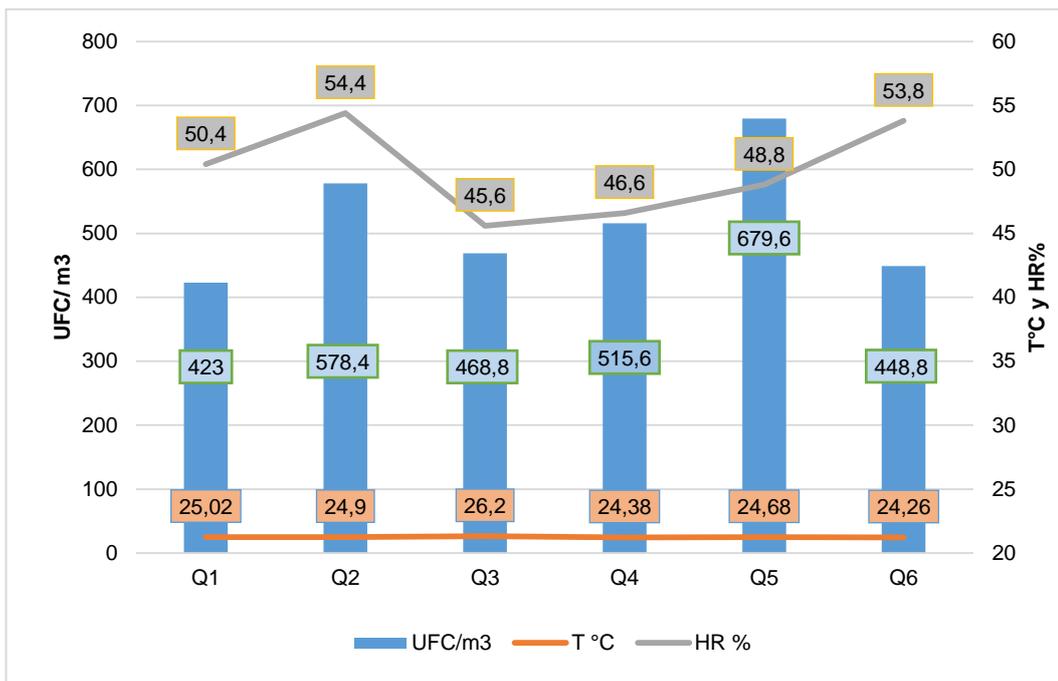


Figura 6. Temperatura, humedad y concentración de esporas fúngicas, en los ambientes de quirófano: sala uno (Q1), sala dos (Q2), cirugías menores (Q3), sala cuatro (Q4), emergencias ginecológicas (Q5), cirugías oftalmológicas (Q6), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

V. DISCUSIÓN

En la tabla 4, se muestra el recuento total de esporas fúngicas en Unidad Formadora de Colonia por metro cúbico de aire (UFC/m³) y el riesgo de permisibilidad en los ambientes de neonatología. En ella se muestra que los ambientes, unidad de cuidados intermedios y unidad de cuidados intensivos II tuvieron un promedio de 625,6 UFC/m³ y 672,2 UFC/m³ respectivamente; en la tabla 5, sala de partos muestra un promedio de 733 UFC/m³ y en la tabla 6, se muestra que en el área de quirófano la sala dos, emergencias ginecológicas (sala cinco) y sala cuatro, tuvieron valores de 578,4 UFC/m³, 679,6 UFC/m³ y 515,6 UFC/m³. Todos los ambientes mencionados estuvieron dentro del rango 500 - 999 UFC/m³ teniendo así, riesgo de permisibilidad medio, según los parámetros establecidos por Instituto Nacional de Salud (INS). Estos resultados difieren con lo mencionado por Lázaro en un estudio realizado el 2015 en Tacna, donde menciona que encontró 167,97 UFC/m³ en el área de neonatología, 52,5 UFC/m³ en ginec obstetricia y 157,47 UFC/m³ en quirófano, Indicando que sus resultados tienen contaminación alta; se puede evidenciar que los resultados fueron mucho mayores a lo mencionado por el autor. Actualmente el país no cuenta con normativas legales, sobre los valores límites para agentes biológicos que muestren el nivel de contaminación de acuerdo a la concentración de UFC/m³ en centros hospitalarios. Pero hay normativas legales establecidos en otros países, los cuales nos pueden servir de referencia. Según los valores establecidos por la OMS, los ambientes estudiados que se encuentren dentro del rango 100 - 499 UFC/m³, se ubican dentro del nivel de contaminación intermedio, mientras que los que se encuentran dentro del rango 500 - 2000 UFC/m³ se ubican dentro del nivel de contaminación alta. Mientras que la norma ISO 14644 para áreas limpias y ambientes supervisados, el límite no debe ser mayor a 100 UFC/m³; y según la norma UNE EN ISO 14698-1, la cantidad

mínima permisible en quirófano y salas de ambiente controlado, para hongos es $< 0 \text{ UFC/m}^3$. Por todo lo mencionado, se puede inferir que no hay un consenso universal sobre el número de UFC/m³ normal en el aire en un ambiente hospitalario. No obstante, los valores obtenidos tienen importancia por la concentración elevada, ya que, pueden ser influenciados por la temperatura y humedad. Así también, esta concentración puede estar influenciada por la presencia de áreas de lavado dentro de estos ambientes. A esto se suma las puertas que no tienen un cierre hermético y el inadecuado flujo de circulación del personal. Por todo lo descrito, el riesgo de permisibilidad medio nos indica que hay una cantidad considerable de propágulos fúngicos suspendidos en el aire, y por ello, se debe hacer la identificación de los géneros fúngicos. Ya que dependiendo del género pueden causar distintas patologías en los neonatos, recién nacidos, madres que dan a luz y pacientes que se someten a cirugía; debido a la exposición de órganos al ambiente y si a esto se suma pacientes que tienen algún factor de predisposición, aumenta la posibilidad de adquirir una infección. Por ello, se debe tomar medidas correctivas para disminuir la carga micótica en el aire.

En la figura 1, se muestran los géneros y el porcentaje de frecuencia de hongos, en el área de neonatología, donde los géneros con mayor frecuencia fueron: *Penicillium* con 20,6 %, *Aspergillus* con 14,3 % y *Fusarium* con 10,1 %; aislándose un total de 10 géneros. El resultado es similar a los mencionado por Llumiquinga (2015) y Ccuno (2017), pero difiere con el trabajo de Lázaro (2015) ya que, en su estudio menciona que la especie más abundante en este área fue *Candida* con 82,2 %, seguido de *Aspergillus* con 12,1 % y *Penicillium sp.* con 5,2 %, esto se atribuye a que las levaduras también se encuentran ampliamente distribuidas en el ambiente y en la biota humana, la levadura aislada en este área fue *Rhodotorula* que tuvo una frecuencia de 2,9 %, si bien es baja, es importante, por su fuerte afinidad por el plástico, el cual contamina equipos médicos tales como equipos de diálisis y broncoscopios de fibra óptica (Miceli *et al.* 2011). Además, de forma excepcional genera cuadros patológicos en pacientes inmunosuprimidos; la mayoría son: pulmonares, de vías urinarias, meningitis y fungemias (Bonifaz, 2012). La frecuencia de estos géneros se ven influenciados por el medio que los rodea. Según la UNE 171340 no solo se debe tener en cuenta *Aspergillus* sino también a *Rizhopus*, *Mucor* y *Scedosporium*. De acuerdo a esto, en los resultados se observa la presencia de estos géneros,

excepto *Mucor*. Los géneros *Scedosporium* y *Rhizopus*, tuvieron una frecuencia de 4,6 % y 0,9 % respectivamente. Por todo lo mencionado, es importante tomar en cuenta los géneros encontrados en esta área, debido a que los neonatos pueden presentar factores predisponentes como: inmunodeficiencia, bajo peso al nacer, prematuros, los cuales son aprovechados por los hongos para poder causar enfermedades como: aspergilosis, zygomycosis, hialohifomicosis y mucormycosis (Bonifaz, 2012).

En la figura 2, se muestran los géneros y el porcentaje de frecuencia de estos en el ambiente de sala de partos, aislando un total de 10 géneros, donde los géneros con mayor frecuencia fueron: *Aspergillus* con 15 %, *Penicillium* con 17,9% y *Fusarium* con 13,1 %. Los resultados obtenidos se asemejan a lo mencionado por Ccuno (2017) donde los géneros con mayor frecuencia fueron: *Aspergillus* y *Alternaria*. Pero, difiere con la información de Lázaro (2015) ya que, en su estudio menciona en el área de ginecobstetricia el género más abundante fue el género *Cándida* con 54,5%, seguido de *Penicillium* con 33,3 % y *Rhodotorula* con 9,1 % (Bonifaz, 2012). A demás de los géneros mencionados se encontró los géneros *Rhizopus* y *Scedosporium* los cuales según la UNE 171340 tienen importancia. Los géneros encontrados en esta área, son de gran importancia, puesto que en la madre muchas veces se practica la episiotomía, esta consiste en un corte en el periné, originando una vía de entrada para los hongos y otros microorganismos; en el recién nacido, puede causar alguna infección; si este presenta factores predisponentes como: inmunodeficiencia, bajo peso al nacer y prematuros. Los cuales son factores aprovechados por los hongos para poder causar enfermedades como: aspergilosis, zygomycosis (Bonifaz, 2012).

En la figura 3, se muestra el porcentaje de frecuencia de los géneros de hongos aislados en el área de quirófano, donde los géneros con mayor frecuencia fueron *Aspergillus* con 21,5 %, *Penicillium* con 22,3 % y *Scopulariopsis* con 8,1 %; estos resultados se asemejan a lo mencionado por Llumiquinga (2015), donde evidenció mayor frecuencia de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. De igual manera Izzeddin *et al.* (2017), señala que *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium*, fueron aislados con mayor frecuencia. Mientras que Ccuno (2017) menciona que *Alternaria* tuvo mayor frecuencia seguida por *Aspergillus* y *Penicillium*. Se puede observar que el resultado en este trabajo es diferente, pues se encontró *Alternaria*, pero, con una frecuencia menor de 4,4 %, esta

causa infecciones, especialmente en personas con inmunosupresión, inmunocompetentes y coloniza los senos paranasales (Vennevald *et al.*, 1999). Así también, es causante de feofomicosis, onicomosis, sinusitis, infecciones cutáneas ulceradas y queratitis, así como infecciones viscerales y osteomielitis. Asimismo, se encontró *Rhizopus* y *Scedosporium* géneros de importancia clínica según la UNE 171340. El género *Aspergillus* puede causar enfermedades tales como: aspergilosis pulmonar, aspergilosis alérgica, aspergilomas, infección pulmonar invasiva, aspergilosis diseminada, aspergilosis cutánea, micetoma (Bonifaz, 2012), mientras que *Scedosporium* causa infecciones invasivas como: infecciones pulmonares graves, o infección diseminada con clínica de neumonía, meningitis, absceso cerebral; y *Rhizopus* que causa infecciones denominadas cigomicosis (Bonifaz, 2012). Todos los géneros aislados son importantes, porque los órganos de los pacientes sometidos a cirugía se ven expuesto al ambiente, siendo esta una vía de entrada para que estos hongos puedan diseminarse y causar infecciones. Y más aún si los pacientes tienen factores predisponentes como: diabetes mellitus, enfermedades hematológicas, pacientes que presentan neutropenia, desnutrición y colitis amebiana; algunos casos en pacientes con VIH/SIDA (Bonifaz, 2012).

En la tabla 07, se observa el análisis de correlación de la temperatura y humedad relativa con la concentración de esporas fúngicas, donde se muestra el coeficiente de correlación de Spearman y el valor p para cada uno de los ambientes evaluados; de acuerdo a los resultados obtenidos se ha encontrado que no existe una correlación significativa ($p > 0,05$) de los factores ambientales con la concentración de esporas fúngicas. Los resultados obtenidos son opuestos a lo mencionado por Ramos y Meza (2017), donde en un estudio realizado en un ambiente externo, determinaron que si hay correlación significativa de la concentración de hongos en la atmosfera con la temperatura ($p = 0,044$) y humedad ($p = 0,014$). Indicándonos así, que estas correlaciones varían dependiendo si el estudio es realizado en un ambiente interno o externo. Así también se puede inferir que el hospital cuenta con un buen sistema de climatización. Pero que hay otros posibles factores que están afectando la calidad del aire.

En la figura 4, se observa la temperatura, humedad y UFC/m³ en los ambientes de neonatología, el ambiente con mayor cantidad de esporas fúngicas fue UCI II, pues tuvo un valor de 672,2 UFC/m³ con 25,3 °C y 51 % HR. Seguida del

ambiente de unidad de cuidados intermedios con un valor de 625,6 UFC/m³, 25,5 °C y 45,8 % HR. La temperatura oscila entre 24,56 – 25,5 °C y humedad relativa entre 42,8 – 51 % y la concentración de propágulos fúngicos entre 625,5 a 672,2 UFC/m³; en la figura 5, se observa que sala de partos tuvo un valor de 733 UFC/m³ con 24,48 °C y 42,6% HR; y la figura 6, en el área de quirófano; emergencias ginecológicas (sala cinco) tuvo el valor más alto 679,6 UFC/m³ con 24,68 °C y 48,8% HR, seguida de sala dos quien tuvo un valor de 578,4 UFC/m³, 24,9 °C y 54,4% HR; y sala cuatro con un valor de 515,6 UFC/m³, 24,38 °C y 46,6 % HR. Las temperaturas oscilan entre 24,26 °C – 26,2 °C y la humedad relativa de 56,6 – 54,4 %. Según la publicación de Lázaro (2015), en el estudio de la población micótica, menciona que el área de neonatología tuvo una temperatura de 22 °C ± 2,08, humedad relativa de 53,7 % y 167,97 UFC/m³, en sala ginec obstetricia una temperatura de 19°C, humedad relativa 63,9 % y una concentración de propágulos fúngicos de 52,5 UFC/m³; y en centro quirúrgico el 20,5 °C y 63,9 % HR y 157,47 UFC/m³. Como se observa, los resultados difieren por lo mencionado por el autor, ya que, los valores son mucho más elevados en UFC/m³ y en temperatura, pero mucho más bajo en HR. Actualmente, nuestro país no cuenta con normativas legales de temperatura y humedad de acondicionamiento de aire en hospitales; pero podemos tomar de referencia parámetros de otros países. Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de temperatura 18 - 27 °C y rango de humedad por debajo y encima de 50 % HR, según lo planteado por Alemania. Mientras que según el rango de Brasil nuestro país vecino, los valores de temperatura se encuentran por encima de 19 - 24 °C y los valores de humedad dentro de 45 – 60 % HR. Y de acuerdo al rango establecido por España, los resultados obtenidos se encuentran entre 22 – 26 °C, excepto cirugías ginecológicas que tuvo una temperatura de 26.2 °C; mientras que los resultados de humedad se encuentran dentro del rango entre 45 – 55 % HR (Castro *et al.*, 2011). Los resultados en su mayoría están dentro de los parámetros establecidos, exceptuando en el rango de temperatura establecida por Brasil y humedad establecida por Alemania. Estos resultados pueden indicar que los ambientes tienen la temperatura y humedad adecuada, los cuales no deberían representar un peligro. La temperatura más alta se registró en cirugías menores (sala tres), sala uno, unidad de cuidados intermedios y UCI II, con: 26,2 °C, 25,02 °C, 25,5 °C y 25,3 °C respectivamente. Estos valores permiten el desarrollo de casi todos los hongos según lo

mencionado por Cruceta (2005). Mientras que la humedad relativa más alta se registró en sala dos, sala uno, cirugías oftalmológicas (sala seis) y UCI II; con 54,4 % HR, 50,4 % HR, 53,8 % HR, 51 % HR, esto puede estar influenciado debido a que en el área de quirófano el área de lavado se encuentra entre los tres primeros ambientes mencionados y el último pudiendo estar influenciado por el uso constante del lavadero que se encuentra dentro del área, originando que la humedad relativa se vea alterada. Sala de partos, UCI II, unidad de cuidados intermedios, cirugías ginecológicas (sala cinco), sala dos y sala cuatro, son los ambientes con mayor concentración de propágulos fúngicos con 733 UFC/m³, 672,2 UFC/m³, 625,5 UFC/m³, 679,6 UFC/m³, 578,4 UFC/m³ y 515,6 UFC/m³ respectivamente; esto se ve influenciado por que hay mayor frecuencia de uso de los ambientes, excepto sala cuatro pues no es tan usada pero se encuentra próximo a la entrada, donde el personal y los pacientes ingresan de manera constante alterando el flujo de aire. A si también, la infraestructura de sala de partos tiene dos ambientes: partos horizontales y partos verticales, los cuales tienen uso compartido; además se observó que los estudiantes de medicina y obstetricia no contaban con todas las medidas ni implementos de bioseguridad en el área de neonatología y sala de partos. Todo esto conlleva a que la concentración se vea influenciada, ya que ingresan de manera constante alterando el flujo de aire y traen aeromicota del exterior hacia el interior. Así también los sistemas de ventilación no funcionaban de manera correcta. Se debe resaltar que las puertas estaban abiertas en todos los ambientes, excepto el ambiente de Infectados del área de neonatología y cirugías oftalmológicas del área de quirófano que siempre tuvieron las puertas cerradas, asimismo había menos frecuencia en cuanto al ingreso del personal, todo ello, pudo influir en que estos ambientes tengan menor contaminación, esto nos indica que estas medidas son importantes para disminuir la contaminación del aire. Por todo lo descrito, se infiere que la temperatura y humedad a valores más elevados podrían influenciar en la concentración de propágulos fúngicos presente en los ambientes. Pero también podrían estar influenciados por otros factores como: Infraestructura, flujos del personal, sistemas de ventilación, cierre adecuado de puertas, limpieza inadecuada de los ambientes.

En nuestra localidad no se realizaron estudios para controlar la calidad de aire en centros hospitalarios, pero si en líneas de transporte público urbano, en instituciones educativas y bibliotecas. Donde Vílchez (2017), Huamán (2018) y

Vásquez (2017), mencionan que la calidad del aire tiene un rango de contaminación que va desde niveles intermedios a altos. Del mismo modo, señalan que la presencia de aeromicrobiología es de importancia clínica. Indicándonos así que la calidad del aire de la localidad, puede estar influenciando no solo a los ambientes que fueron mencionados, sino también a centros hospitalarios de nuestra región. En tal sentido este trabajo de investigación muestra que la aeromicrobiología presente en los ambientes hospitalarios es de gran importancia, ya que, en concentraciones elevadas, con las condiciones óptimas y otros factores, pueden originar en las personas una Infección Fúngica Invasiva (IFI), agravando la situación actual de personas con factores predisponentes.

VI. CONCLUSIONES

1. El riesgo de permisibilidad fue medio en los ambientes de unidad de cuidados intermedios (625,6 UFC/m³), unidad de cuidados intensivos II (672,2 UFC/m³), sala de partos (733 UFC/m³), sala dos (578,4 UFC/m³), cirugías ginecológicas (679,6 UFC/m³), y sala cuatro (515,6 UFC/m³); mientras que los demás ambientes resultaron con un riesgo de permisibilidad bajo.
2. Se identificaron 10 géneros en el área de neonatología, sala de partos y quirófano; donde los géneros con mayor frecuencia en estas tres áreas fueron: *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*.
3. Se determinó que no hay correlación significativa de la temperatura y humedad relativa con la concentración de esporas fúngicas ($p > 0,05$). Los ambientes que tuvieron mayor cantidad de UFC/m³ fueron: unidad de cuidados intensivos II con un valor de 672,2 UFC/m³ con una temperatura (T) de 25,3 °C y humedad relativa (HR) de 51 %; unidad de cuidados intermedios con 625.6 UFC/m³, 25,5 °C y 45,8 % HR; sala de partos con 733 UFC/m³, 24,48 °C y 42,6 % HR; sala cinco con 679,6 UFC/m³, 24,68 °C y 48,8% HR; sala dos quien tuvo un valor de 578,4 UFC/m³ 24,9 °C y 54,4% HR; sala cuatro con 515,6 UFC/m³, 24,38 °C y 46,6% HR. De los cuales, se observó que hay otros factores que influyen la concentración es esporas fúngicas, tales como sistemas de ventilación, infraestructura y flujo del personal.

VII. RECOMENDACIONES

1. Optar por realizar estudios sobre la calidad microbiológica del aire a través del método volumétrico, teniendo en cuenta no solo hongos sino también bacterias. Y relacionar la concentración de estos con otros factores como: flujo de personal, cumplimiento de normas de bioseguridad, hermeticidad del ambiente. Así también, realizar estudios en diferentes temporadas del año.
2. Se recomienda que la Unidad de Medicina Preventiva realice análisis de la calidad de aire de manera periódica, pudiendo ser: quincenal, mensual o trimestral. De manera que, de acuerdo a los resultados propongan medidas de prevención e informen periódicamente la situación actual al centro de salud, para aplicar las medidas de prevención y subsanar observaciones y después de todo lo mencionado, realizar un nuevo muestreo de control para corroborar la subsanación de las observaciones.
3. Al personal que realice el estudio, tener los implementos y todas las medidas de bioseguridad y practicar la desinfección constante antes de ingresar a los ambientes, en la toma de muestra, al salir de los ambientes muestreados, como en el ambiente de procesamiento para evitar que se origine algún tipo de contaminación.
4. Realizar el control de calidad de los medios de cultivo, incubándolos por tres días a temperatura ambiente, así también, cerrarlos herméticamente con ayuda del parafilm. Todo ello para evitar contaminación de los medios de cultivo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, F., y Samaei, M. (2018). The effect of temperature on airborne filamentous fungi in the indoor and outdoor space of a hospital. *Environmental Science and Pollution Research*.
<https://doi.org/10.1007/s11356-017-0939-5>
- Aguirre, K. (2016). *Estudio de la aerobiología de hongos filamentosos en un hospital de cuarto nivel [Tesis de titulación, Pontificia Universidad Javeriana]*.
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/20400/AguirreGuataquiKatherineNatalia2016%20%281%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Albornoz, J. (2014). *Estudio de la calidad Microbiológica del aire interior de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) en la Universidad Nacional Agraria la Molina en base a los hongos ambientales. [Tesis de titulación, Universidad Agraria la Molina]*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2438/T01-J3-T.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Anaissie, E. J., Bodey, G. P., y Rinaldi., M. G. (1989). Emerging fungal pathogens. *European Journal of Clinical Microbiology y Infectious Diseases*, 8(4), 323–330. <https://doi.org/10.1007/BF01963467>
- Arenas, R. (2014). *Micología médica ilustrada*. 5ta ed. Mcgraw-Hill interamericana editores
- Barrios, A. (2012). *Procedimientos en Microbiología Clínica Control Microbiológico Ambiental*. E. Cercenado y R. Cantón. (Eds.).
<https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia42.pdf>
- Benadero, A., y Gomis, J. (2009). *Laboratorio de biología y geología*. (2.ª ed.). Editorial Club Universitario.
<https://books.google.com.cu/books?id=LpLvDQAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Bermúdez, M. (2010). *Contaminación y turismo sostenible*.
https://www.academia.edu/24043633/CONTAMINACION_Y_TURISMO_S
- Bonifaz, A. (2012). *Micología Médica* (4.ª ed.). McGraw-hill interamericana
<https://mega.nz/folder/UR0D0YwL#eRPcO3H4VRhMrkJeVBtUoA>
- Camargo, Y., Henao, D., y Velez, A. (2011). *Emisiones atmosféricas de origen biológico*. Unimagdalena.
<https://books.google.com.pe/books?id=K9BBDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Campbell, Neil., y Reece, J. (2001). *Biología: conceptos y relaciones* (7.ª ed.). Médica Panamericana.
- Carrillo, L. (2008). Los hongos de los alimentos y forrajes. In *Advanced Biotech* (Issue July). Universidad Nacional de Salta.
https://www.academia.edu/6171319/L_eonor_Carrillo_LOS_HONGOS_DE_LOS_ALIMENTOS_Y_FORRAJES_1
- Castro, F., San José, J., Villafruela, J., y Guijarro, A. (2011). *Manual de diseño de la climatización y ventilación de quirófanos y habitaciones en centros hospitalarios de Castilla y León*. Universidad de Valladolid.
https://www.researchgate.net/publication/260907460_Manual_de_diseño_de_la_climatización_y_ventilación_de_quirófanos_y_habitaciones_en centros_hospitalarios_de_Castilla_y_León

- Ccuno, Y. (2017). *Hongos oportunistas que contaminan el quirófano, sala de partos y neonatología del Hospital Carlos Monge Medrano De Juliaca*. [Tesis para obtener título, Universidad del Altiplano].
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6126/Ccuno_Carita_Yesica_Yanet.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cepero, M., Restrepo, S., Franco, A., Cárdenas, M., y Vargas, N. (2012). *Biología de hongos, Universidad de los Andes Uniandes*.
<https://ediciones.uniandes.edu.co/Documents/Paginas%20preliminares/Biolog%C3%ADa%20de%20hongos.pdf>
- Consortio Hospital Ayacucho. (2013). *Mejoramiento de la capacidad resolutive del Hospital Regional Mariscal Llerena, Provincia Huamanga, Departamento de Ayacucho* (pp. 2–6).
- Constans, A., Solans, X., y Alonso, R. (2008). *Micotoxinas en ambientes laborales* (pp.1–2).
<https://www.insst.es/documents/94886/362212/Micotoxinas+en+ambientes+laborales+%282010%29/2cd6f7d0-9cd4-43db-bee8-f1a9773ade88?version=1.0>
- Cortés, J. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales. Seguridad e higiene del trabajo*. (9.ª ed.). Tébar.
https://books.google.com.pe/books?id=pjoYI7cYVVUC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Cruceta, G. (2005). Verificación y validación de la calidad ambiental en áreas quirúrgicas. *Revista de Ingeniería Hospitalaria*, 30, 12–17.
- Del Palacio, A., y Cuétara, M. (2009). *Infecciones por hongos invasores en imágenes*. Medica Ars.
<https://seq.es/wp-content/uploads/2011/02/imageneshongos.pdf>
- Doctor Fungus. (s.f.). *Alternaria Species*.
<https://drfungus.org/knowledge-base/alternaria-species/>
- Ecos, L., y Loayza, J. (2014). *Hongos ambientales y su susceptibilidad frente a agentes desinfectantes de las unidades de cuidados intensivos e intermedios del Hospital IV César Augusto Hernández Mendoza junio - setiembre 2013 [Tesis Para Obtener Título, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica]*.
<https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/UNICA/2203/500.040.000010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escolar, A., Córdova, J., Figueroa, E., Benítez, E., Failde, I., y Gómez, P. (1998). *Guía de higiene y prevención de la infección hospitalaria*. F. López Fernández (Ed.) Ediciones Diaz de Santos.
<https://books.google.com.pe/books?id=ytaqUDUXkssC&pg=PA13&dq=ME#v=onepage&q&f=false>
- Garau, J., Diamond, R. D., Lagrotteria, L. B. y Kabins., S. A. (1977). *Alternaria osteomyelitis*. *Ann. Intern. Med.*, 86(6), 8–747.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/869356/>
- González, S. y Alcalá, L. (2006). *Contaminación ambiental*. Maturín.
<https://www.ispch.cl/ambientes-y-alimentos/subdepartamento-del-ambiente/contaminacion-ambiental/>
- Hernández, M. C., González, S. G. M., y Herrera, G. (2012). *Catálogo de Hongos y Myxomycetes del Jardín Botánico Nacional de Cuba*. Universitaria.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wYD1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=milay+cabarroi+hern%C3%A1ndez+catalogo+de+&ots=__nta7j2jo&sig=nTModYv6uV60YPSy0YN1lvN4YFA#v=onepage&q=milay%20cabarroi%20hern%C3%A1ndez%20catalogo%20de&f=false

- Herrera, T. (2005). *El reino de los hongos micología básica y aplicada* (2.^a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México
https://books.google.com.pe/books?redir_esc=y&id=MvdEAAAAYAAJ&focus=searchwithinvolume&q=HONGO.
- Huamán, E. (2018). *Estudio de la Aeromicología de la infraestructura interna de dos Instituciones Educativas de nivel Inicial*. [tesis para obtener título] Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2012). *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/68521396/5.+Informe+del+estado+de+la+calidad+del+aire+2007-2010.pdf/52d841b0-afd0-4b8e-83e5-444c3d17ed29?version=1.0>.
- Izzeddin, Noja., Rodriguez, G., Medina, L. y González, L. (2017). Evaluación microbiológica de aire y superficies en quirófano de un centro de salud público. *Salus*, 21(3), 18–23.
<https://www.redalyc.org/pdf/3759/375955679005.pdf>
- Jiménez, B. (2001). *La contaminación ambiental en México*. Limusa.
<https://books.google.com.pe/books?id=8MVxlyJGokIC&pg=PA319&dq=definicion+de+contaminacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjK7ZqzpdniAhWkuVvKHWPdRnKQ6AEIKDA#v=onepage&q&f=true>
- Kasprzyk, I. (2008). Aeromycology – Main research fields of interest during the last 25 years. *Ann Agric Environ Med*, 15(1), 1–7.
https://www.researchgate.net/publication/5274184_Aeromycology_-_Main_research_fields_of_interest_during_the_last_25_years
- Lázaro, M. (2015). *Población bacteriana y micótica en ambientes de área críticas del Hospital Regional Hipólito Unanue en Tacna*. [Tesis para obtener título, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].
http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1944/899_2016_lazaro_mamani_m_faci_biologia_microbiologia.pdf?sequence=1&isAlloved=y
- Llumiyinga, A. (2015). “Determinación de la Presencia de Hongos Oportunistas en el aire de los Servicios de Mayor Riesgo de Infección Nosocomial (UCI, Neonatología y Quirófano Central) en el Hospital San Francisco [Tesis para obtener título, Universidad Central de Ecuador]”
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17004/1/T-UCE-0014-CME-053.pdf>
- Los hongos: Impactos y problemas, hongos de altos vuelos* (2011) (pp. 400–401). <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/biolo/24.pdf>.
- Lurá, M., González, A., Basilico, J., Falcon, P. Gómez, R. y Freyre, L. (1997). *Introducción al estudio de la micología. Ciencia y técnica*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe
https://books.google.com.pe/books?id=ceuzkTtF_L8C&printsec=frontcover&dq=Introducci%C3%B3n+al+estudio+de+la+micolog%C3%ADa.+Ciencia+y+t%C3%A9cnica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiL5oqO5bXkAhXJuVvKHcWJA8sQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true
- Macalupú, Z., Urcia, F. y Navarro, A. (2017). *Manual de procedimientos técnicos para el diagnóstico micológico*. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.
- Malagón, L., Galán, M. y Ponton, L. (2008). *Administración hospitalaria* (3.^a ed.).
<https://books.google.com.pe/books?id=lrMcvNsvX70C&pg=PA5&dq=CO#v=onepage&q=CO&f=false>

- Maldonado, M., Peña, J. J., De Los Santos, S., Castellanos, A. P., Camarena, D., Arévalo-Rivas, B., Valdés, L., Hernández, L. J. y Guzmán, D. L. (2014). Bioaerosoles y evaluación de la calidad del aire en dos centros hospitalarios ubicados en León, Guanajuato, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(4), 138–143.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000400004
- Manning, S. C., Schaefer, S. D., Close, L. G. y Vuitch., F. (1991). Culture-positive allergic fungal sinusitis. *Archives of Otolaryngology. Head y Neck Surgery*, 117(2), 8–174. doi: 10.1001/archotol.1991.01870140062007. PMID: 1991058.
- Miceli, M. H., Díaz, J. A. y, Lee. S. A. (2011). Emerging opportunistic yeast infections. *Lancet Infec Dis.*, 11(2), 142–151.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1473309910702188>
- Mier, T., Toriello, C. y Ulloa, M. (2002). *Hongos microscópicos saprobios y parásitos: métodos de laboratorio*. Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://books.google.com.pe/books?id=UD30RosdJSEC&printsec=copyright#v=onepage&q=coloracion&f=true>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Informe Nacional de la Calidad del Aire*. MINAM.
- MINSA. (2011). *Categorías de establecimientos del sector salud* (pp. 1–12).
http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad/UpLoaded/PDF/AtencionFarmaceutica/Categorizacion-UPSS_Farmacia.pdf
- Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Guías para la calidad del aire*.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE-OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=5F583D2BFAA52D00CC44CA6C9AC97436?sequence=1
- Porres, N. y Ruiz, E. (2018). *Microbiología clínica*. Paraninfo.
<https://books.google.com.pe/books?id=GNBXDwAAQBAJ&pg=PA192&q%20=observacion+macroscopica+de+hongos&hl=es-419&sa=X&ved=0ah%20UKE%20wjq1cqV4IHkAhWSuVvKkHdMdBWUQ6AEINzAD#v=onepage&q&f=true>
- Ramos, R. y Meza, V. (2017). Efectos de algunos factores meteorológicos sobre la concentración de esporas de hongos en la plaza San Martín de Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, 16(2), 1–7.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v16n2/a09v16n2.pdf>
- Rendueles, B. (2019). Aeromicrología: ¿Por qué debe ser una parte esencial la Aerobiología? *Salud Ambiental*, 19 (Especial congreso), 124–127.
<http://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/viewFile/996/919>
- Ríos, J. (2011). La Aeromicrología y su importancia para la medicina. *Revista Medico Científica*, 24(2), 28–42.
<https://www.revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/285>
- Santillán, R., Rodríguez, G., Fernández, S., Vázquez, G., Montero, J., y Benítez, J. (2017). Micotoxinas: ¿Qué son y cómo afectan a la salud pública? *Revista Digital Universitaria*, 18(6), 2-11.
http://www.revista.unam.mx/vol.18/num6/art46/PDF_art46.pdf
- Schell, W. A. (2000). Histopathology of fungal rhinosinusitis. *Otolaryngol Clin North America.*, 33(2), 251-276.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10736403/>
- Sobrado, S., Cabral, E. y Romero, F. (2013). *Hongos Diversidad Vegetal*.
<http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/Estudio%20HONGOS.pdf>

- Vásquez, R. (2017). *Contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017 [Tesis Para Obtener Título]*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Vennewald, I., Henker, M., Klemm, E. y Seebacher, C. (1999). *Fungal colonization of the paranasal sinuses* *Mycoses*. 42, 33–36.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.1999.tb00010.x>
- Vílchez, M. (2017). *Contaminación fúngica ambiental en las líneas de transporte público urbano de la ciudad de Ayacucho*. [tesis para obtener título, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2854/TESIS%20B853_Vil.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. Número de puntos de toma de muestra en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

ÁREAS	AMBIENTES	Código	$A = l \times w$	$N = \sqrt{A}$	N° Puntos de toma de muestra
NEONA TOLOGÍA	Unidad de cuidados intermedios	N_1	$A = 7,37 \times 2$ $A = 14,74$	$N = \sqrt{14,74}$ $N = 3,81$	$N^\circ = 4$
	Unidad de cuidados intensivos I	N_2	$A = 5,08 \times 3,27$ $A = 16,61$	$N = \sqrt{16,61}$ $N = 4,08$	$N^\circ = 4$
	Unidad de cuidados intensivos II	N_3	$A = 8,847 \times 4,36$ $A = 38,54$	$N = \sqrt{38,54}$ $N = 6,21$	$N^\circ = 6$
	Infectados	N_4	$A = 4,36 \times 2,27$ $A = 9,89$	$N = \sqrt{9,89}$ $N = 3,15$	$N^\circ = 3$
CIRUGÍA	Sala uno	Q_1	$A = 5,92 \times 4,24$ $A = 25,12$	$N = \sqrt{25,10}$ $N = 5,01$	$N^\circ = 5$
	Sala dos	Q_2	$A = 5,91 \times 4,25$ $A = 25,12$	$N = \sqrt{25,12}$ $N = 5,01$	$N^\circ = 5$
	Cirugías menores (sala tres)	Q_3	$A = 3,96 \times 3,88$ $A = 15,36$	$N = \sqrt{15,36}$ $N = 3,92$	$N^\circ = 4$
	Sala cuatro	Q_4	$A = 6,43 \times 3,96$ $A = 25,46$	$N = \sqrt{25,46}$ $N = 5,05$	$N^\circ = 5$
	Emergencias ginecológicas (sala cinco)	Q_5	$A = 5,92 \times 4,27$ $A = 25,28$	$N = \sqrt{25,28}$ $N = 5,03$	$N^\circ = 5$
	Cirugías oftalmológicas (sala seis)	Q_6	$A = 4,34 \times 3,96$ $A = 17,19$	$N = \sqrt{17,19}$ $N = 4,15$	$N^\circ = 4$
SALA DE PARTOS	Sala de partos	S_1	$A = 7,37 \times 2$ $A = 14,74$	$N = \sqrt{14,74}$ $N = 3,81$	$N^\circ = 4$

Nota:

$A = \text{Área del ambiente a evaluar por metros cuadrados}$

$l = \text{Largo}$

$w = \text{Ancho}$

$N = \text{Número de muestras a tomar del ambiente a evaluar}$

Anexo 2. Periodo de muestreo en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

ÁREAS	AMBIENTES	Periodo de muestreo				
		Noviembre		Diciembre		
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
NEONA TOLOGÍA	Sala de UCIntermedios	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas
	Sala de UCI I	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas
	Sala de UCI II	6 placas	6 placas	6 placas	6 placas	6 placas
	Infectados	3 placas	3 placas	3 placas	3 placas	3 placas
CIRUGÍA	Sala uno	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas
	Sala dos	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas
	Cirugías menores	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas
	Sala cuatro	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas
	Emergencias ginecológicas	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas	5 placas
	Cirugías oftalmológicas	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas
SALA DE PARTOS	Sala de partos	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas	4 placas
Total		49	49	49	49	49

Nota:
Sem: Semana

Anexo 3. Datos de los factores ambientales, temperatura y humedad relativa en los ambientes de neonatología, en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Ambientes	Factores ambientales	Neonatología					Promedio
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	
N ₁	T (°C)	26,6	26,6	25	25,2	24,1	25,5
	HR (%)	35	39	47	55	53	45,8
N ₂	T (°C)	26,5	25,2	25,6	24,5	24,4	25,24
	HR (%)	37	37	45	51	44	42,8
N ₃	T (°C)	28,4	25,5	24,5	24,1	24	25,3
	HR (%)	45	47	54	54	55	51
N ₄	T (°C)	24,7	25,1	24,2	24,5	24,3	24,56
	HR (%)	40	44	48	47	45	44,8

Nota:

N₁: Unidad de cuidados intermedios

N₂: Unidad de cuidados intensivos I

N₃: Unidad de cuidados intensivos II

N₄: Infectados

T (°C): Temperatura en grados centígrados

HR (%): Humedad relativa en porcentajes

Sem: Semana

Anexo 4. Datos de los factores ambientales, temperatura y humedad relativa en el ambiente de sala de parto en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Ambientes	Factores ambientales	Sala de partos					Promedio
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	
S ₁	T (°C)	25	23,4	24,7	24,8	24,5	24,48
	HR (%)	30	48	39	48	48	42,6

Nota:

S₁: Sala de partos

T (°C): Temperatura en grados centígrados

HR (%): Humedad relativa en porcentajes

Sem: Semana

Anexo 5. Datos de los factores, ambientales temperatura y humedad relativa que favorecen la presencia de hongos oportunistas en los ambientes del quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

Ambientes	Factores ambientales	Quirófano					Promedio
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	
Q ₁	T (°C)	25,4	24	26,6	24,1	25	25,02
	HR (%)	45	52	44	61	50	50,4
Q ₂	T (°C)	24,1	26	22,6	26	25,8	24,9
	HR (%)	57	56	48	51	60	54,4
Q ₃	T (°C)	27,4	24	25,7	26	27,9	26,2
	HR (%)	30	48	49	40	61	45,6
Q ₄	T (°C)	24,5	25	24,3	24	24,1	24,38
	HR (%)	30	46	45	54	58	46,6
Q ₅	T (°C)	23,2	26,6	23,6	25	25	24,68
	HR (%)	55	44	52	50	43	48,8
Q ₆	T (°C)	23,1	23,8	24,9	23,7	25,8	24,26
	HR (%)	64	51	52	58	44	53,8

Nota:

Q₁: Sala uno

Q₂: Sala dos

Q₃: Cirugías menores (sala tres)

Q₄: Sala cuatro

Q₅: Emergencias ginecológicas (sala cinco)

Q₆: Cirugías oftalmológicas (sala seis)

T (°C): Temperatura en grados centígrados

HR (%): Humedad relativa en porcentajes

Sem: Semana

Anexo 6. Géneros de hongos aislados en los ambientes de neonatología: unidad de cuidados intermedios, unidad de cuidados intensivos I, unidad de cuidados intensivos II e infectados en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

N°	Géneros aislados	Neonatología								TOTAL	
		N ₁		N ₂		N ₃		N ₄		N° TA UFC	% N° TA UFC
		N° UFC	%N° UFC	N° UFC	%N° UFC	N° UFC	%N° UFC	N° UFC	%N° UFC		
1	<i>Aspergillus</i>	89	14,2 %	75	16,5 %	99	14,7 %	29	10,2 %	292	14,3 %
2	<i>Alternaria</i>	35	5,6 %	20	4,4 %	36	5,4 %	12	4,2 %	103	5,1 %
3	<i>Curvularia</i>	43	6,9 %	31	6,8 %	59	8,8 %	17	6 %	150	7,4 %
4	<i>Cladosporium</i>	48	7,7 %	29	6,4 %	16	2,4 %	21	7,4 %	114	5,6 %
5	<i>Fusarium</i>	45	7,2 %	37	8,1 %	109	16,2 %	15	5,3 %	206	10,1 %
6	<i>Penicillium</i>	121	19,3 %	99	21,8 %	159	23,7 %	41	14,4 %	420	20,6 %
7	<i>Rhizopus</i>	8	1,3 %	0	0 %	11	1,6 %	0	0,0 %	19	0,9 %
8	<i>Rhodotorula</i>	17	2,7 %	11	2,4 %	32	4,8 %	0	0,0 %	60	2,9 %
9	<i>Scedosporium</i>	26	4,2 %	19	4,2 %	15	2,2 %	21	7,4 %	81	4,0 %
10	<i>Scopulariopsis</i>	36	5,8 %	28	6,2 %	32	4,8 %	19	6,7 %	115	5,6 %
	Otras especies	157,6	25,2 %	105	23,1 %	104,2	15,5 %	109,4	38,5 %	476,2	23,4 %
Total de UFC/m ³		625,6		454		672,2		284,4		2036,2	
Total de géneros		10		9		10		8		10	

Nota:

N₁: Unidad de cuidados intermedios
 N₂: Unidad de cuidados intensivos I
 N₃: Unidad de cuidados intensivos II
 N₄: Infectados

N° UFC: Número de UFC (frecuencia de género aislado)

%N° UFC: Porcentaje del número de UFC.

N° TA. UFC: Número total de géneros aislados (Suma total de cada uno de los géneros aislados en los 4 ambientes)

% N° TA. UFC: Porcentaje del número total de géneros aislados.

Anexo 7. Géneros de hongos aislados en ambiente de sala de partos en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

N°	Géneros aislados	Ginecología	
		S ₁ TOTAL	
		N° UFC	% N° T UFC
1	<i>Aspergillus</i>	110	15 %
2	<i>Alternaría</i>	46	6,3 %
3	<i>Curvularia</i>	58	7,9 %
4	<i>Cladosporium</i>	15	2,0 %
5	<i>Fusarium</i>	96	13,1 %
6	<i>Penicillium</i>	131	17,9 %
7	<i>Rhizopus</i>	6	0,8 %
8	<i>Rhodotorula</i>	15	2 %
9	<i>Scedosporium</i>	33	4,5 %
10	<i>Scopulariopsis</i>	49	6,7 %
	Otras especies	174	23,7 %
Total de UFC/m³		733	
Total de géneros		10	

Nota:

S₁: Sala de partos

N° UFC: Número de UFC (frecuencia de repeticiones de géneros aislados)

%N° UFC: Porcentaje del número de géneros aislado

Anexo 8. Géneros de hongos aislados en los ambientes de quirófano: Sala uno, sala dos, cirugías menores (sala tres), sala cuatro, emergencias ginecológicas (sala cinco), cirugías oftalmológicas (sala seis), en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

N°	Géneros aislados	Quirófano												TOTAL	
		Q ₁		Q ₂		Q ₃		Q ₄		Q ₅		Q ₆		N° TA UFC	% N°TA UFC
		N° UFC	% N° UFC												
1	<i>Aspergillus</i>	99	23,4 %	121	20,9 %	79	16,9 %	150	29,1 %	123	18,1 %	98	21,8 %	670	21,5 %
2	<i>Alternaria</i>	15	3,5 %	20	3,5 %	39	8,3 %	12	2,3 %	36	5,3 %	15	3,3 %	137	4,4 %
3	<i>Cladosporium</i>	18	4,3 %	17	2,9 %	36	7,7 %	17	3,3 %	59	8,7 %	21	4,7 %	168	5,4 %
4	<i>Curvularia</i>	21	5,0 %	35	6,1 %	18	3,8 %	21	4,1 %	16	2,4 %	15	3,3 %	126	4 %
5	<i>Fusarium</i>	26	6,1 %	37	6,4 %	29	6,2 %	15	2,9 %	53	7,8 %	11	2,5 %	171	5,5 %
6	<i>Penicillium</i>	77	18,2 %	100	17,3 %	121	25,8 %	115	22,3 %	154	22,7 %	129	28,7 %	696	22,3 %
7	<i>Rhizopus</i>	9	2,1 %	14	2,4 %	0	0 %	0	0 %	15	2,2 %	0	0 %	38	1,2 %
8	<i>Rhodotorula</i>	8	1,9 %	0	0 %	0	0 %	8	1,6 %	15	2,2 %	9	2 %	40	1,3 %
9	<i>Scedosporium</i>	29	6,9 %	17	2,9 %	25	5,3 %	21	4,1 %	39	5,7 %	35	7,8 %	166	5,3 %
10	<i>Scopulariopsis</i>	39	9,2 %	75	13,0 %	15	3,2 %	39	7,6 %	54	7,9 %	29	6,5 %	251	8,1 %
	Otras especies	82	19,4 %	142,4	24,6 %	106,8	22,8 %	117,6	22,8 %	115,6	17 %	86,8	19,3 %	651,2	20,9 %
Total de UFC/m³		423		578.4		468.8		515.6		679.6		448.8		3114.2	
Total de géneros		10		9		8		9		10		9		10	

Nota:

Q₁: Sala uno

Q₂: Sala dos

Q₃: Cirugías menores (sala tres)

Q₄: Sala cuatro

Q₅: Emergencias ginecológicas (sala cinco)

Q₆: Cirugías oftalmología (sala seis)

N° UFC: Número de UFC (frecuencia de género aislado)

%N° UFC: Porcentaje del número de UFC.

N° TA UFC: Número total de géneros aislados (Suma total de cada uno de los géneros aislados en los 6 ambientes)

% N° TA UFC: Porcentaje del número total de géneros aislados

Anexo 9. Prueba de normalidad de Anderson- Darling.

Ambientes	Variables	Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
		A-cuadrado	P valor
N ₁	T (°C)	0,340	0,325
	HR (%)	0,250	0,554
	UFC/m ³	0,400	0,221
N ₂	T (°C)	0,250	0,269
	HR (%)	0,320	0,367
	UFC/m ³	0,820	0,011
N ₃	T (°C)	0,540	0,079
	HR (%)	0,530	0,084
	UFC/m ³	0,280	0,473
N ₄	T (°C)	0,230	0,644
	HR (%)	0,240	0,594
	UFC/m ³	0,170	0,857
S ₁	T (°C)	0,530	0,086
	HR (%)	0,600	0,052
	UFC/m ³	0,910	0,006
Q ₁	T (°C)	0,260	0,520
	HR (%)	0,290	0,450
	UFC/m ³	0,390	0,228
Q ₂	T (°C)	0,520	0,096
	HR (%)	0,220	0,651
	UFC/m ³	0,740	0,020
Q ₃	T (°C)	0,220	0,671
	HR (%)	0,190	0,782
	UFC/m ³	0,420	0,188
Q ₄	T (°C)	0,270	0,512
	HR (%)	0,270	0,507
	UFC/m ³	0,200	0,765
Q ₅	T (°C)	0,280	0,491
	HR (%)	0,270	0,505
	UFC/m ³	0,420	0,188
Q ₆	T (°C)	0,270	0,507
	HR (%)	0,180	0,819
	UFC/m ³	0,290	0,442

Nota:

N₁: Unidad de cuidados intermedios

N₂: Unidad de cuidados intensivos I

N₃: Unidad de cuidados intensivos II

N₄: Infectados

S₁: Sala de parto

Q₁: Sala uno

Q₂: Sala dos

Q₃: Cirugías menores (sala tres)

Q₄: Sala cuatro

Q₅: Emergencias ginecológicas (sala cinco)

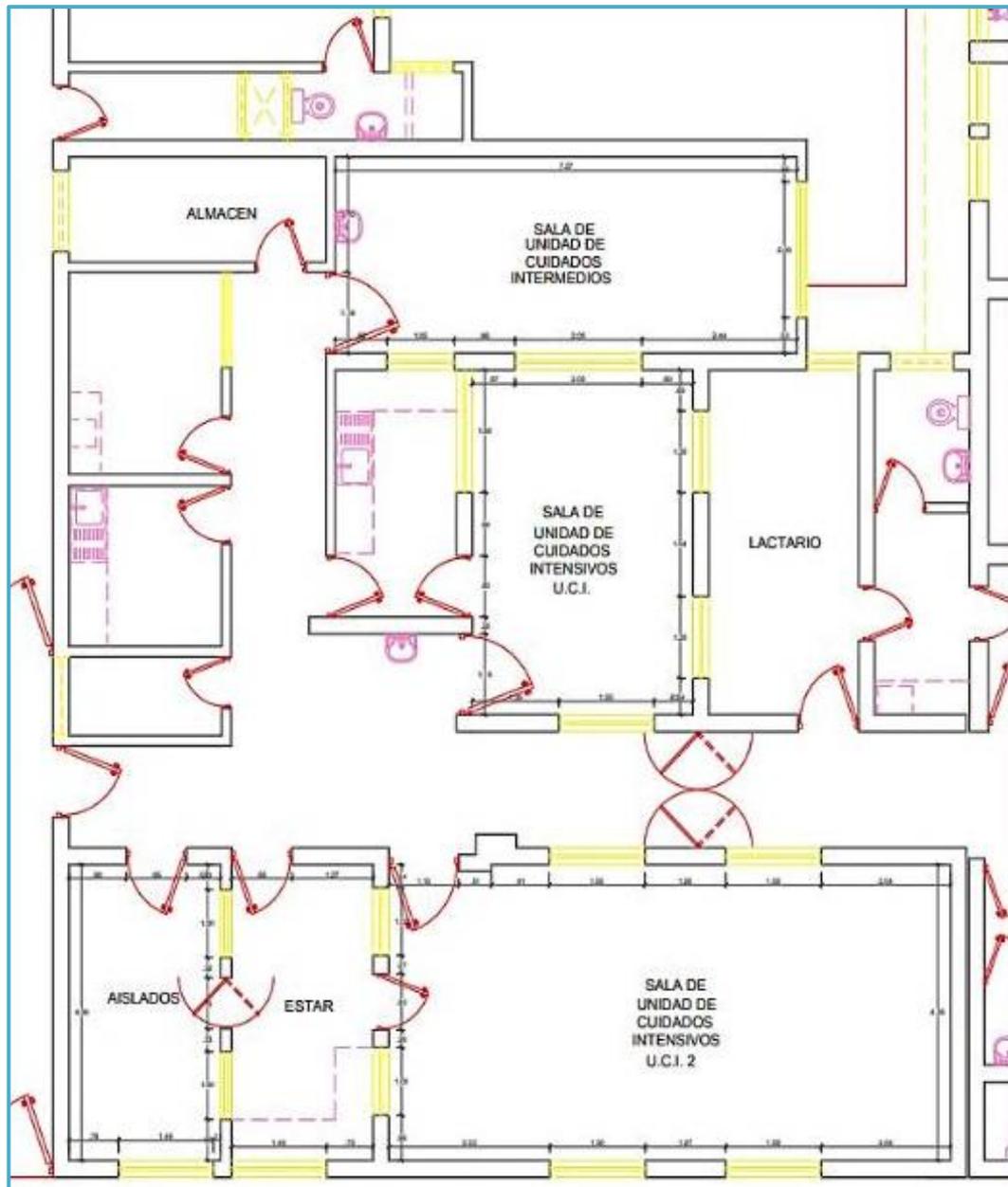
Q₆: Cirugías oftalmología (sala seis)

T (°C): Temperatura en grados centígrados

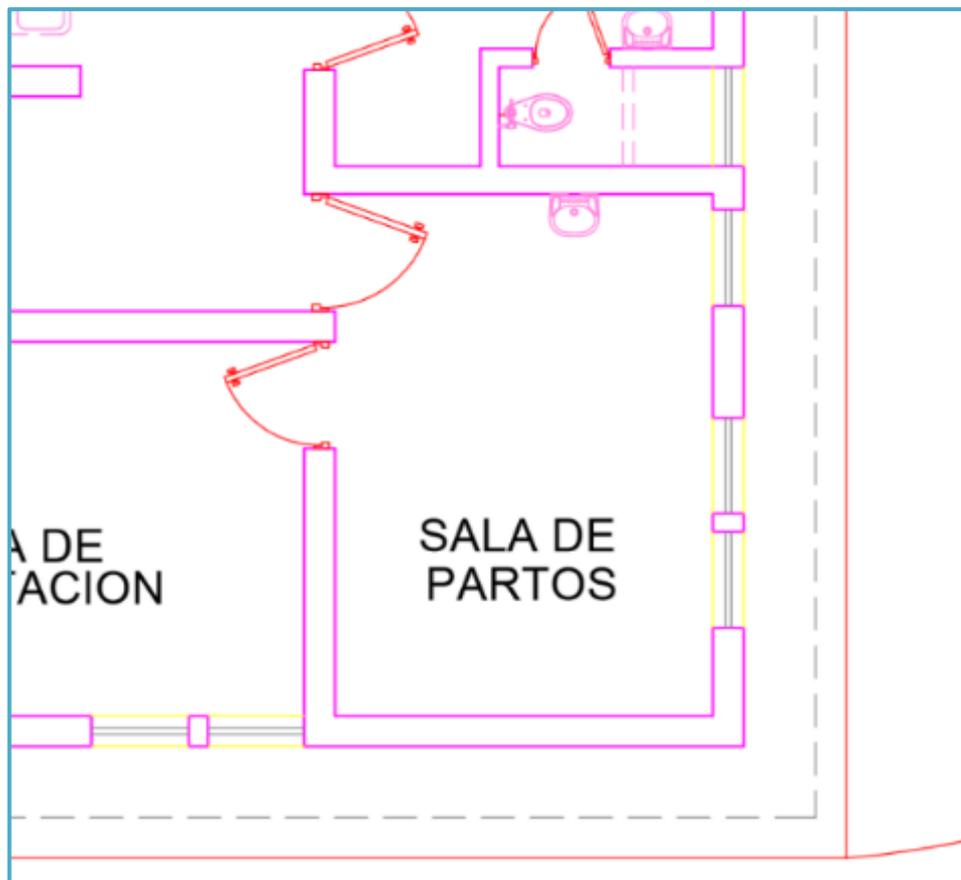
HR (%): Humedad relativa en porcentajes

UFC/m³: Unidad formadora de colonias por metro cúbico

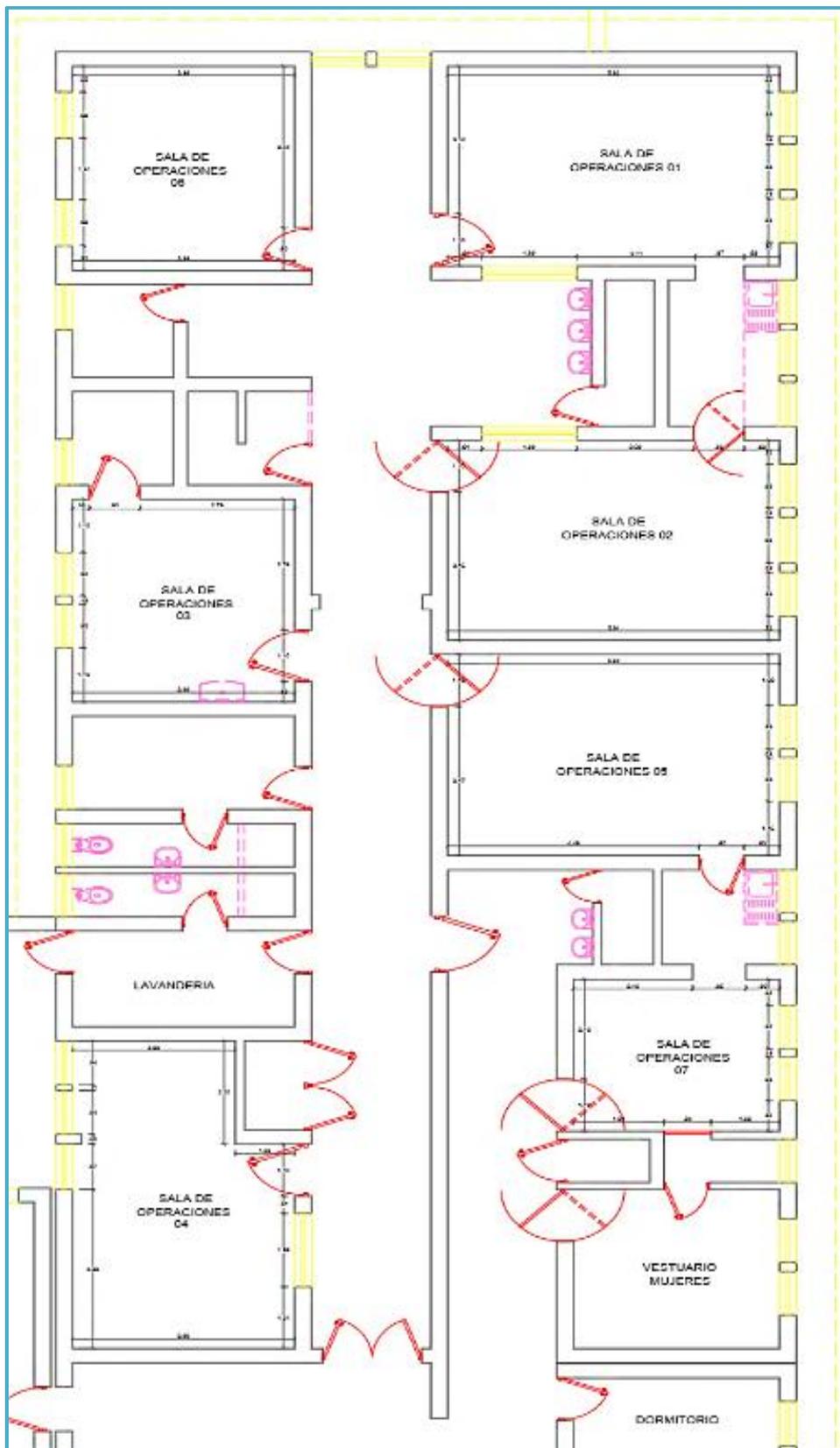
Anexo 10. Croquis de los ambientes del área de neonatología.



Anexo 11. Croquis del ambiente de sala de partos.



Anexo 12. Croquis de los ambientes del área de quirófano.



Anexo 13. Ficha de recolección de datos.

Nombre de Área													
N° de ambientes													
Área (largo x ancho)								N° de tomas por ambiente a evaluar					
Nombre del ambiente													
Humedad relativa %								T° interna(°C)					
Fecha													
Responsable de la toma de muestra													
Código de la muestra (placa)	Hora de inicio de toma de muestra	Descripción del lugar de ubicación de la placa	Material que más abunda en el ambiente (cajas, papel.)	Conteo de UFC								Total	
				2° día	Hora de lectura	3° día	Hora de lectura	4° día	Hora de lectura	5° día	Hora de lectura		
				Total									
Conclusión de riesgo de permisibilidad													

Anexo 14. Preparación de materiales y medio de cultivo.



Preparación de medios de cultivo



Medios de cultivo



Placas listas para esterilizar



Medios y placas en autoclave



Placas y tubos con medio de cultivo Agar papa dextrosa y Agar Sabouround

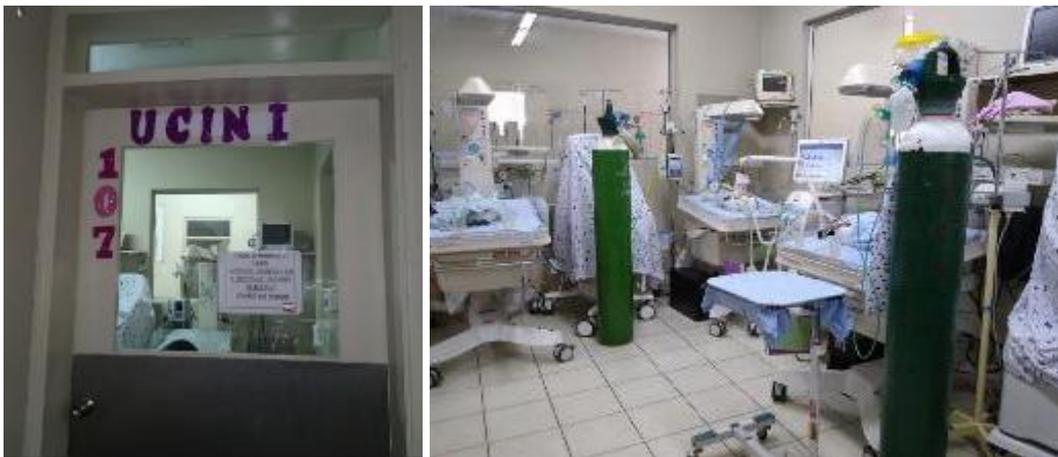


Incubación de las placas Petri con el medio, para el control de calidad.

Anexo 15. Áreas de muestreo.



Área de neonatología. Ambiente de unidad de cuidados intermedios



Área de neonatología. Ambiente de unidad de cuidados intensivos I.



Área de neonatología. Ambiente de unidad de cuidados intensivos II.



Área de neonatología. Ambiente de Infectados.



Área de ginecología. Ambiente de sala de partos



Área de quirófano. Sala uno

Área de quirófano. Sala dos



Área de quirófano. Cirugías menores (sala tres)



Área de quirófano. Sala cuatro



Área de quirófano. Emergencia ginecológica (sala cinco)



Área de quirófano. Cirugías oftalmológicas (sala seis)

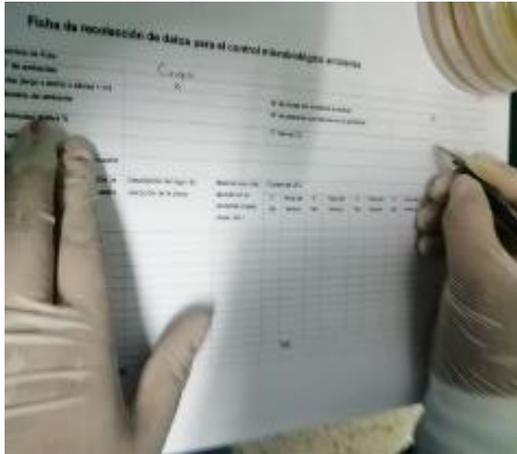
Anexo 16. Toma de datos y muestra.



Indumentaria para la toma de muestra en los ambientes.



Determinación de la temperatura y humedad con el higrotermómetro.



Toma de datos y descripción de los ambientes.



Instalación del colector Spin air Basic.



Observación de la placa Petri siendo colocada en el colector del equipo Spin air Basic.



Desinfección del colector.



Toma de muestra con el colector Spin air Basic.



Tras retirar la placa del colector Spin air se selló con parafilm y se colocó dentro de una bolsa ziploc



Se colocó las muestras en un cooler para su transporte al laboratorio



Se colocó las muestras en un taper para ser incubados a temperatura ambiente

Anexo 17. Procesamiento de muestras.



Contador de colonias



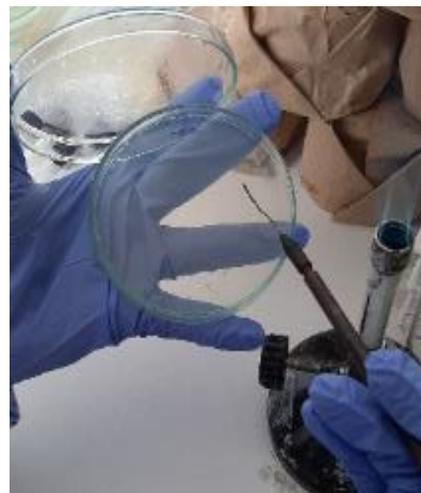
Conteo de colonias



Placas Petri en crecimiento a los 7 días.



Purificación de colonia



Siembra de colonia a purificar



Aislamiento de colonia



Microcultivo



Coloración y montaje



Técnica con cinta adhesiva



Coloración con tinta china



Paquete con las muestras para el envío al INS (Instituto Nacional de Salud)

Anexo 18. Géneros de hongos aislados.

1. GÉNERO: *Alternaria*

a.



1a. Vista macroscópica anverso

b.



1b. Vista macroscópica reverso

c.



1c. Vista microscópica a 100X

2. GÉNERO: *Aspergillus*

a.



2a. Vista macroscópica anverso

b.



2b. Vista macroscópica reverso

c.



2c. Vista microscópica a 10X

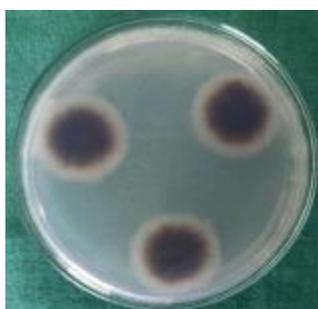
3. GÉNERO: *Curvularia*

a.



3a. Vista macroscópica anverso

b.



3b. Vista macroscópica reverso

c.



3c. Vista microscópica a 100X

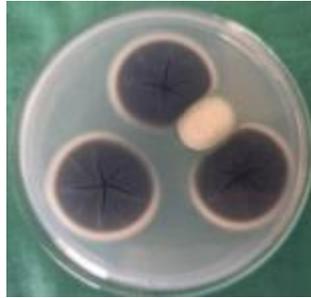
4. GÉNERO: *Cladosporium*

a.



4a. Vista macroscópica anverso

b.



4b. Vista macroscópica reverso

c.



4c. Vista microscópica a 100X

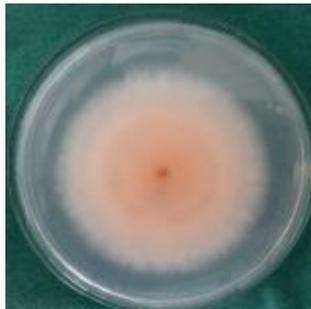
5. GÉNERO: *Fusarium*

a.



5a. Vista macroscópica anverso

b.



5b. Vista macroscópica reverso

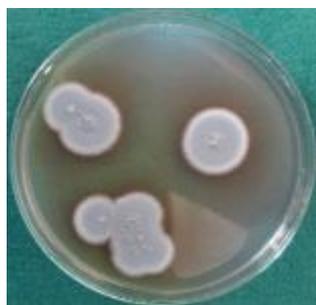
c.



5c. Vista microscópica a 10X

6. GÉNERO: *Penicillium*

a.



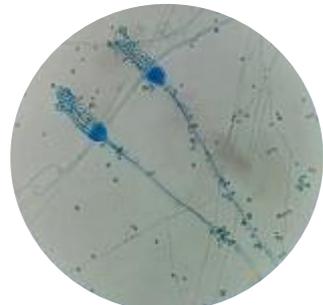
6a. Vista macroscópica anverso

b.



6b. Vista macroscópica reverso

c.



6c. Vista microscópica a 100X

7. GÉNERO: *Scedosporium*

a.



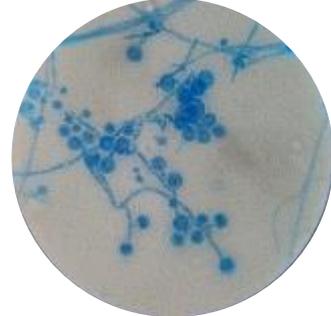
7a. Vista macroscópica anverso

b.



7b. Vista macroscópica reverso

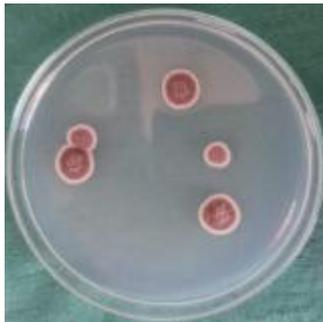
c.



7c. Vista microscópica a 100X

8. GÉNERO: *Scopulariopsis*

a.



8a. Vista macroscópica anverso

b.



8b. Vista macroscópica reverso

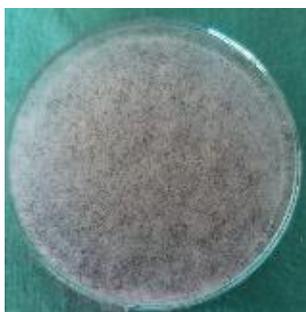
c.



8c. Vista microscópica a 10X

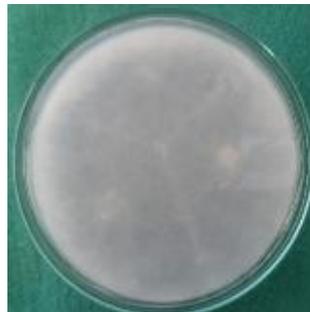
9. GÉNERO: *Rhizopus*

a.



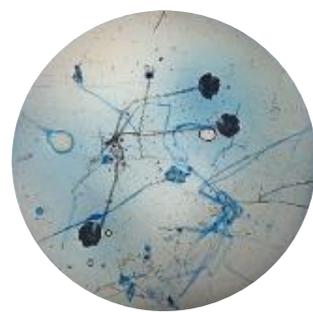
9a. Vista macroscópica anverso

b.



9b. Vista macroscópica reverso

c.



9c. Vista microscópica a 100X

10. GÉNERO: *Rhodotorula*

a.



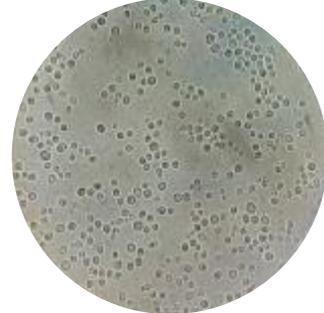
10a. Vista macroscópica anverso

b.



10b. Vista macroscópica reverso

c.



10c. Vista microscópica a 100X

Anexo 19. Normativa y estándares europeos y americanos sobre climatización y ventilación en quirófano.

Estándar	Tipo de cirugía	Velocidad del aire (m/s)	Temperatura de diseño (°C)	Humedad relativa (%)	Min. nº de intercambios de aire exterior por hora	Mini. nº de intercambios de aire total	Recirculación de aire en la habitación	Presión en relación con áreas adyacentes	Eficiencia de filtros
Brasil [5]	I		19-24	45-60	15	25		P	75-84/70-89/99.97
	II		19-24	45-60	15	15		P	75-84/70-89 (min.)
	C		22-26	45-60	15	15		P	75-84/70-89/99.97(rec.)
ASHRAE [2]			17-27	45-55	15	15	Si	P ^(*)	25 / 90 / 99.97
			17-27		5	25	Opc.	P	25 / 90 / 99.97
ASHRAE [4]	C							P	40-50 / 90-95
	B							P	40-50 / 90-95
	A		20-23.9	30-60	4	20	No		45-50 / 99.97
HVAC [2]	I		20 - 23.9	30-60	5	25	No	P	
CDC [9]			20 - 23	30-60	3	15	No	P	99.97
AIA [1]			20 - 23	30-60	3	15	No	P	99.97
Francia [14]			20 - 25	40-60					70-80 / 80-90 / 99.95
Holanda [10]			21±3						40-60 / 80-90 / >95 / 99.95
Alemania [12]			18-24 y 27	50					85 / 99.95 / 99.995
Alemania y Suiza [41]		0.2	21	30-50					80-90 / >95 / 85 ó 95
British Medical Council [30]			23±3	40-60		10		+25Pa	99.97
Singapur y HTM [35]			17-27	50-60				S i	80-90 / 99.97
			15-25	40-60					
España	A y B		22 - 26	45-55	>63 3l/s	>2 0	O P	P	70-80; E>98; y 99.95 ó 99.995

Anexo 20. Autorización para ejecución de la investigación en el Laboratorio Regional de Ayacucho.

 GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO 

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN E IMPUNIDAD"
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA ANEMIA Y LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA INFANTIL"

CONSTANCIA N° 098
AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ref.: Solicitud de la interesada

El Director General de la Dirección Regional de Salud Ayacucho, por medio de la presente comunica a:

MIRAJHA LILEM RIVERA MENDOZA
Tesisista de: "AEROMICROLOGÍA EN LOS AMBIENTES DE NEONATOLOGÍA, SALA DE PARTOS Y QUIRÓFANO EN EL HOSPITAL REGIONAL AYACUCHO MIGUEL ANGEL MARISCAL LLERENA, NIVEL II-2019"
Para la obtención del Título Profesional de Microbiología en la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Que, al haberse evaluado los documentos remitidos y socializado en las instalaciones de la Institución la investigación a los directivos y áreas correspondientes, se **AUTORIZA** la ejecución de la Tesis en el Laboratorio Regional de Ayacucho. (teniendo que asumir con los compromisos señalados en la parte posterior del presente documento).

La presente tendrá vigencia del 28 de octubre del 2019 al 29 de febrero del 2020; dejando sin efecto en las fechas no señaladas.

Ayacucho, 25 de Octubre del 2019





M. ESTYDIAZ TELLO
DIRECTOR GENERAL

Urbanización Mariscal Cáceres Mizra "L" lote 1 y 2
Telef: 0038-828257 - 400400, anexo 108

Anexo 21. Credencial de autorización para acceder a los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2.



Anexo 22. Informe técnico de verificación del equipo Spin air Basic.

**MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD**

"Año de la Universalización de la Salud"

NOTA INFORMATIVA N° 009- 2020- Laboratorio de Micología /DEET/CNSP

A : Director Ejecutivo de Enfermedades Transmisibles
Blgo. Ronnie G. Gavilán

ASUNTO: **SE REMITE INFORME EJECUTIVO DE VERIFICACION DEL EQUIPO SPIN AIR BASIC**

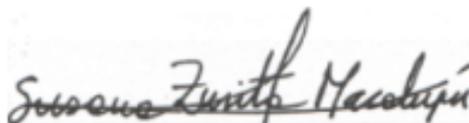
REFERENCIA: **REGISTRO N ° 22785 (1)**

FECHA: Lima, 18 febrero del 2020

Es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo y comunicarle que se remitió via email al Director del Laboratorio de Referencia Regional de Ayacucho, Blgo. Fredy Ore Malmaceda, el informe técnico de verificación del equipo **SPIN AIR BASIC** utilizando el método volumétrico, aprobado en CNSP/INS, como MET-CNSP-099; RD N° 195-2016-DG-CNSP/INS.

Lo que informo a usted en atención al número de registro de la referencia (1).

Atentamente



Dra. Susana Zurita Macalupú
Laboratorio de Micología

SZM/SZM

Anexo 23. Informe de resultado de hongos identificados por el INS.



MINISTERIO DE SALUD DE PERÚ
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
 ORGANISMO PÚBLICO-EJECUTOR DEL SECTOR SALUD
"Investigar para proteger la salud"

INFORME DE RESULTADO

ESTABLECIMIENTO HOSPITAL REGIONAL DE AYACUCHO "MIGUEL ANGEL MAR"
LABORATORIO MICOLOGIA
MEDICO FREDY ORE MALMACEA
DOC REFERENCIA 2182020GRAGGGRRSDRSADVSPDLRRDR **FECHA DE OBTENCION DE MUESTRA** 13/08/2020
TIPO DE MUESTRA CEPA **FECHA DE RECEPCION EN INS** 18/08/2020
PRUEBA CULTIVO **FECHA DE RESULTADO EN INS** 04/09/2020

CODIGO DE ORIGEN	CODIGO	Resultado Lab Referencial
1589	INS081405120	Fusarium dimerum
7600	INS081405220	Aspergillus sp.
7601	INS081405320	Alternaria alternata
7602	INS081405420	Cladosporium cladosporoides
7603	INS081405520	Cornularia lunata
7604	INS081405620	Scopulariopsis brevicaulis
7605	INS081405720	VER OBSERVACIONES
7606	INS081405820	Rhodotorula glutinis
7607	INS081405920	Penicillium purpurogenum
7608	INS081407020	Scopulariopsis sp.
7609	INS081407120	Rhizopus sp.
7610	INS081407220	BACTERIA
7611	INS081407320	Trichophyton mentagrophytes
7612	INS081407420	Penicillium chrysogenum
7613	INS081407520	Scedosporium sp.
7614	INS081407620	Scopulariopsis brevicaulis
7615	INS081407720	Halofoenicato
7616	INS081407820	Penicillium chrysogenum
7617	INS081407920	P. expansum
7618	INS081408020	BACTERIA
7619	INS081408120	Halofoenicato
7620	INS081408220	Scopulariopsis sp.

Observaciones: S. cineras



COORD. DE LABORATORIO:
 Susana Zurita Macalupu
 CMP - 20100

Ciudad Yuzumbay 1400 Telefono 740 1111 Jesus Maria Lima 11

Fecha: 13/10/2020 Hora:12:37 p.m.

Anexo 24. Matriz de consistencia.

Título: Aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019.

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano mediante el método volumétrico en el Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2?	<p>Objetivo general Determinar la aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019</p> <p>Objetivos específicos •Determinar el riesgo de permisibilidad de esporas fúngicas en UFC/m³ presente en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019 •Identificar los géneros de hongos presente en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019 •Relacionar la temperatura y humedad con la concentración de esporas fúngicas en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2, 2019</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antecedentes 2. Aeromicología 3. Hospital 4. Contaminación 5. Aire 6. Contaminación del aire 7. Hongo 8. Esporas Fúngicas 9. UFC 10. Ambientes hospitalarios 11. Hongos 12. Esporas fúngicas 13. Método volumétrico 14. Hongos y su importancia en el ambiente hospitalario 15. Reproducción 16. Clasificación de los hongos 17. Hongos ambientales y su patogenicidad 18. Toxicidad de hongos. 19. Factores de crecimiento de hongos 20. Base legal 	<p>Variables Variable principal: Aeromicota Indicadores UFC/m³ Niveles de riesgo de permisibilidad de esporas fúngicas. Temperatura ° C Humedad HR%</p> <p>Variable secundaria: Ambiente de neonatología, quirófano y sala de partos Indicadores Los puntos de muestreo</p>	<p>Tipo de investigación No experimental Diseño de investigación descriptivo- transversal-correlacional Población: Aeromicota presente en todos los ambientes del Hospital Regional “Miguel Ángel Mariscal Llerena” nivel II-2 Muestra: Estuvo conformado por las esporas fúngicas presente en los ambientes hospitalarios; quirófano, sala de partos y neonatología; teniendo 11 ambientes en total. Determinación de temperatura y humedad: Higrómetrometro. Toma de muestra Técnica: Método volumétrico Instrumento de recolección de datos: Agar Sabouraud más cloranfenicol y agar papa dextrosa. Cuantificación de colonias: Se hará el conteo en el contador de colonias y se sumará el total de UFC/m³, de todas las placas Petri correspondientes al ambiente a evaluar. Aislamiento e identificación de hongos Purificación de colonias, observación macroscópica, Micro cultivo, Coloración y montaje., Observación microscópica. Análisis estadístico Para los cálculos se utilizó el programa estadístico Microsoft Excel 2019 y para el análisis de correlación se empleó el programa estadístico Minitab 2019.</p>