

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

**Aeromicología interna en el mercado de abastos
“Nery García Zárate”, Ayacucho 2024**

Para optar el título profesional de:
BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:
Bach. Cende Diana GOMEZ ORE

ASESOR:
Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN

AYACUCHO - PERÚ

2025

A mis padres Máximo y Josefina y
hermanas Liz y Glide que siempre me
brindaron su apoyo incondicional para
cumplir mis metas

AGRADECIMIENTO

A mi *Alma mater*, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, formadora de profesionales comprometidos con el desarrollo académico y social al servicio de la sociedad.

A la Escuela Profesional de Biología, a todo su cuerpo docente, en especial al Área Académica de Microbiología, por compartir conmigo sus conocimientos y brindarme su valiosa orientación a lo largo de mi formación profesional y personal.

A la presidenta de la Asociación de Propietarios del Mercado de productores Nery García Zárate, en especial a los dueños de los puestos de productos por brindarme las facilidades y el apoyo necesarios para la realización de esta tesis.

Al Dr. Serapio Romero Gavilán, docente de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH, asesor del presente trabajo de investigación, por absolver mis dudas y brindarme su confianza con respecto a la ejecución del trabajo.

Al Dr. Víctor Humberto Alegría Valeriano, docente de la Escuela Profesional de Biología de la UNSCH por su valiosa colaboración en la confirmación taxonómica de los géneros fúngicos aislados.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	6
2.1.3. Antecedentes regionales	6
2.2. Marco conceptual	7
2.2.1. Calidad de aire	7
2.2.2. Aeromicrología	7
2.2.3. Aire	7
2.2.4. Contaminación del aire	7
2.2.5. Mercados de abastos	7
2.2.6. Hongos	8
2.2.7. Esporas fúngicas	8
2.2.8. Método Omeliasky	9
2.3. Fundamento teórico	9
2.3.1. Hongos y la repercusión en los mercados de abastos	9
2.3.2. Propiedades de los hongos	9
2.3.3. Morfología de los hongos	10
2.3.4. Clasificación de los hongos	10
2.3.5. Reproducción de los hongos	12
2.3.6. Hongos ambientales	12
2.3.7. Factores de crecimiento	16
2.4. Base legal	18
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Ubicación de la zona de estudio	19
3.1.1. Ubicación geográfica	19

3.1.2. Ubicación del Laboratorio	19
3.2. Tipo de investigación	19
3.3. Diseño de investigación	19
3.4. Unidad de análisis	19
3.5. Metodología y recopilación de datos	19
3.5.1. Solicitud de autorización	19
3.5.2. Selección del área de muestreo	19
3.5.3. Tiempo de muestreo	19
3.5.4. Toma de muestra	20
3.5.5. Obtención de humedad y temperatura	20
3.5.6. Muestreo ambiental (Método de Omeliasky)	20
3.5.7. Procedimiento del muestreo	20
3.6. Determinación de unidades formadora de colonias por m ³ de aire	21
3.7. Aislamientos de hongos	21
3.7.1. Purificación de las colonias	21
3.7.2. Microcultivo (Identificación de estructuras fúngicas)	21
3.7.3. Coloración y montaje	22
4.0. Análisis estadístico	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de los hongos.	12
Tabla 2. Niveles UFC/m ³ de Hongos en Aire Según Organización Mundial de la Salud (OMS), por la comisión de las Comunidades Europeas	21
Tabla 3. Análisis de correlación de Pearson.	25

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Frecuencia de géneros de hongos identificados en el interior del mercado de abastos de Nery García Zárate 2024.	24
Figura 2. Densidad fúngica (UFC/m ³) por puntos de muestreo con relación a la temperatura y humedad relativa, tomada en la mañana en el mercado de abastos Nery García Zárate Ayacucho 2024.	26
Figura 3. Densidad fúngica (UFC/m ³) por puntos de muestreo con relación a la temperatura y humedad relativa, tomada al medio día en el mercado de abastos Nery García Zárate Ayacucho 2024.	27
Figura 4. Densidad fúngica (UFC/m ³) por puntos de muestreo con relación a la temperatura y humedad relativa, tomada por tarde en el mercado de abastos Nery García Zárate Ayacucho 2024.	28
Figura 5. Nivel de contaminación del interior del mercado de abastos Nery García Zárate, Ayacucho 2024	29

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Preparación de materiales y medio de cultivo.	41
Anexo 2. Áreas de muestreo.	42
Anexo 3. Procesamiento de muestras.	43
Anexo 4. Identificación de géneros de hongos aislados.	44
Anexo 5. Prueba de normalidad de Anderson- Darling.	48
Anexo 6. Carta de autorización para ejecución de la investigación en el interior del mercado de abastos Nery García Zárate de Ayacucho.	49
Anexo 7. Matriz de consistencia	50

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general, evaluar la aeromicrobiología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024. Investigación de tipo no experimental de diseño descriptivo transversal, se hizo la toma de muestra de esporas fúngicas en agar Glucosado Sabouraud con la técnica de Omeliansky (método de sedimentación); se utilizó agar papa dextrosa para el aislamiento e identificación microscópica por la técnica microcultivo. Los resultados fueron: en los puntos estudiados se encontró un grado de contaminación fúngica de alto a muy alto; en horas de la mañana el punto (P-8) con un valor de 9,440 UFC/m³; en horas del medio día el punto (P-3) y (P-7) con valores de 3600 UFC/m³ y 4800 UFC/m³; y en las horas de la tarde el punto (P-5) y (P-6) con valores 2720 UFC/m³ y 3440 UFC/m³. Se determinó que no hay correlación significativa de la temperatura y humedad relativa con la UFC/m³ ($p > 0,05$) en el interior del mercado. Se identificó los géneros: *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Syncephalastrum*, *Alternaria*, *Fusarium* y *Cunninghamella* y géneros de hongos levaduriformes: *Rhodotorula* y *Geotrichum*.

Palabras clave: aeromicrobiología; UFC, hongos ambientales, mercado.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación aborda el tema de aeromicología en el ambiente interno del mercado; La calidad del aire en espacios cerrados de alta concurrencia, como los mercados de abastos, constituye un factor clave en la salud pública, ya que estos ambientes pueden convertirse en reservorios y fuentes de propagación de agentes biológicos, entre ellos los hongos, además los espacios que son destinado para la circulación de personas y los espacios para los comerciantes exceden a lo recomendado; los productos como: vegetales, especies, cereales, tubérculos, carnes, son acumulado en grandes volúmenes y la falta de mantenimiento de la infraestructura del mercado, el desorden en la ubicación de los puestos de venta puede convertirse en un factor crítico para la proliferación de hongos; todas esas situaciones nos llevan a evaluar la concentración de microorganismos en el aire ya que afecta a la calidad biológica del aire, causando contaminación y transmisión de enfermedades en especial por esporas y conidios de los hongos.

Las esporas y conidios fúngicas son componentes habituales del exterior y actúan como fuentes potenciales de contaminación en ambientes internos. La inhalación sistémica de esporas y fragmentos de micelio de hongos puede de causar infecciones y también pueden desencadenar respuestas alérgicas respiratorias debido a la presencia de proteínas y glicoproteínas en su pared celular. La intensidad de esta reacción depende de la concentración aérea de estas partículas, su capacidad de inducir sensibilización y factores como la especie fúngica involucrada, el sitio de depósito en el tracto respiratorio y la susceptibilidad individual del huésped (Sánchez y Almaguer, 2014).

En este contexto, el estudio de la aeromicología interna del mercado tuvo como objetivos, diagnosticar el estado microbiológico del aire y la identificación y

cuantificación de los géneros fúngicos predominantes que no solo permite evaluar la calidad ambiental, sino también establecer medidas preventivas frente a posibles brotes de enfermedades respiratorias o alérgicas importantes de origen micótico y también de generar información útil para la toma de decisiones en el ámbito de la salud ambiental, la gestión de espacios públicos y proponer estrategias de mejora sanitaria.

OBJETIVOS.

Objetivo general

Evaluar la aeromicrología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024.

Objetivos específicos

1. Identificar los distintos géneros de hongos filamentosos en el mercado de abastos “Nery García Zárate”.
2. Identificar los distintos géneros de hongos levaduriformes en el mercado abastos “Nery García Zárate”.
3. Relacionar temperatura y humedad relativa con la concentración de esporas fúngicas en el mercado de abastos “Nery García Zárate”.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Torres *et al.* (2015) en Venezuela, realizaron el estudio aeromicobiota de la biblioteca de la Escuela de Bioanálisis UCV, evaluando la carga fúngica en dos turnos (mañana y tarde) y en dos tipos de ambientes: externo (P) e interno (sala de lectura, archivo y dirección). Se empleó un método de impactación para recolectar muestras, registrando temperatura y humedad relativa en cada espacio. Las placas con agar papa dextrosa fueron incubadas a 28 °C durante 48–72 horas, y se calcularon las unidades formadoras de colonias por metro cúbico (UFC/m³). En el ambiente interno, la temperatura varió entre 23,4 y 27,7 °C, con humedad relativa entre 59–61%. Se registraron 580 UFC/m³ en la mañana y 280 UFC/m³ en la tarde, predominando *Aspergillus spp.*, *Cladosporium spp.*, *Chaetomium spp.* y *Curvularia spp.* En el ambiente externo, la temperatura osciló entre 25,5 y 27,7 °C, con HR entre 58–61%. Se contabilizaron 240 UFC/m³ en la mañana y 100 UFC/m³ en la tarde, con presencia destacada de *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Cladosporium spp.* y *Basidiomycetes*.

Guerrero *et al.* (2003) en México, realizaron un estudio de aislamiento de hongos en instalaciones deportivas de la UNAM, se recolectaron 358 muestras a lo largo de un año en albercas, vestidores, regaderas y pasillos. Para ello, se empleó la técnica de la moqueta estéril, un método simple y económico que permite el muestreo en grandes superficies con diversas condiciones de humedad, temperatura e iluminación. Además, esta técnica facilita reconocer los hongos en placas de agar. Los géneros fúngicos más frecuentes son: *Rhodotorula* (13.90%), *Candida* (11.22%), *Aspergillus* (9.43%) y *Penicillium* (8.48%). Las mayores concentraciones fúngicas se detectaron en las regaderas y en el plantel ubicado en la zona poniente de la Ciudad de México, con un incremento significativo en el crecimiento de colonias durante el final de la primavera y el verano.

Jaikel-Viquez *et al.* (2015) en Costa Rica, realizaron un estudio sobre contaminación fúngica en tres escuelas del cantón Central de Heredia, durante estaciones seca y lluviosa, usando el Burkard Personal Volumetric Air Sampler. Se registraron picos en octubre (3747 esporas/m³) y mayo (3194 esporas/m³); los valores más bajos ocurrieron en marzo y diciembre. En marzo, octubre y diciembre, el 91 % de las esporas correspondieron *Aspergillus*, *Penicillium*, ascosporas, basidiosporas y

Cladosporium. En mayo, *Cladosporium* dominó (78.46 %). El análisis estadístico reveló correlaciones significativas: negativa con la velocidad del viento ($r = -0.418$, $p < 0.05$) y positiva con la precipitación ($r = 0.568$, $p < 0.05$) y la humedad relativa ($r = 0.504$, $p < 0.05$). No se encontró relación significativa con la temperatura.

Ardila, L., (2019) Bucaramanga Colombia, realizó un estudio en el CEAD, con el objetivo de caracterizar los hongos presentes en el aire interior. Utilizó el método pasivo de sedimentación en placas de Petri con agar Sabouraud, incubadas entre 5 y 7 días. Del total de 818 muestras analizadas, se identificaron principalmente los géneros *Aspergillus* (17.36 %), *Penicillium* (14.91 %), *Cladosporium* (8.07 %) y *Fusarium* (7.70 %).

Morán A. (2022) ciudad de Macas, Ecuador. Realizó la investigación para evaluar la contaminación fúngica del aire en el mercado central y un mercado privado del centro urbano, utilizando la técnica de placa expuesta con medio Sabouraud y cloranfenicol. Se colocaron aleatoriamente 10 placas en el mercado central y 5 en el mercado privado, expuestas durante 30 minutos para permitir la sedimentación de esporas, y posteriormente incubadas a 36 °C por 48 horas. Los géneros identificados: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Candida* y *Fusarium*. La concentración fúngica fue de 703 UFC/m³ mercado central y 913 UFC/m³ mercado privado. Al comparar estos valores establecidos por la OMS y la Comisión de las Comunidades Europeas, se concluyó que ambos espacios presentan niveles elevados de contaminación aérea por hongos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Calizaya *et al.* (2010) en la ciudad de Tachna, evaluaron los hongos ambientales en mercados de abastos, presenta condiciones ambientales favorables para el desarrollo fúngico, con una humedad relativa entre 59 % y 70 % y temperaturas que oscilan entre 15 °C y 25 °C, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. En los mercados locales, frutas y verduras actúan como sustratos orgánicos que facilitan la esporulación de hongos. Durante el invierno de 2006 (junio-agosto), se realizaron muestreos ambientales mediante placas expuestas y hisopados nasofaríngeos. Se identificaron nueve géneros fúngicos, predominando *Penicillium spp.* (31.38 %), *Candida sp.* (28.26 %), *Cladosporium herbarum* (14.80 %) y *Rhodotorula sp.* (12.70 %).

Chuquilín *et al.* (2021) en la ciudad de Cajamarca, realizó una evaluación de la calidad microbiológica del aire interior en el mercado central, utilizando el muestreador microbiológico Hycon Standard, diseñado para la aspiración de

volúmenes controlados de aire. El monitoreo se realizó en el turno matutino (10:00 a.m. a 1:00 p.m.), considerado el de mayor afluencia de público. Se recolectaron 50 muestras distribuidas en cinco puntos estratégicos: P-1 (carnes), P-2 (jugos), P-3 (frutas), P-4 (comidas) y P-5 (artesanía y abarrotes), durante cinco días del mes de febrero de 2020, previo al inicio de la pandemia en Perú. Los resultados fueron comparados con los estándares establecidos por la norma española UNE 100012, que fija un límite máximo de 800 UFC/m³ para ambientes interiores. Los promedios registrados fueron: P-1 (859 UFC/m³), P-2 (786 UFC/m³), P-3 (767 UFC/m³), P-4 (830 UFC/m³) y P-5 (762 UFC/m³).

Monago y Collantes (2024) en la ciudad de Oxapampa, realizaron la investigación orientada a determinar la incidencia de hongos ambientales y su posible impacto en la salud en mercados y restaurantes. El estudio empleó una metodología analítica sintética con diseño preexperimental, aplicando técnicas micológicas convencionales mediante cultivos en medios Agar Sabouraud y Agar Papa Dextrosa. Como resultado del análisis de laboratorio, se identificaron cuatro géneros predominantes: *Mucor spp.* (40 %), *Penicillium spp.* (30 %), *Aspergillus niger* (20 %) y *Rhizopus stolonifer* (10 %). Farromeque *et al.* (2014) en la ciudad de Huacho, realizaron un estudio que tuvo como objetivo de reconocer los géneros de mohos ambientales presentes en mercados de abasto, se realizó una investigación en dos centros de comercio: el Mercado Central Modelo y el Mercado Centenario. Se aplicó la técnica de placa en exposición utilizando agar glucosa al 2 % según Sabouraud, recolectando un total de 22 muestras. La identificación se efectuó a nivel de género mediante observaciones macroscópicas y microscópicas. Los géneros detectados fueron *Penicillium sp.* y *Rhizopus sp.*, con mayor incidencia en la sección de frutas y verduras, donde se registraron porcentajes de 35.69 % en el Mercado Central y 37.68 % en el Mercado Centenario. El género *Penicillium* predominó en ambos mercados, representando el 82 % de los aislamientos en el Mercado Central y el 67 % en el Mercado Centenario. Lozano (2022) en la ciudad de Iquitos, realizó un estudio de evaluar la calidad micológica del aire en espacios comerciales, se realizó un estudio en el Mercado Belén y el Mercado Central, aplicando el método de sedimentación pasiva descrito por Omelianski. utilizo placas con Agar Papa Dextrosa, expuestas durante 15 minutos y posteriormente incubadas a temperatura ambiente por cinco días. La identificación microscópica se llevó a cabo mediante la técnica de cámara húmeda. Se aislaron un total de 688 colonias, correspondientes a 22 géneros y/o especies fúngicas. Los taxones más frecuentes fueron levaduras (80.36 %), micelio estéril (76.79 %) y

Penicillium (73.21 %), clasificados como comunes según la escala de frecuencia. Representando el 37 % del total (232 colonias). Los niveles de contaminación micológica fueron elevados en ambos ambientes, con concentraciones de 672,141 UFC/m³ en el Mercado Belén y 615,973 UFC/m³ en el Mercado Central.

2.1.3. Antecedentes Regionales

Vílchez (2018) en la ciudad de Ayacucho, Se llevó a cabo un estudio para determinar la contaminación fúngica diversas líneas de transporte público urbano, empleando el método gravimétrico de sedimentación para la detección de contaminantes fúngicos. Los resultados constataron que los niveles de contaminación en el aire de los vehículos varían de intermedios a altos, con recuentos de línea 20 (1496 UFC/m³), línea 2 (1176 UFC/m³), línea 14 (1040 UFC/m³) y línea 10 (936 UFC/m³), identificándose estas como las más afectadas. Se separaron un promedio de 165 hongos filamentosos, predominando los géneros *Aspergillus* (28%), *Penicillium* (27%), *Rhizopus* (18%) y *Alternaria* (12%). Otros géneros como *Cladosporium*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Paecilomyces* y levaduras se detectaron en baja proporción.

Rivera (2019) en la ciudad de Ayacucho, realizó un estudio de la aeromicológico en áreas críticas del Hospital Regional de Ayacucho “Miguel Ángel Mariscal” (nivel II-2), específicamente en neonatología, sala de partos y quirófano, con el objetivo de evaluar la carga fúngica ambiental. Se identificó diez géneros fúngicos, siendo *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* los más frecuentes en los tres ambientes evaluados. El análisis estadístico reveló que no existe una correlación significativa de la temperatura y humedad relativa con la concentración de esporas fúngica ($p > 0.05$). Los ambientes con mayor carga fúngica fueron UCI II (672.2 UFC/m³, 25.3 °C, 51 %), sala de partos (733 UFC/m³, 24.48 °C, 42.6 %) y sala cinco (679.6 UFC/m³, 24.68 °C, 48.8 %).

Vásquez (2018) en la ciudad de Ayacucho, logrando identificar siete géneros de hongos ambientales en un total de 358 unidades formadoras de colonia (UFC), recolectadas en 86 puntos de muestreo. El género predominante fue *Aspergillus* (49 %), seguido por *Penicillium* (28 %), *Cladosporium* (9 %), *Alternaria* (5 %), *Geotrichum* (4 %) y *Rhizopus* (3 %). Se registró además un 2 % de colonias no identificadas. En cuanto al nivel de contaminación, se clasificó como alta: Biblioteca Central UNSCH (960 UFC/m³), Museo de Arqueología. Intermedia: Archivo Central UNSCH (560 UFC/m³), Museo Andrés Avelino Cáceres, Archivo Departamental (320

UFC/m³), Museo de Biología (160 UFC/m³). Baja: Museo Hipólito Unanue (80 UFC/m³).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Calidad del aire

La calidad ambiental en espacios intrínsecos se refiere a las condiciones del ambiente dentro de edificios o recintos, que deben adaptarse a las necesidades de las personas y a las actividades que allí se realizan. Esta calidad se determina por la presencia de contaminantes químicos y biológicos, así como por factores físicos como temperatura, humedad o ventilación. No se considera en esta definición a los lugares con fines industriales o agrícolas. Mantener un buen ambiente interior es clave para evitar problemas de salud en trabajadores de oficinas y similares, además de prevenir sensaciones de incomodidad o falta de bienestar (Lozano, 2022).

2.2.2. Aeromicología

una rama especializada de la aerobiología, se encarga del análisis de las partículas fúngicas presentes en el aire, tanto en espacios cerrados como al aire abierto. Esta disciplina estudia los mecanismos de dispersión y transporte de esporas y propágulos de hongos, así como las fluctuaciones en sus concentraciones atmosféricas. Además, investiga la influencia de los factores ambientales de origen biológico y las interacciones entre ellos, junto con las variables que inciden en dichas modificaciones. (Ríos, 2011).

2.2.3. Aire

El aire es una combinación de gases que forma la atmósfera terrestre y es muy importante para la vida. Gracias al aire, los seres vivos pueden respirar y las plantas pueden hacer la fotosíntesis, que es su forma de producir alimento. El aire está conformado principalmente por nitrógeno (78%) y oxígeno (21%), además de pequeñas cantidades de dióxido de carbono (0,04%) y otros gases como el argón (0,96%) (INEI, 2015).

2.2.4. Contaminación de aire

La contaminación del aire ocurre cuando el ambiente se llena de sustancias dañinas como gases, polvo y pequeñas partículas. Estas provienen principalmente de los vehículos, las industrias, polvo del suelo, el polen de las plantas y el moho. Uno de los componentes más importantes de esta contaminación es el ozono. Aunque en la estratósfera el ozono nos resguarda de los rayos ultravioleta del sol, cuando se encuentra en la parte baja de la atmósfera, llamada tropósfera, se convierte en un contaminante. En las ciudades, este ozono se mezcla con otros gases y partículas,

formando el smog. (Ministerio del Ambiente del Perú, 2009).

2.2.5. Mercado de abastos

Los mercados de abastos constituyen infraestructuras destinadas al intercambio comercial de productos alimentarios, tanto frescos como procesados, incluyendo recursos hidrobiológicos. En estos espacios convergen diversos agentes económicos con el propósito de realizar transacciones de compra y venta. Los productos agropecuarios perecederos comprenden tubérculos, raíces, hortalizas, legumbres y frutas. El término mayorista hace referencia al comerciante que distribuye volúmenes superiores a una unidad del producto, ya sea como productor o intermediario. Estos actores, comúnmente denominados distribuidores o proveedores, abastecen a los mercados minoristas, donde los consumidores finales realizan sus adquisiciones (Gomez y Cancapa, 2019).

El mercado de abastos, según la FAO, constituye un elemento fundamental dentro de los Sistemas de Abastecimiento y Distribución de Alimentos (SADA), ya que representa una infraestructura integrada en una red compleja de procesos, funciones y conexiones interdependientes como la fabricación, manipulación, depósito, transporte, procesamiento, envasado y comercialización tanto al por mayor como al por menor que en conjunto permiten responder eficazmente a las necesidades alimentarias de la población urbana (Argenti y Marocchino, 2007).

2.2.6. Hongos

Los hongos pertenecen al dominio *Eukarya* y se clasifican dentro del reino *Fungi*. Este grupo presenta una notable diversidad, incluyendo organismos como mohos, levaduras y setas. Su función ecológica principal consiste en descomponer materia orgánica proveniente de organismos muertos, proceso mediante el cual liberan y absorben nutrientes esenciales para su desarrollo (Campbell y Reece, 2001).

2.2.7. Esporas de hongos

Los fragmentos de hifas son estructuras fúngicas que pueden ser transportadas por el aire de un sitio a otro. Sin embargo, al permanecer suspendidos en la atmósfera durante largos periodos, no logran establecerse ni completar su ciclo vital, lo que limita su capacidad de reproducción (Camargo *et al.*, 2011).

2.2.8. Método Omeliansky

El método gravimétrico de Omeliansky (OME), calculando UFC/m³ según la Norma Ramal de la Pesca NRP-201 (1987) (Rojas *et al.*, 2008).

2.3. Fundamento teóricas

2.3.1. Hongos y la repercusión en los mercados de abastos

Los hongos son organismos ampliamente distribuidos, tienen la disposición de desarrollarse sobre una amplia diversidad de sustratos y adaptarse a diversos tipos de clima, incluso en ambientes extremos. Su presencia es tan extensa que sus esporas pueden alcanzar niveles superiores a la atmósfera terrestre. No obstante, su desarrollo depende de Factores ambientales como la humedad relativa, temperatura, precipitación, inversión térmica, niveles de contaminación, presencia de materia orgánica y actividad antropogénica inciden directamente en la dispersión y propagación de esporas fúngicas. Estas condiciones favorecen su ingreso y acumulación en ambientes interiores, comprometiendo la cualidad del aire y generando peligros potenciales en la salud humana (Calizaya *et al.*, 2010).

Los hongos son capaces de provocar diversas infecciones en el ser humano, que pueden variar desde cuadros crónicos leves hasta enfermedades sistémicas graves, especialmente en individuos inmunocomprometidos. Las micosis se clasifican según el tipo de tejido u órgano afectado en superficiales, oportunistas o sistémicas. Las micosis subcutáneas comprometen tejidos profundos de la piel y suelen originarse por hongos patógenos presentes en suelos ricos en materia viva en descomposición, los cuales ingresan accidentalmente al tejido subcutáneo, dando lugar a la infección. Por otro lado, las micosis sistémicas afectan órganos internos, donde pueden generar lesiones como granulomas y abscesos, y en casos excepcionales, pueden ser letales. Aunque los hongos patógenos no producen toxinas, pueden desencadenar reacciones de hipersensibilidad en el huésped (Jaimes, 2014).

2.3.2. Propiedades de los hongos

Los hongos organismos eucariotas que carecen de clorofila, por lo tanto, obtienen su energía como heterótrofos. Su reproducción puede ser sexual o asexual, y suelen presentar estructuras filamentosas denominadas hifas, las cuales se agrupan formando un micelio. La pared celular de estos organismos está compuesta principalmente por quitina o por celulosa. Son especies de distribución cosmopolita, capaces de desarrollarse en una amplia variedad de sustratos, como el suelo y los alimentos (saprófitos), en plantas (fitoparásitos), o incluso en animales y seres humanos, donde pueden formar parte de la microflora o comportarse como parásitos (Rendueles y Maya, 2019).

2.3.3 Morfología del hongo

Organismos eucarióticos, se caracterizan por poseer un núcleo definido y orgánulos citoplasmáticos delimitados por membranas, lo que los diferencia estructuralmente de las bacterias, que carecen de estas características. Todas las células fúngicas están rodeadas por una pared celular rígida, cuya composición varía según la variedad de hongo. En casi todos de los casos, dicha pared contiene quitina como polisacárido predominante, aunque en algunas especies puede estar constituida principalmente por celulosa (Garcés *et al.*, 2003).

La mayoría de los hongos presentan estructuras vegetativas filamentosas denominadas hifas, que se desarrollan como extensiones alargadas y ramificadas en múltiples direcciones. Estas hifas suelen ser uniformes y delgadas, aunque su grosor puede variar considerablemente entre especies. El conjunto de hifas entrelazadas constituye el micelio, la estructura principal de crecimiento y colonización del hongo. En cuanto a la organización celular, el número de núcleos por célula puede oscilar desde uno o dos hasta células cenocíticas, fenómeno que puede estar relacionado con la ruptura de paredes celulares. El crecimiento del micelio es polarizado, ocurriendo principalmente en el extremo apical de la hifa, lo que permite su expansión longitudinal y transversal sobre el sustrato. La agrupación de numerosas hifas da origen a los talos o colonias fúngicas, que representan la forma visible y funcional del hongo en su entorno (Garcés *et al.*, 2003).

2.3.4. Clasificación morfológica de los hongos

a) Mohos filamentosos y Carnosos: Los hongos presentan estructuras filamentosas compuestas por células unidas que pueden estar separadas por tabiques transversales, denominadas hifas septadas, las cuales generan compartimentos similares a células mononucleadas. En contraste, algunas especies fúngicas carecen de estos tabiques, formando hifas cenocíticas, caracterizadas por ser continuas y multinucleadas. Las hifas cumplen funciones diferenciadas: las hifas vegetativas se encargan de la absorción de nutrientes desde el sustrato, mientras que las hifas aéreas participan en los procesos reproductivos y se extienden sobre la superficie del medio. La agrupación de estas estructuras da lugar al micelio, una masa filamentosa que constituye el cuerpo vegetativo del hongo (Guillen, 2022).

b) Levaduras: Los hongos unicelulares, presentan morfología esférica u ovoide. Su reproducción puede ocurrir por brotación, proceso mediante el cual una célula madre origina múltiples células hijas hasta 24 en algunos casos, o por fisión, donde la célula se separa en dos partes idénticos, generando colonias con apariencia parecida a las

bacterianas. Una característica adaptativa relevante es su capacidad para utilizar tanto compuestos orgánicos como oxígeno como aceptores finales de electrones, lo que les confiere la condición de anaerobios facultativos, permitiéndoles sobrevivir en ambientes con distintas condiciones de oxigenación (Guillen, 2022).

c) Hongos Dimorfos: una característica que les permite modificar su morfología en función de la temperatura ambiental. A 37 °C, correspondiente a la temperatura corporal humana, adoptan forma de levadura, mientras que a 25 °C se desarrollan como hongos filamentosos. Esta capacidad adaptativa es común en hongos con potencial clínico, ya que les facilita la colonización de tejidos humanos y la supervivencia en ambientes externos. (Guillen, 2022).

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

División	Nombre habitual	Morfologías reproductoras	Habitad	Principales representantes
Chytridiomycetes	Hongos primitivos	Esporas sexuales: Zoosporas	Materia orgánica viva o en descomposición, hábitad de agua	<i>Allomyces</i>
Zigomicetes	Moho del pan	Esporas sexuales: Zigosporas Esporas asexuales: esporangios	Suelo y materia orgánica plantas en descomposición	<i>Rizopus nigricans</i>
Ascomycetes	Hongos	Esporas sexuales: ascosporas Esporas asexuales: conidias	Suelo y materia orgánica Plantas en descomposición	<i>Sacharomyces cerevisiae</i>
Basidiomycetes	Setas	Esporas sexuales: Basidiosporas Esporas asexuales: oidios o artrosporas	Suelo y materia orgánica plantas 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>

2.3.5. Reproducción de los hongos

La reproducción en los hongos es el proceso biológico que da origen a nuevos organismos con las características esenciales de la especie, y puede ocurrir mediante mecanismos sexuales o asexuales. Además, los hongos presentan un proceso

alternativo denominado parasexualidad, que permite la generación de variabilidad genética sin requerir meiosis ni reproducción sexual formal, lo cual resulta relevante para la adaptación evolutiva y la diversidad genética en determinadas condiciones ambientales. En el ámbito micológico, las fases reproductivas reciben denominaciones específicas: la fase sexual se denomina teleomorfo, mientras que la fase asexual se denomina anamorfo (Cepero *et al.*, 2012).

Los hongos que se reproducen de manera asexual, conocidos como Deuteromycetos o hongos imperfectos, se clasifican como mitospóricos, ya que su reproducción se basa exclusivamente en divisiones mitóticas del núcleo. Este proceso ocurre a partir de un micelio reproductor sin necesidad de fusión nuclear, lo que favorece una dispersión rápida y eficiente en el entorno natural. En contraste, los hongos que presentan reproducción sexual, denominados hongos perfectos, son meiospóricos, dado que su ciclo reproductivo involucra la unión de núcleos compatibles seguida de meiosis. En este tipo de reproducción intervienen hifas heterotálicas (autoestériles), que requieren la interacción entre dos talos genéticamente. También existen hongos homotálicos (autofértiles), capaces de fusionar hifas del mismo tipo, pero con núcleos genéticamente diferenciados, permitiendo la reproducción sexual sin necesidad de otro talo (Bonifaz, 2012).

2.3.6. Hongos ambientales

Alternaria

La mayoría de las especies de hongos son cosmopolitas, frecuentemente separados de plantas, suelo, alimentos y ambientes interiores. Sus colonias suelen mostrar una textura que varía de aterciopelada a lanosa, con la parte exterior de color gris a marrón oliva y un reverso que oscila entre marrón oscuro. Los dictioconidios maduros también son marrones, dispuestos en cadenas acrópetas, con formas que van desde obclavadas y subesféricas hasta elipsoides, con una célula apical elongada, aunque en otras especies pueden mostrar conidios con ápices redondeados. Una característica distintiva de este grupo es la fabricación de colorante similares a la melanina, lo que contribuye tanto a la coloración de las colonias como a su resistencia frente a condiciones ambientales adversas (Cepero *et al.*, 2012).

Aspergillus

Se encuentra en el filo Ascomycota y se caracteriza por su amplia repartición ambiental, siendo comúnmente aislado del suelo, agua y aire. Su elevado predominio y capacidad de dispersión aérea prolongada lo han vinculado como agente oportunista, ya que sus esporas pueden mantenerse suspendidas en el ambiente por

largos periodos, facilitando el contacto con diversas superficies. Las colonias presentan un crecimiento rápido, generalmente entre 3 y 5 días. En sus primeras etapas, suelen ser blancas y algodonosas, mientras que en su madurez adoptan una apariencia granulada, aterciopelada, con presencia de surcos en algunas especies. Las estructuras aéreas, como el micelio y los conidióforos, exhiben una amplia gama de colores verde, oliva, pardo, amarillo, blanco, gris o negro según la especie. El reverso presentar tonalidades como café, rojo oscuro, rosa, blanco, amarillo o incluso no tener color (Ardila L.,2019).

Penicillium

Perteneciente al filo Ascomycota, es uno de los más ampliamente distribuidos en el ambiente, con alta prevalencia en alimentos y vegetales en descomposición, actuando como organismo saprófito. También se encuentra en diversos tipos de suelo y en el aire, lo que lo convierte en un contaminante ambiental frecuente. Su temperatura óptima de crecimiento se sitúa entre 20 °C a 30 °C, aunque puede desarrollarse en un rango más amplio, de 5 °C a 37 °C, lo que le permite proliferar incluso en comida congelada. Además, aguanta variaciones de pH que va de 3.5 y 10, con un crecimiento más eficiente en medios cercanos a pH 4. A nivel macroscópico, las colonias presentan aspecto pulverulento, algodonoso o aterciopelado, con superficies lisas o surcadas, y matices que cambian desde verde grisáceo hasta amarillo intenso en el centro, con bordes blancos y microscópicamente, el penicilio se forma por la bifurcación del conidióforo en una métula y fiálides, en cuyos extremos se desarrollan cadenas de conidios (Guillen, 2022).

Rhizopus

Perteneciente al filo Zygomycota, se encuentra predominantemente en ambientes naturales como de la tierra, vegetales y frutas. No obstante, también ha sido separado como parte del microbiota transitorio del ser humano, identificándose en piel, tracto respiratorio, gastrointestinal y urinario. Presenta un crecimiento acelerado, con colonias inicialmente algodonosas y blancas, que posteriormente adquieren tonalidades grises o amarillas. Morfológicamente, se caracteriza por la presencia de estolones y rizoides bien formados, con un micelio cenocítico ancho. Los rizoides se desarrollan el pie de los esporangióforos, ubicados en los lados de los estolones. Los esporangióforos generan esporangios globosos, con estructuras prominentes como la apófisis y la columela, que tras la ruptura se colapsan adoptando una forma similar a una sombrero chino o sombrilla. Las esporangiosporas son ovoides o globosas, de

aspecto hialino o marrón, dependiendo de la especie. Este género incluye especies implicadas en el grupo de infecciones conocido como cigomicosis, una micosis oportunista de rápida progresión (Bonifaz, 2012).

Cladosporium

El género *Cladosporium* comprende numerosas especies, algunas de distribución cosmopolita, que se encuentran comúnmente en el suelo, residuos vegetales, el filoplano (superficie de las hojas) y como endófitos. Sus conidios son frecuentemente aislados del aire, especialmente durante épocas de alta humedad, lo que evidencia su capacidad de dispersión atmosférica. tienen crecimiento prolongado, con superficies aterciopeladas y coloraciones que varían desde oliva-grisáceo y marrón oliváceo hasta marrón oscuro o negro. El micelio es septado, delgado e inicialmente hialino, poniéndose marrón con el tiempo. Los conidióforos, simples o ramificados, dan comienzo a conidios en cadenas acrópetas. Los conidios basales suelen ser más grandes y ocasionalmente septados, mientras que los superiores pueden presentar formas elipsoides, subglobosas, fusiformes u ovoides, con presencia de cicatrices y paredes que pueden ser lisas, rugosas. Este género incluye especies fitopatógenas, capaces de afectar plantas, así como saprótrofas, que contribuyen a la descomposición de materia orgánica en el ambiente (Cepero *et al.*, 2012).

Fusarium

Este género fúngico se destaca por formar colonias de crecimiento rápido, con una textura que varía entre algodonosa y aterciopelada. La coloración es diversa, abarcando desde blanco hasta tonos intensos como rojo carmín y violeta, así como diferentes matices de amarillo quemado. Muchas especies desarrollan esporodoquios pigmentados, y algunos de estos pigmentos pueden observarse en el reverso de las colonias en el medio de cultivo. El micelio es transparente, septado y delgado, mientras que las células conidiógenas son fiálides, que pueden ser cortas o alargadas. Según el número de puntos fértiles, se clasifican como monofiálides (un solo punto fértil) o polifiálides (múltiples puntos fértiles). Los conidios pueden presentarse en tres formas: macroconidios, mesoconidios y microconidios. Los mesoconidios, de tipo seco y forma fusiforme con varios septos, se originan del micelio aéreo a partir de polifiálides. En la mayoría de especies se observan macroconidios y microconidios, aunque algunas producen exclusivamente macroconidios (Cepero *et al.*, 2012).

Syncephalastrum

Este género fúngico se caracteriza por mostrar un micelio abundante, compuesto por hifas cenocíticas de gran calibre, acompañadas de estolones y frecuentemente rizoides. Los esporangióforos, que emergen del micelio aéreo, culminan en una vesícula esférica cubierta por merosporangios distribuidos en toda su superficie. Estas estructuras suelen ser simpodiales, aunque en algunas especies pueden presentarse como simples. Los merosporangios, de forma cilíndrica y pared delgada, contienen pocas esporas dispuestas en hilera. Las esporangiosporas son globosas a subglobosas, con pared lisa y levemente transparente. En el micelio se forman clamidosporas, estructuras de resistencia. Este género es heterotálico, y la cigospora presenta forma globosa a subglobosa, con una pared oscura y verrucosa. Las células suspensoras son similares, opuestas y sin apéndices, lo que facilita la identificación morfológica. Este grupo están extensamente repartidos en regiones tropicales y subtropicales, siendo comunes en la tierra y materia fecal (Cepero *et al.*, 2012).

Cunninghamella

perteneciente al filo Zygomycota, comprende siete especies, de las cuales únicamente una ha sido identificada como patógena para humanos y animales, principalmente en contextos de inmunosupresión o tras implantación traumática. Este género se encuentra en regiones de clima mediterráneo y subtropical, donde puede ser aislado del suelo y otros sustratos naturales. Las colonias presentan crecimiento rápido, con tonalidades que varían entre blanco y gris. Los esporangióforos son rectos y ramificados, y culminan en vesículas piriformes o globosas, sobre las cuales se desarrollan esporangios de forma globosa u ovoide, con paredes que pueden ser equinuladas o lisas. Además, el micelio puede producir zigosporas estructuras sexuales de resistencia y clamidoconidios, que contribuyen a la persistencia del hongo en condiciones ambientales adversas (Arenas, 2014).

Geotrichum

El género *Geotrichum* es cosmopolita y saprótrofo, con aislamiento frecuente en suelo, plantas, productos lácteos. La especie *Geotrichum candidum* se considera parte del microbiota frecuente humana, ya que se ha identificado en muestras de heces, orina y segregaciones vaginales. Las colonias presentan crecimiento acelerado, con una estructura inicialmente correosa, que puede volverse polvorienta o cerosa con el tiempo. Su coloración es blanca, tanto en la superficie como en el reverso del medio de cultivo. El hongo origina transparente y septado. La reproducción es asexual, mediante la formación de artroconidios, los cuales se

liberan por esquizolisis. No se observa reproducción por gemación. Aunque morfológicamente es un moho micelial, clasificándose como levaduras debido al aspecto de sus colonias y a la sencillez con la que se le aplican pruebas bioquímicas de asimilación (Cepero et al., 2012).

Rhodotorula

Este género de levadura, ampliamente distribuido en el ambiente como en el aire, suelo, lagos, aguas oceánicas y productos lácteos, también puede formar parte del microbiota transitorio de la piel y mucosas humanas. Morfológicamente, se caracteriza por la presencia de basidiosporas y microsporas capsuladas, con una apariencia mucoide y pigmentación rojo anaranjada atribuida a la producción de carotenoides. Son levaduras ovoides o esféricas, capaces de asimilar diversos azúcares sin fermentarlos. Aunque algunas veces se identifican como pieza etiológicos de micosis oportunistas, se han aislado en soluciones hospitalarias, esputo, piel y hemocultivos de pacientes inmunocomprometidos, como aquellos con VIH/SIDA o cáncer de la sangre. En casos clínicos, esta levadura ha sido implicada en infecciones graves como neumonía, meningitis, ventriculitis, peritonitis, endoftalmitis, fungemia, endocarditis, sepsis y afecciones del sistema nervioso central, especialmente asociadas al uso de catéteres venosos centrales (Bonifaz, 2012).

2.3.7 Factores de crecimiento

Temperatura

La temperatura ambiental ejerce un efecto directo sobre el crecimiento fúngico, al influir en la tasa metabólica, particularmente en la actividad enzimática, lo que repercute en la segregación de vitaminas, aminoácidos y otros metabolitos esenciales. En función de sus requerimientos térmicos, se pueden clasificarse en tres grupos principales:

- **Psicrófilos:** Representan un grupo reducido de especies capaces de crecer a una temperatura entre 0 °C y 17 °C, e incluso algunas pueden desarrollarse por debajo de 0 °C. Sin embargo, ninguna especie psicrófila crece por encima de los 20 °C.
- **Mesófilos:** Constituyen la mayoría de las especies fúngicas. Su rango de crecimiento se sitúa entre 10 °C y 35 °C, con una temperatura óptima entre 20 °C y 30 °C, lo que los hace predominantes en ambientes templados.
- **Termófilos:** Este grupo incluye aproximadamente cien especies capaces de crecer en un rango térmico de 20 °C a 60 °C, con una temperatura perfecta entre 40 °C a 50 °C. A diferencia de las bacterias, algunos hongos pueden tolerar temperaturas

superiores a 65 °C, lo que les permite sobrevivir en ambientes extremos (Cepero *et al.*, 2012).

Humedad

El agua desempeña un papel esencial en el crecimiento fúngico, ya que facilita la absorción de nutrientes hacia el interior celular y permite la liberación de enzimas extracelulares necesarias para la degradación de polímeros orgánicos presentes en el entorno. Además, el agua es indispensable para el sosten estructural del citoplasma y actúa como fuente de hidrógeno y oxígeno, elementos fundamentales en procesos metabólicos. Debido a estas funciones, los hongos requieren una humedad relativa mínima del 70 % para poder desarrollarse adecuadamente en ambientes naturales. En condiciones de laboratorio, los cultivos *in vitro* se mantienen generalmente en una humedad relativa cercana al 100 % (Cepero *et al.*, 2012).

Concentración de iones de hidrogeno

La concentración de iones de hidrógeno (pH) desempeña un papel crucial en el crecimiento fúngico, ya que regula la reserva de iones inorgánicos y de diversos metabolitos celulares. La gran parte de los hongos pueden desarrollarse en un rango de pH entre 4 y 8.5, siendo el óptimo de crecimiento entre 5 y 7, cercano a la neutralidad. Sin embargo, existen hongos capaces de tolerar condiciones extremas de pH, agrupados en dos categorías:

- Hongos acidófilos: Comprenden organismos que pueden sobrevivir en ambientes con pH inferior a 4, e incluso algunos soportan valores menores a 1. La gran parte de estos hongos corresponde a levaduras, adaptadas a medios altamente ácidos.
- Hongos alcalófilos: Incluyen especies que pueden crecer en pH superiores a 8.5, con una temperatura óptima de crecimiento cercana a pH 9 (Cepero *et al.*, 2012).

2.4. Base legal

1. El Artículo 2° inciso 22 de la Constitución Política del Perú, establece este derecho es un pilar de la Constitución y reconoce la necesidad de un bienestar integral para las personas, que abarca tanto el esparcimiento como un entorno que favorezca el desarrollo humano. De igual forma, el Artículo 67° faculta al Estado a regular y proteger el medio ambiente para el beneficio de las generaciones presentes y futuras, asegurando el equilibrio ecológico y la sostenibilidad (Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, 2001).
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.º 074-2001-PCM, artículo 12, establece que el monitoreo

de la calidad del aire es permanente y está a cargo del Ministerio de Salud mediante DIGESA, quien puede delegar esta función a entidades públicas o privadas (DIGESA, 2005).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo se ejecutó en el Mercado de abastos Nery García Zárate de Ayacucho.

3.1.1. Ubicación geográfica

El Mercado de Abastos Nery García Zárate está localizado en Jr. Agustín Gamarra s/n, San Juan Bautista, Ayacucho, a 2,803 m.s.n.m., con coordenadas 13°08'58" S y 74°13'56" O.

3.1.2. Ubicación del Laboratorio

El Laboratorio de la Facultad de Biología está localizado en av. Independencia s/n, distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.

3.2. Tipo de investigación

No experimental, es un tipo de investigación que se caracteriza por no manipular intencionadamente las variables del fenómeno observado. En este enfoque, el investigador se limita a observar y analizar los hechos tal como ocurren en su contexto natural, sin intervenir en su desarrollo ni alterar sus condiciones (Valderrama, 2018).

3.3. Diseño de investigación

Descriptivo, este tipo de investigación que tiene como objetivo caracterizar un fenómeno de salud en términos de su frecuencia, distribución y principales atributos. (Hernández *et al.*, 2014).

Transversal, investigación que se caracteriza por la recolección de datos en un único momento temporal (Hernández *et al.*, 2014).

3.4. Unidad de análisis: Los puntos de toma de muestra del ambiente interno del mercado de abastos de Nery García Zárate.

3.5. Metodología y recopilación de datos

3.5.1. Solicitud de autorización

Se solicitó un permiso al comité del mercado de abasto "Nery García Zárate", para poder realizar el muestreo en sus instalaciones.

3.5.2. Selección del área de muestreo

Se dividieron 9 puntos de muestreo según la disposición del local y ubicación de los puestos de venta.

3.5.3. Tiempo de muestreo

Los muestreos se realizaron en abril a mayo de 2024, con tres repeticiones por punto de muestreo.

3.5.4 Toma de muestra

- Se recolectó la primera muestra en la mañana del mes de abril 25/04/2024.
- Se recolectó la segunda muestra al medio día del mes de mayo 02/05/2024.
- Se recolectó la tercera muestra en la tarde del mes de mayo 09/05/2024.

Puntos de muestreo

- **P-1:** puesto de verduras y baño parte inferior.
- **P-2:** puesto de cereales, huevos y abarrotes.
- **P-3:** puesto de frutas y plásticos.
- **P-4:** puesto de papas, verduras y especias.
- **P-5:** puesto de verduras.
- **P-6:** puesto de comida, verduras y carnes.
- **P-7:** puesto de papas.
- **P-8:** puesto de verduras, papas y especias.
- **P-9:** puesto de verduras y baño parte superior.

3.5.5. Obtención de humedad relativa y temperatura

La humedad y la temperatura se registraron simultáneamente en cada punto de muestreo utilizando un higrotermómetro. Este dispositivo permitió medir la temperatura (°C) y la humedad relativa (%).

3.5.6. Muestreo ambiental (Técnica de Omeliansky)

Para el muestreo ambiental o toma de muestra se consideró la técnica de sedimentación que consiste en la exposición de las placas Petri conteniendo agar Glucosado Sabouraud por espacio de 10 minutos en los lugares de muestreo a una altura de 1.5 metros. (Borrego *et al.*, 2011).

3.5.7. Procedimiento del muestreo

- Las placas Petri conteniendo agar Glucosado Sabouraud, se transportaron hasta el interior del mercado Abastos Nery García Zarate.
- Una vez en el interior del mercado, se colocaron las placas Petri teniendo agar Glucosado Sabouraud en cada uno de los distintos puntos seleccionados, realizándose tres repeticiones en cada punto de muestro a una altura de 1.5 m del piso.
- Se abrió las tapas de las placas Petri y se dejaron expuestas por un tiempo de diez minutos por cada punto de muestreo.
- Una vez pasado el tiempo, se tapó las placas Petri, se cubrieron y se trasladó al laboratorio de Epidemiología de la Escuela Profesional de Biología- UNSCH.
- Se incubó las placas a 25 °C por tres días.

- Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se realizó el conteo de las colonias.

3.6. Determinación de las unidades formadoras de colonias por m³ de aire

Se realizó el conteo de colonias en las placas Petri con el objetivo de calcular las Unidades Formadoras de Colonias (UFC), indicador que permite estimar la concentración de microorganismos viables en una muestra. Se usó la siguiente fórmula:

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

Donde:

Nº de colonias: número total de colonias contabilizadas en la placa Petri tras el muestreo.

K: constante que depende del diámetro de la placa Petri utilizada:

- K = 100 para placas de 8 cm de diámetro.
- K = 80 para placas de 9 cm de diámetro. (Borrego *et al.*, 2011).

Tabla 2. criterios de contaminación fúngica en UFC/m³ en ambientes interiores

Según Organización Mundial de la Salud (OMS), por la comisión de las Comunidades Europeas

Escala de contaminación	Concentración de hongos UFC/m ³ en el aire
Muy baja	<25
Baja	25-100
Intermedia	100-500
Alta	500-2000
Muy alta	>2000

3.7. Aislamiento de hongos

3.7.1. Purificación de las colonias

- Se examinó las placas Petri con las muestras ya crecidas y se rotuló la colonia de conveniencia.
- Se esterilizó el asa de kólle y tomó muestra de la colonia de conveniencia, se sembró en un vial con agar Glucosado Sabouraud.
- Se incubó los viales a temperatura de 25°C durante cinco días.

3.7.2. Microcultivo (Identificación de estructuras fúngicas)

- Se cortó de la placa con medio de agar Papa Dextrosa con una hoja de bisturí, cuadraditos de agar de 1 cm por cada lado.

- Con ayuda de asa de kolle se puso un cuadradito en lámina portaobjetos dispuesta en la placa de Petri, como parte del montaje del equipo de microcultivo. Esta operación se realizó bajo condiciones estrictas de esterilidad.
- Se sembró la colonia de conveniencia (hongo) con asa de kolle en gancho en las cuatro esquinas del cuadradito de agar Papa Dextrosa.
- Luego se puso la lámina cubreobjetos encima del cuadradito de agar Papa Dextrosa.
- Se vertió 5 mL de agua destilada estéril a la placa Petri, para crear un apropiado ambiente humedad y así no se deshidrate el bloque de agar Papa Dextrosa.
- Se incubó a 25 °C por cinco días (Cepero *et al.*, 2012).

3.7.3. Coloración y montaje

- Con una pinza se retiró la lámina cubreobjetos y se acomodó sobre una lámina portaobjeto con la cara inferior hacia arriba, se agregó una gota del metanol y se dejó para el secado respectivo.
- Se invirtió la laminilla con las estructuras fúngicas sobre la lámina portaobjetos donde se colocó una gota de azul de lactofenol, dejando actuar por 24 horas, finalmente se secó el exceso con papel toalla.
- Se selló con esmalte transparente la preparación para su mejor conservación y para su posterior identificación.
- La identificación fúngica se realizó mediante observación microscópica utilizando objetivos de 10X y 40X, aplicando claves taxonómicas para determinar las características morfológicas de las estructuras reproductivas (Mier *et al.*, 2002) (Watanabe, 2002).

4.0. Análisis estadístico

Una vez obtenidos la información correspondiente a UFC/m³ de aire, temperatura ambiental, humedad relativa y los géneros fúngicos aislados, se procederá al análisis estadístico utilizando el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

IV. RESULTADOS

Figura 1. Frecuencia de géneros de hongos identificados en el interior del mercado de abastos de Nery García Zárate 2024.

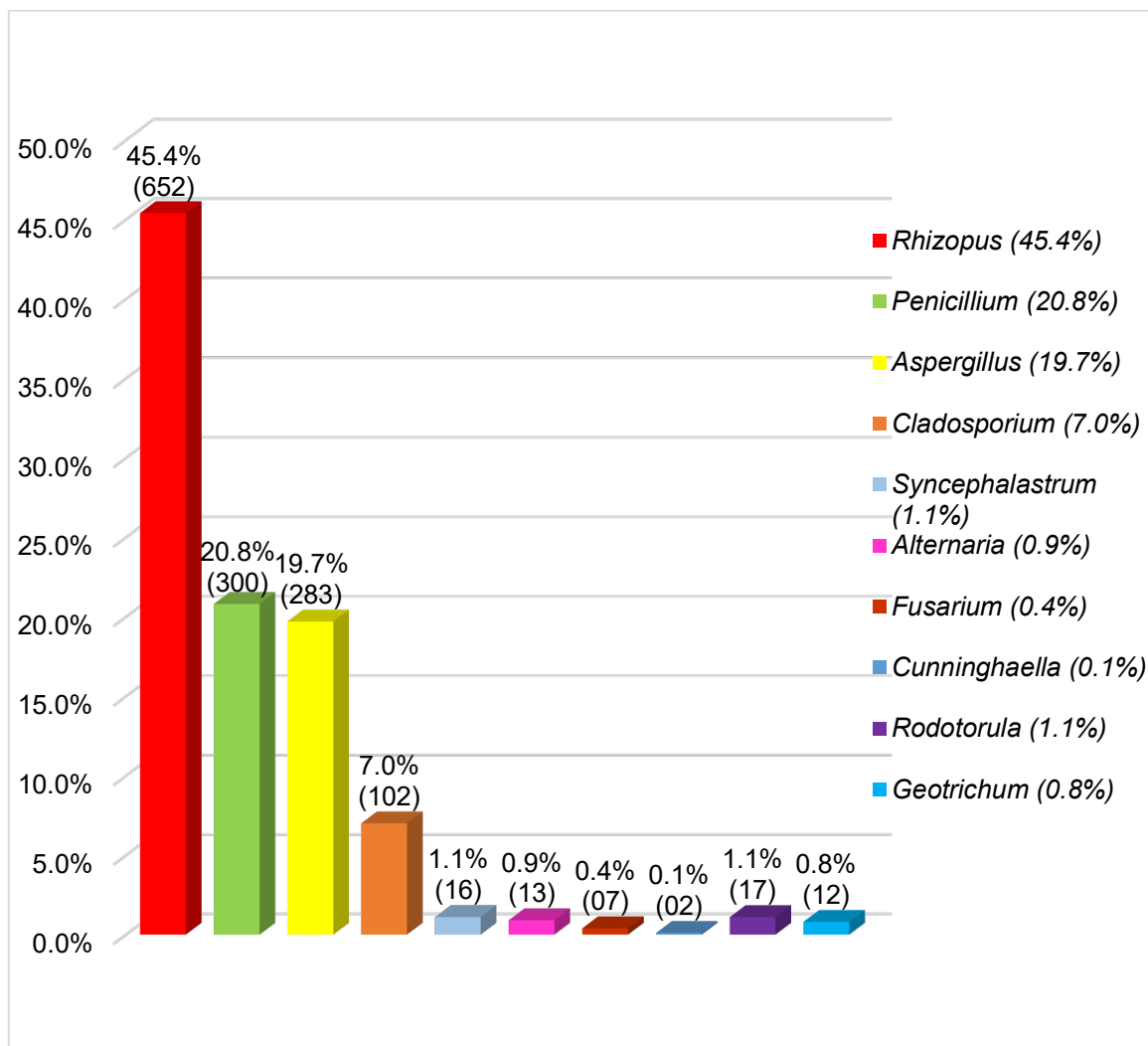


Tabla 3. Análisis de correlación de Pearson.

Puestos	Elementos ambientales	Cifra de correlación de Pearson	Probabilidad (P- valor)
P-1	UFC/m ³ - T(°C)	-0.170	0.891
	UFC/m ³ - HR (%)	0.614	0.579
P-2	UFC/m ³ - T(°C)	-0.200	0.872
	UFC/m ³ - HR (%)	-0.277	0.821
P-3	UFC/m ³ - T(°C)	0.488	0.676
	UFC/m ³ - HR (%)	-0.629	0.567
P-4	UFC/m ³ - T(°C)	-0.610	0.582
	UFC/m ³ - HR (%)	0.419	0.725
P-5	UFC/m ³ - T(°C)	-0.501	0.666
	UFC/m ³ - HR (%)	0.706	0.501
P-6	UFC/m ³ - T(°C)	-0.132	0.915
	UFC/m ³ - HR (%)	0.423	0.722
P-7	UFC/m ³ - T(°C)	-0.443	0.708
	UFC/m ³ - HR (%)	0.246	0.842
P-8	UFC/m ³ - T(°C)	-0.968	0.161
	UFC/m ³ - HR (%)	0.895	0.294
P-9	UFC/m ³ - T(°C)	-0.317	0.794
	UFC/m ³ - HR (%)	0.200	0.872

Nota: correlación de la temperatura y humedad relativa con la UFC/m³ por puesto.

P-1: puesto de verduras y baño parte inferior.

P-2: puesto de cereales, huevos y abarrotes.

P-3: puesto de frutas y plásticos.

P-4: puesto de papas, verduras y especias.

P-5: puesto de verduras.

P-6: puesto de comida, verduras y carnes.

P-7: puesto de papas.

P-8: puesto de verduras, papas y especias.

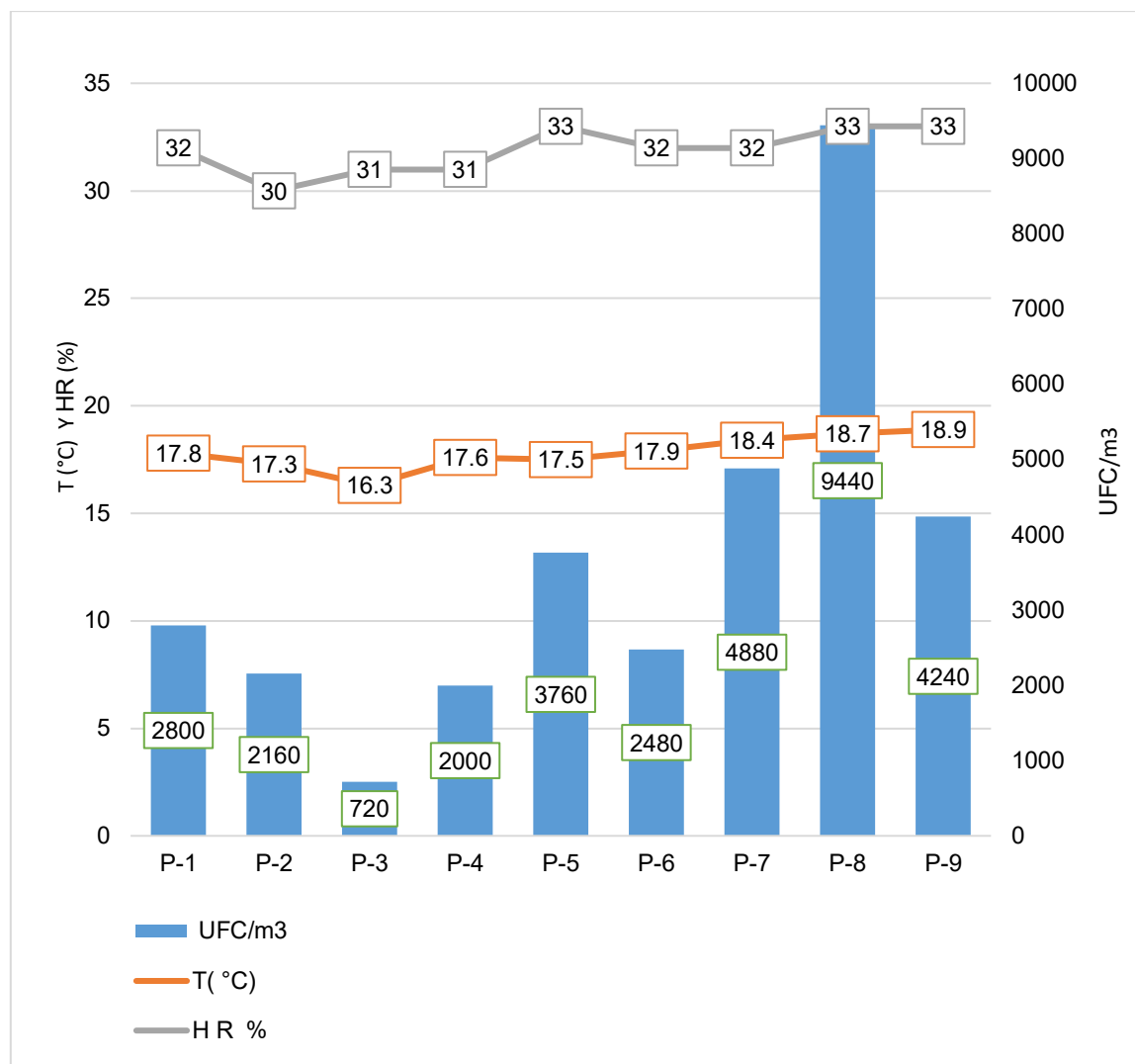
P-9: puesto de verduras y baño parte superior.

T (°C): Temperatura

HR (%): Humedad relativa

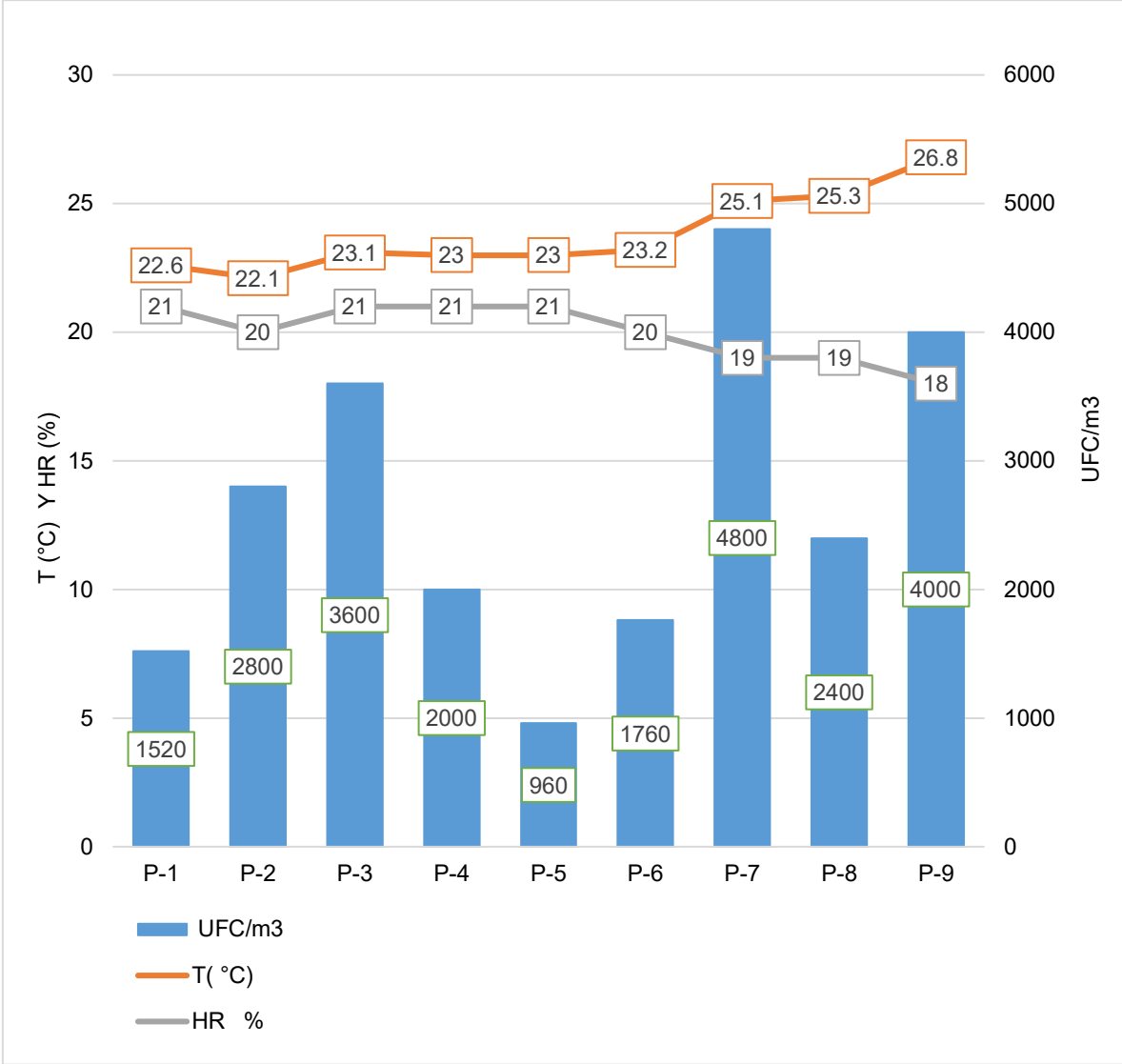
UFC/m³: Unidad formadora de colonias por metro cúbico

Figura 2. Densidad fúngica (UFC/m³) por puntos de muestreo con relación a la temperatura y humedad relativa, tomada en la hora de la mañana en el mercado de abastos Nery García Zárate Ayacucho 2024.



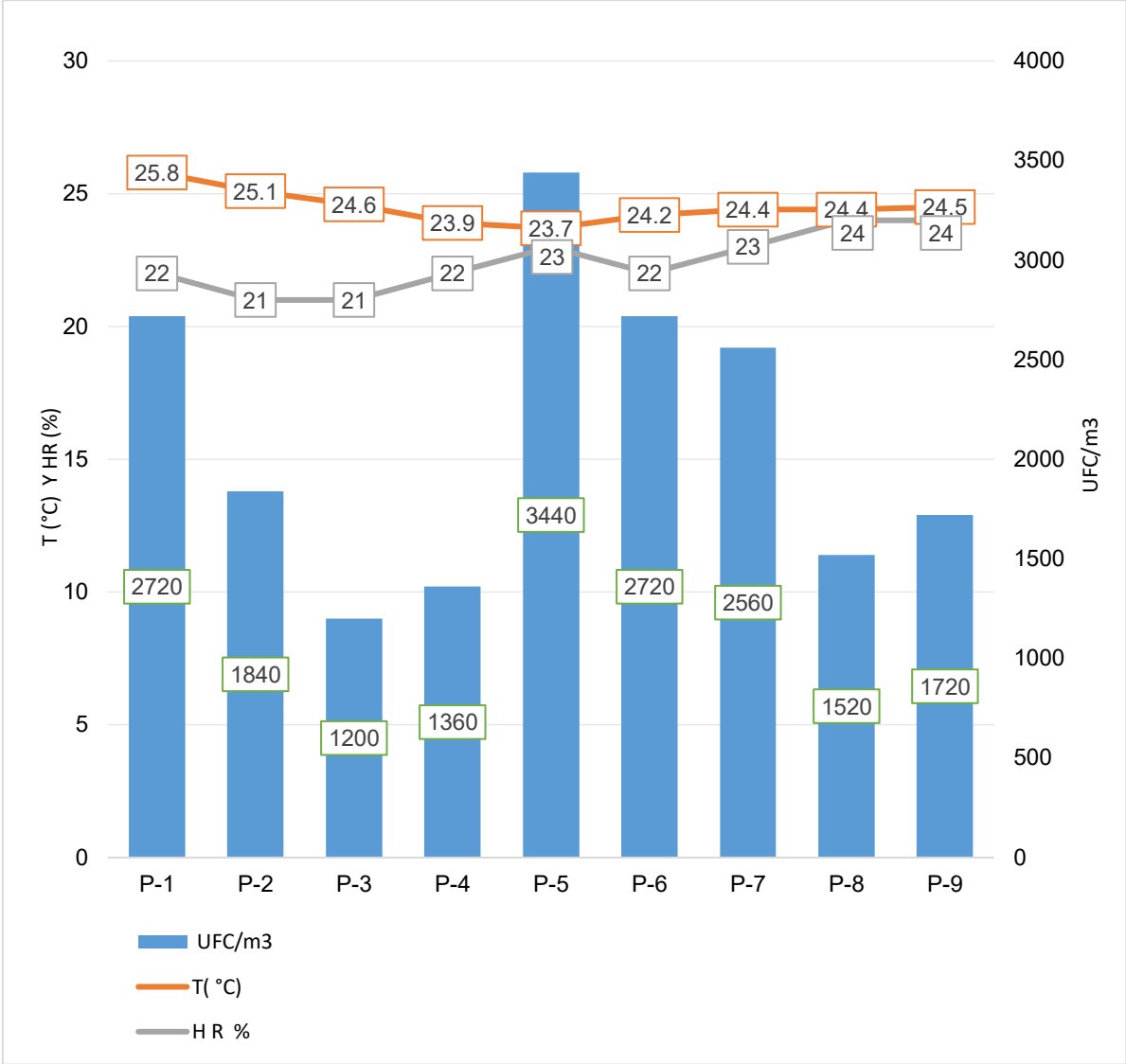
P-1: puesto de verduras y baño parte inferior.
P-2: puesto de cereales, huevos y abarotes.
P-3: puesto de frutas y plásticos.
P-4: puesto de papas, verduras y especias.
P-5: puesto de verduras.
P-6: puesto de comida, verduras y carnes.
P-7: puesto de papas.
P-8: puesto de verduras, papas y especias.
P-9: puesto de verduras y baño parte superior.

Figura 3. Densidad fúngica (UFC/m³) por puntos de muestreo con relación a la temperatura y humedad relativa, tomada en la hora del medio día en el mercado de abastos Nery García Zárate Ayacucho 2024.



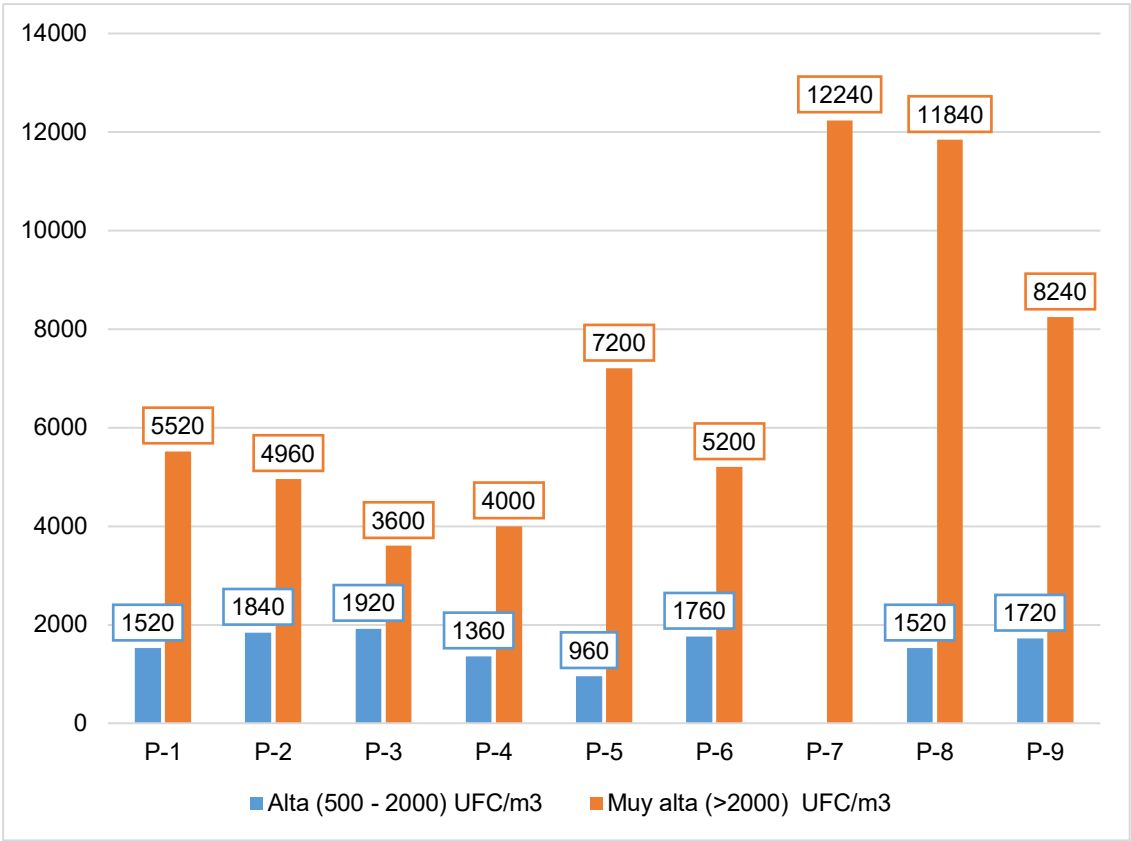
- P-1: puesto de verduras y baño parte inferior.
- P-2: puesto de cereales, huevos y abarrotes.
- P-3: puesto de frutas y plásticos.
- P-4: puesto de papas, verduras y especias.
- P-5: puesto de verduras.
- P-6: puesto de comida, verduras y carnes.
- P-7: puesto de papas.
- P-8: puesto de verduras, papas y especias.
- P-9: puesto de verduras y baño parte superior.

Figura 4. Densidad fúngica (UFC/m³) por puntos de muestreo con relación a la temperatura y humedad relativa, tomada en la hora de la tarde en el mercado de abastos Nery García Zárate Ayacucho 2024.



P-1: puesto de verduras y baño parte inferior.
P-2: puesto de cereales, huevos y abarrotes.
P-3: puesto de frutas y plásticos.
P-4: puesto de papas, verduras y especias.
P-5: puesto de verduras.
P-6: puesto de comida, verduras y carnes.
P-7: puesto de papas.
P-8: puesto de verduras, papas y especias.
P-9: puesto de verduras y baño parte superior.

Figura 5. Nivel de contaminación del interior del mercado de abastos Nery García Zárate, Ayacucho 2024.



P-1: puesto de verduras y baño parte inferior.
P-2: puesto de cereales, huevos y abarrotes.
P-3: puesto de frutas y plásticos.
P-4: puesto de papas, verduras y especias.
P-5: puesto de verduras.
P-6: puesto de comida, verduras y carnes.
P-7: puesto de papas.
P-8: puesto de verduras, papas y especias.
P-9: puesto de verduras y baño parte superior.

V. DISCUSIÓN

Figura 1, se muestra las frecuencias de los géneros de hongos filamentosos más predominantes fueron *Rhizopus* (45.4%), *Penicillium* (20.8%), *Aspergillus* (19.7%) y *Cladosporium* (7.0%). En cuanto a las levaduras, se detectaron *Rhodotorula* (1.1%) y *Geotrichum* (0.8%). Al comparar estos resultados con investigaciones previas, se evidencian similitudes con la investigación realizada por Vásquez (2018) identificó en bibliotecas y museos valores elevados para *Aspergillus* (49%), *Penicillium* (28%) y *Cladosporium* (9%), además de géneros como *Alternaria* (5%), *Geotrichum* (4%) y *Rhizopus* (3%). En contraste, en el presente estudio *Rhizopus* fue el género dominante, lo que podría estar relacionado con factores ambientales específicos, como humedad y tipo de sustrato. De manera similar con Morán (2022), en mercados urbanos, identificó géneros similares: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, además de *Mucor*, *Candida* y *Fusarium* en mercados del centro de la ciudad, evidenciando que la actividad comercial, junto con la manipulación de productos orgánicos, favorece la proliferación de estos hongos. Asimismo, Ardila (2019), al caracterizar los hongos en ambientes educativos, reportó *Aspergillus sp.* (17.36%), *Penicillium sp.* (14.91%), *Cladosporium sp.* (8.07%) y *Fusarium sp.* (7.70%). reforzando la idea de que espacios cerrados y concurridos concentran esporas de géneros fúngicos conocidos por su capacidad de persistencia. También los estudios realizados por Monago y Collantes (2024) identificaron *Aspergillus niger* (20%), *Mucor spp* (40%), *Penicillium spp* (30%) y *Rhizopus stolonifer* (10%) en mercados y restaurantes, lo cual refuerza la presencia de *Rhizopus* como un género ambiental relevante en áreas comerciales. Finalmente, Farromeque et al. (2014) reportaron *Penicillium* y *Rhizopus* como géneros predominantes en mercados de abasto, lo que respalda los hallazgos actuales en contextos similares. La alta frecuencia de *Rhizopus* en este estudio, en comparación con otros trabajos donde fue menos predominante, podría estar vinculada a factores locales como la carga orgánica, la ventilación o las condiciones microclimáticas del

espacio analizado. Sin embargo, diversos estudios realizados en contextos geográficos distintos muestran resultados significativamente diferentes respecto a los hallazgos del presente trabajo como Guerrero et al. (2003), reportaron una predominancia de levaduras como *Rhodotorula* (13.90%) y *Candida* (11.22%), seguidas por géneros filamentosos como *Aspergillus* (9.43%) y *Penicillium* (8.48%). De forma similar, en el trabajo de Calizaya et al. (2010), realizado en mercados de abasto, se evidenció una mezcla singular de géneros, donde *Penicillium* y *Candida* dominaron junto con otros como *Cladosporium*, *Rhodotorula* y *Rhizopus*. No es casualidad que estos microorganismos prosperen donde hay materia orgánica, humedad y constante interacción humana. Por otro lado, Torres et al. (2015) en Venezuela evaluaron la aeromicobiota en la biblioteca, encontrando que en el turno de la mañana predominaban *Aspergillus spp.*, *Cladosporium spp.* y *Chaetomium spp.*, mientras que en la tarde eran más frecuentes *Chaetomium spp.*, *Curvularia spp.* y *Aspergillus spp.* Esta variación horaria sugiere que factores como la concurrencia de personas, la ventilación y la exposición ambiental pueden influir significativamente en la distribución fúngica.

Estas discrepancias evidencian la influencia de variables como el ambiente estudiado, la densidad poblacional del lugar, el tipo de infraestructura, el horario de exposición y las condiciones de incubación, que pueden modificar la composición y frecuencia de géneros fúngicos.

Tabla 3, el análisis estadístico de correlación de Pearson no mostró evidencia significativa de una relación entre la temperatura y humedad relativa con la concentración de esporas fúngicas en el ambiente evaluado ($p > 0.05$). Este resultado sugiere que, al menos en las condiciones específicas del estudio, los factores ambientales analizados no tuvieron una influencia directa sobre la carga fúngica presente en el aire. Esta observación guarda similitud con los hallazgos de Rivera (2019), quien, al evaluar ambientes internos altamente controlados en el Hospital Regional de Ayacucho, tampoco encontró una correlación significativa entre la temperatura, la humedad relativa y la concentración de esporas fúngicas. Esta coincidencia reafirma la idea de que, en espacios cerrados, donde los parámetros ambientales están regulados y las variaciones son mínimas, la carga fúngica responde más a otros factores como la concurrencia humana, la ventilación o la actividad desarrollada.

No obstante, existen estudios que revelan diferir con Ramos y Meza (2017), al realizar un estudio en ambientes externos, sí se identificó una correlación

estadísticamente significativa entre la concentración de esporas fúngicas totales, la temperatura ambiental y la humedad relativa, con un nivel de significancia de ($p < 0.05$). Asimismo, se observó que la velocidad del viento presentó una correlación positiva con la concentración de esporas, alcanzando un nivel de significancia más robusto de ($p < 0.01$). Esta diferencia subraya la sensibilidad de los hongos a los cambios naturales del entorno cuando no hay control artificial de las condiciones. Por su parte, Jaikel-Viquez et al. (2015), al analizar tres centros de enseñanza primaria en Heredia, Costa Rica, encontraron correlaciones ambientales aún más complejas. Se observó una relación negativa con la velocidad del viento (-0.418 , $p < 0.05$), y relaciones positivas con la precipitación (0.568 , $p < 0.05$) y la humedad relativa (0.504 , $p < 0.05$), aunque no se detectó una correlación significativa con la temperatura. Estos resultados indican que, más allá de los parámetros individuales, existe una interacción dinámica entre los factores climáticos que puede influir significativamente en la presencia de esporas, especialmente en ambientes abiertos o semiabiertos.

Figura 2, se observa la temperatura, humedad relativa y UFC/m³ en horas de la mañana, con mayor cantidad de densidad fúngicas (9,440 UFC/m³) es en el punto (P-8) a 18.7 °C y 33% HR; en la figura 3, se observa en horas del mediodía, con mayor cantidad de densidad fúngicas (4800 UFC/m³) es en el punto (P-7) a 25.1°C y 19% HR; en la figura 4, se observa en horas de la tarde con mayor cantidad de densidad fúngicas (3440 UFC/m³) es en el punto (P-5) a 23.7°C y 23% HR, Los resultados obtenidos en el mercado de abastos de Nery García Zárate muestran niveles significativamente muy altos de concentración fúngica, con valores que alcanzan hasta 9,440 UFC/m³ (P-8), cifras que superan ampliamente los hallazgos reportados por Rivera (2019), quien estudió ambientes hospitalarios en el Hospital Regional de Ayacucho. En dicho estudio, el ambiente más contaminado fue la Unidad de Cuidados Intensivos II con 672.2 UFC/m³, a una temperatura de 25.3 °C y una humedad relativa del 51%. Esta diferencia podría atribuirse al tipo de espacio evaluado: mientras el entorno hospitalario cuenta con controles estrictos de limpieza y ventilación, los mercados de abastos presentan condiciones estructurales más vulnerables, con mayor flujo de personas y abundancia de materia orgánica expuesta. Asimismo, en la tesis de Vásquez (2018), se reportaron niveles de contaminación fúngica en espacios culturales como bibliotecas y museos, siendo el más afectado la Biblioteca Central de la UNSCH con 960 UFC/m³. Por otro lado, Jaikel-Viquez et al. (2015), al estudiar centros educativos en distintas temporadas,

mostraron valores medios que varían entre 1,000 y 3,747 esporas/m³, siendo los conteos más altos en la época lluviosa (octubre). Este patrón estacional indica que además de las características del espacio, los factores meteorológicos influyen en la carga fúngica. También en el estudio de Morán A. (2022), que también abordó mercados de abastos, encontró concentraciones de 703 UFC/m³, en el mercado central y 913 UFC/m³ en el mercado privado del centro. Aunque estas cifras son relevantes, siguen siendo menores en comparación con los valores obtenidos en el mercado de Nery García Zárate, lo cual subraya la necesidad de investigar las particularidades de cada mercado: diseño del espacio, frecuencia de limpieza, ventilación y manejo de productos orgánicos

Figura 5, Se muestra un nivel de contaminación en el interior del mercado de abastos Nery García Zárate, 17 % alto (500 – 2000) UFC/m³ y 83% muy alto (>2000) UFC/m³ estos valores superan ampliamente los límites recomendados por la norma de la OMS. La elevada carga microbiana detectada puede atribuirse a múltiples factores estructurales y operativos del mercado: la insuficiente ventilación natural y mecánica, la acumulación de residuos orgánicos, la alta densidad de personas, y la presencia de productos perecederos sin condiciones adecuadas de conservación. Estos elementos configuran un entorno propicio para la proliferación de bacterias, hongos y esporas, muchas de las cuales pueden representar un riesgo para la salud pública, especialmente en poblaciones vulnerables como niños, adultos mayores y personas inmunocomprometidas. Al comparar los resultados se encuentran discrepancias con el estudio por Caverro (2023), Tingo María donde reportó niveles entre 800 y 1800 UFC/m³ al igual que el estudio mientras que Chuquilín *et al.* (2021) registraron un promedio de 800 UFC/m³. Aunque estos valores también superan el límite recomendado, son considerablemente inferiores a los observados en Ayacucho, lo que sugiere una situación más crítica en el mercado de abastos Nery García Zárate

VI. CONCLUSIONES

1. Los géneros de hongos filamentosos contaminantes identificados en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, fueron: *Rhizopus* (45.4%), *Penicillium* (20.8%), *Aspergillus* (19.7%), *Cladosporium* (7.0%), *Syncephalastrum* (1.1%), *Alternaria* (0.9%), *Fusarium* (0.4%) y *Cunninghaella* (0.1%).
2. Los géneros de hongos levaduriformes contaminantes identificados fueron: *Rodotorula* (1.1%) y *Geotrichum* (0.8%).
3. No se mostró una correlación estadísticamente significativa entre la temperatura, humedad relativa con la contaminación por hongos.
4. El mercado de abastos “Nery García Zárate” de Ayacucho tiene un nivel de contaminación alto (500 – 2000) UFC/m³ y muy alto (>2000) UFC/m³.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un monitoreo continuo de los niveles de contaminación fúngica en estos espacios, con el fin de aplicar acciones correctivas o preventivas según sea necesario. En caso de implementar una medida preventiva, es importante efectuar un seguimiento posterior del ambiente para evaluar su efectividad.
2. Llevar a cabo investigaciones sobre la aeromicrología interna en los distintos mercados de la ciudad de Ayacucho, con el propósito de comparar la eficacia y sensibilidad del método gravimétrico de Omeliansky frente a técnicas modernas que emplean muestreadores de aire por succión a volúmenes fijos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardila, L., (2019) Caracterización microbiológica de la calidad del aire al interior de las instalaciones del Cead Bucaramanga de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- 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]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2438/T01-J3-T.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Arenas, R. (2014). Micología médica ilustrada. 5ta ed. McGraw-Hill interamericana editors.
- Argenti, O., Marocchino, C., (2007) Abastecimiento y distribución de alimentos en las ciudades de los países en desarrollo y de los países en transición. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5401s/y5401s.pdf>
- Bonifaz, A. (2012). Micología Médica (4.a ed.). McGraw-hill interamericana. Disponible en: <https://mega.nz/folder/UR0D0YwL#eRPcO3H4VRhMrkJeVBtUoA>
- Borrego, S., Perdomo, I., de la Paz, J., Gómez de Saravia, S., Guiamet, P. (2011) Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba.
- Calizaya, C., Salazar, G., & Silva, J. (2010). Evaluación de hongos ambientales en mercados de abastos de la ciudad de Tacna - Perú. Revista mexicana de micología, 31, 65-67. Recuperado en 03 de febrero de 2024. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802010000100009&lng=es&tlng=es.
- Camargo, Y., Henao, D., y Velez, A. (2011). Emisiones atmosféricas de origen biológico. Unimagdalena. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=K9BBDwAAQBAJ&printsec=frontcover>
- Campbell, Neil., y Reece, J. (2001). Biología: conceptos y relaciones (7.a ed.). Médica Panamericana.
- Castro, R., Gregorio C., et al. (2020) Contaminación del aire y su impacto en la concentración de hongos aerotransportados en la megaciudad de Sao Paulo, Brasil. Rev. Heliom. Vol.6 DOI: 10.1590/s0036-46652004000300003
- Cavero, F. (2024). Calidad microbiológica del aire en los ambientes internos del primer nivel del mercado modelo de Tingo María, 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2771>
- Cepero, M., Restrepo, S., Franco-Molano, E., Cardenas, M. Y Vargas, N., (2012) Biología de Hongos. Colombia: Ediciones Uniandes. Disponible en: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789586957946_A25397967/preview-9789586957946_A25397967.pdf

- Chuquilín, D., Rojas, N., Sánchez, M., & Flores, J. (2021). Calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca - Perú. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.335>
- Commission of the European Communities Working group 5. Verhoeff, A. 1993. Report N° 12. Biological particles in indoor environments. EUR 14988. Luxembourg, Brussels: Office for Official Publications of the European Communities. Cost Project 613 Report n° 12.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2005). Protocolo de Monitoreo de la calidad del Aire y Gestion de datos. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf
- Farromeque, M., Rodriguez, B., De La Cruz, C., et. al. (2014) Mohos ambientales en mercados de abasto de la ciudad de Huacho. Rev. Infinitum.
- Garces, E., Correa, M., Coba, B., Orozco, M., Zapata, A., Anacona, A., Sabogal, s., (2003). Morfología y clasificacion de los hongos. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79887>
- Gomez, A., Cancapa, J., (2019) "Mercado mayorista y terminal terrestre de carga, para el desarrollo, modernización del sistema de abastecimiento, distribución y comercialización de alimentos y transporte de carga en la ciudad de Tacna" 2019. [tesis]. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1605_2019_gomez_llano_ad_cancapa_chavez_jd_fiag_arquitectura.pdf
- Guerrero, A., Ruiz, D., Martinez, F., Garcia Y., Chacon R., et. al. (2003) Aislamiento de hongos en instalaciones deportivas de la UNAM Rev. Facultad de medicina.
- Guevara, M., Urcia, F., Casquero, J. (2007) Manual de procedimientos y técnicas de laboratorio para la identificación de los principales hongos oportunistas causantes de micosis humanas
- Guillen, R., (2022) Evaluación de la calidad micológica del aire en las catacumbas de la iglesia San Francisco de Asís en la ciudad de Lima. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/17903>
- Hernández, S. Fernández, C., y Batista, M. (2014). Metodología de la investigación. México. McGraw-Hill/Interamericana. Sexta Edición. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20nHernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Anuario de Estadísticas Ambientales 2015. Lima, Perú. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/cap04.pdf
- Jaikel-Viquez, D., Hernandez, S., Cordero, O., Campos I., et. al. (2015) Contaminación fúngica ambiental en tres centros de enseñanza primaria del cantón Central de la provincia de Heredia, Costa Rica Rev. Acta costarricense.
- Jaimes, 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.

- Lozano, D. (2022) Calidad micológica del aire en el Mercado Belén y Central de la ciudad de Iquitos, Loreto, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/9078>
- Mezzari, A., Perin C., Santos S., et al. (2002) Hongos aéreos en la ciudad de Porto Alegre, Rio Grande Do Sul, Brasil. Rev. Med. trop. San Pablo. DOI: 10.1590/s0036-46652002000500007
- Mier, T., Toriello, C. y Ulloa, M. (2002). Hongos microscópicos saprobios y parásitos: métodos de laboratorio. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=UD30RosdJSEC&printsec=copyright#v=onepage&q=coloracion&f=true>
- Ministerio del Ambiente del Perú (2009). Manual para Educadores, "Perú, país Maravilloso". 2ª edición. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siarpuno/archivos/public/docs/430.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Perú (2014). Informe Nacional de la Calidad del Aire. MINAM. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- Monago, D., Collantes, C. (2024) Incidencia de hongos ambientales y su repercusión en la salud. Centros de expendio (mercados y restaurantes) de la ciudad de Oxapampa - 2023. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/5050>
- Morán, A. (2022). Determinación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en los mercados centrales de la ciudad de Macas, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21406>
- 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. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v16i2.1018>.
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (2001). Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/DS-074-2001-PCM.pdf
- Rendueles, B. Maya, J., (2019) Aeromicología: ¿Por qué debe ser una parte esencial la Aerobiología? Salud Ambiental, 19 (Especial congreso). Disponible en: <http://www.ojs.diffundit.com/index.php/ras/article/viewFile/996/919>
- Ríos, J. (2011) La Aeromicología y su importancia para la medicina. Revista Medico Científica. Disponible en: <https://www.revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/285>
- Rivera, M. (2019) Aeromicología en los ambientes de neonatología, sala de partos y quirófano en el Hospital Regional de Ayacucho "Miguel Ángel Mariscal nivel II-2 2019. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. [Tesis]
- Rojas, T., Martínez, E., Aira, M., & Almaguer, M. (2008). Aeromicota de ambientes internos: comparacion de metodos de muestreo. *Boletín Micológico*, 23. Disponible en: <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2008.23.0.12>

- Sánchez, K., & Almaguer, M. (2014). Aeromicología y salud humana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 66(3), 322-337. Recuperado en 24 de julio de 2025. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602014000300002&lng=es&tling=es
- Torres, J., Capote, A., Contreras, S., Castro, A., et. al. (2015) Aeromicobiota de la biblioteca de la escuela de Bioanálisis "Prof. José M. Forero", Universidad Central de Venezuela.
- Valderrama, S. (2018). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Editorial San Marcos E.I.R.L., Segunda Edición. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>
- Vasquez, R. (2018) Contaminación fúngica aeroambiental de bibliotecas y museos de la ciudad de Ayacucho 2017. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2018. [Tesis]
- Vilchez, M. (2018) Contaminación fúngica ambiental en las líneas de transporte urbano de la ciudad de Ayacucho, 2017. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2018. [Tesis]
- Watanabe, T. (2002). Atlas ilustrado de hongos del suelo y de las semillas: morfologías de hongos cultivados y clave para las especies, segunda edición (2.^a ed.). CRC Press. Disponible en: <https://doi.org/10.1201/9781420040821>

ANEXOS:

Anexo 1. Preparación de materiales y medio de cultivo



Pesando el medio de cultivo



Medio de cultivo en matraz



Autoclave para esterilizar medios de cultivo



Distribución del medio de cultivo en placas Petri

Anexo 2. Áreas de muestreo.



Fig. N° 1. Área de verduras



Fig. N° 2. Área de cereales



Fig. N° 3. Área de frutas



Fig. N° 4. Área de carnes



Fig. N° 5. Área de patio de comidas

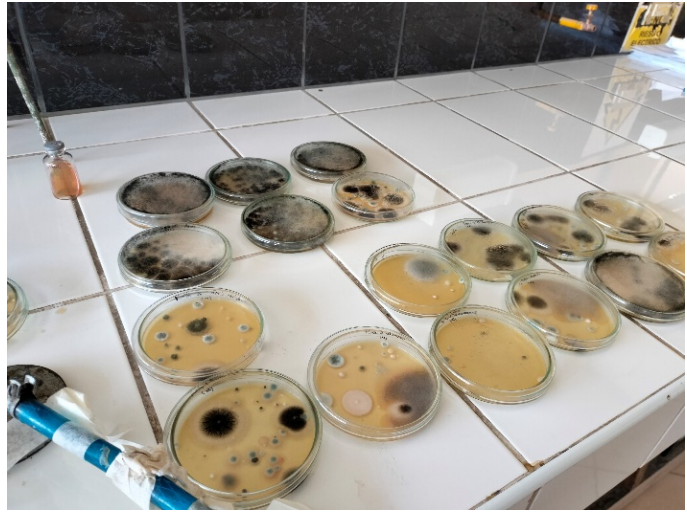


Fig. N° 6. Área de papas

Anexo 3. Procesamiento de muestras.



Incubadora para el desarrollo de hongos



Placas Petri con crecimiento de hongos ambientales



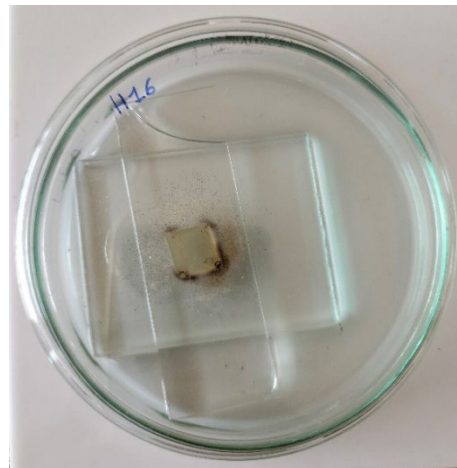
Tesista aislando colonias de hongos a viales.



Incubación de las colonias de hongos aislados



Realizando el sembrado del hongo filamentosos

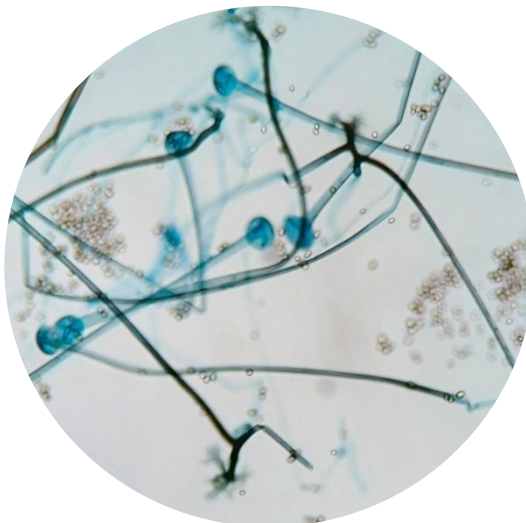


Crecimiento del hongo filamentosos (microcultivo)

Anexo 4. Identificación de géneros de hongos aislados



Fig N°1. Colonia del género *Rhizopus*



Vista microscópica 40x

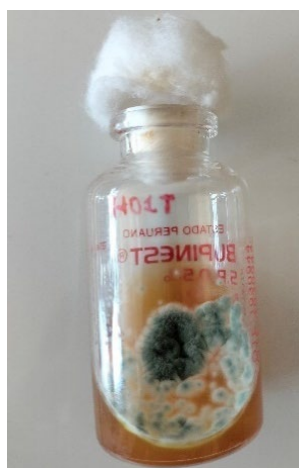
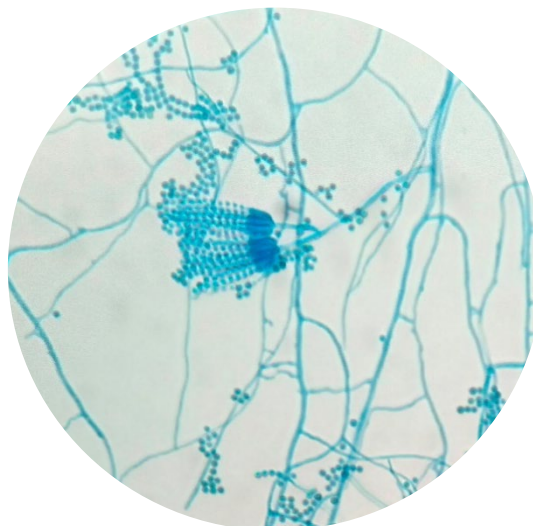


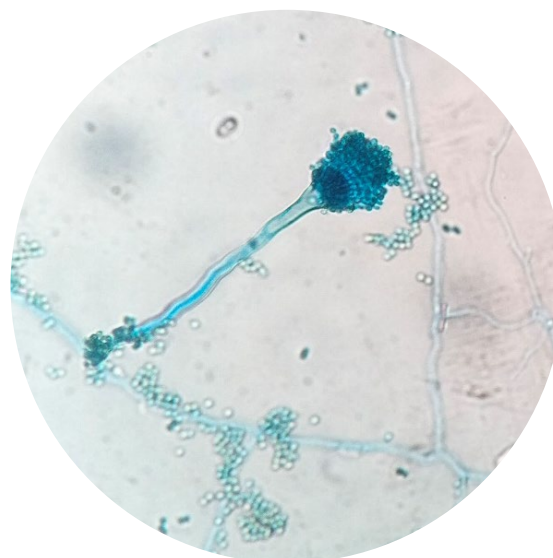
Fig N° 2. Colonia del género *Penicillium*



Vista microscópica 40x



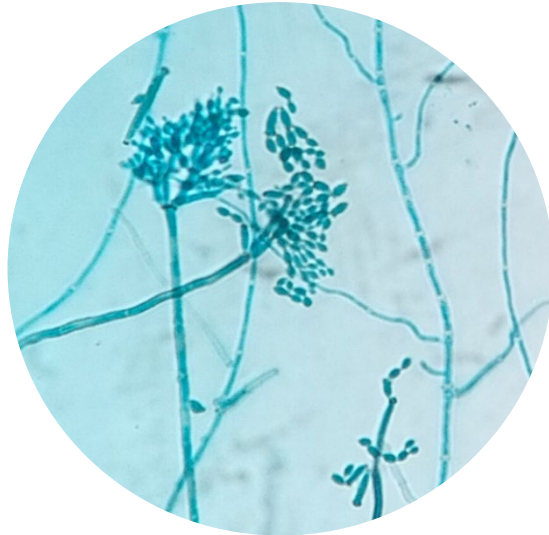
Fig N° 3. Colonia del género *Aspergillus*



Vista microscópica 40x



Fig N° 4. Colonia del género *Cladosporium*



Vista microscópica 40x

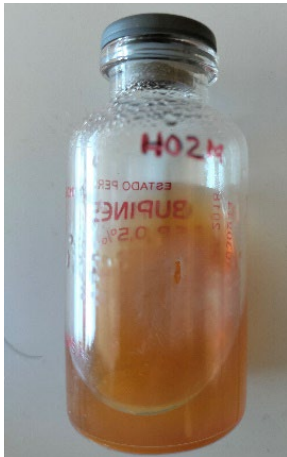
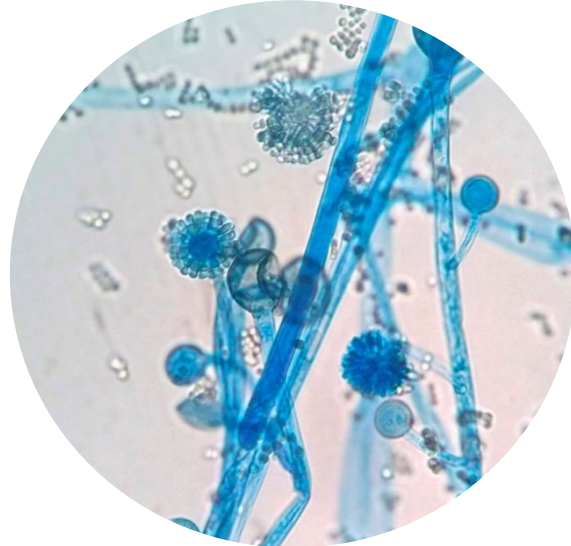


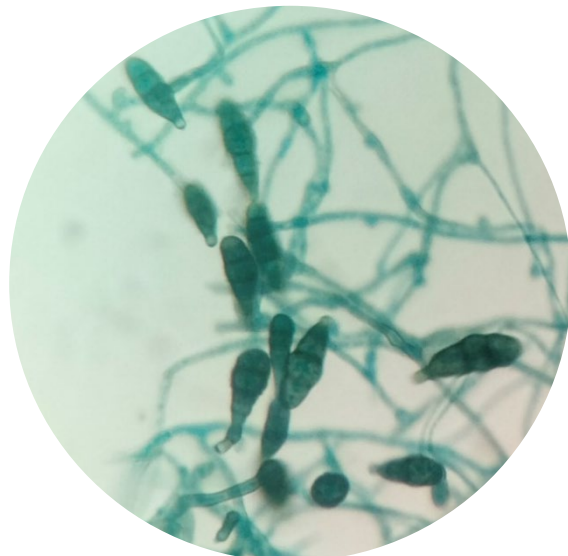
Fig N° 5. Colonia del género *Syncephalastrum*



Vista microscópica 40x



Fig N° 6. Colonia del género *Alternaria*



Vista microscópica 40x



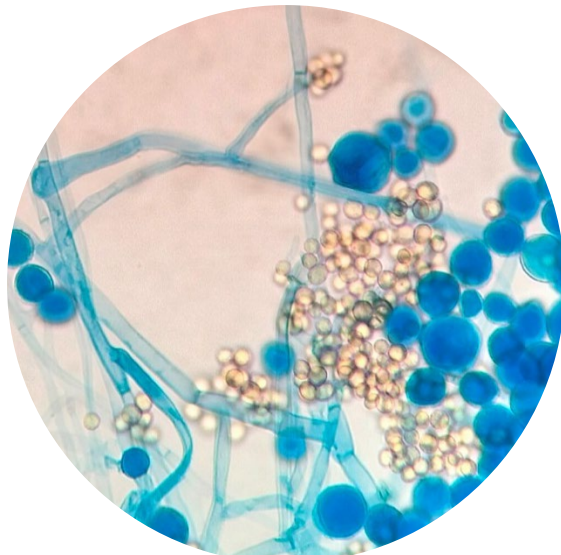
Fig N° 7. Colonia del género *Fusarium*



Vista microscópica 40x



Fig N° 8. Colonia del género *Cunninghamella*



Vista microscópica 40x

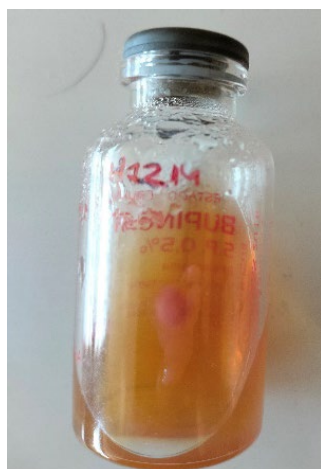
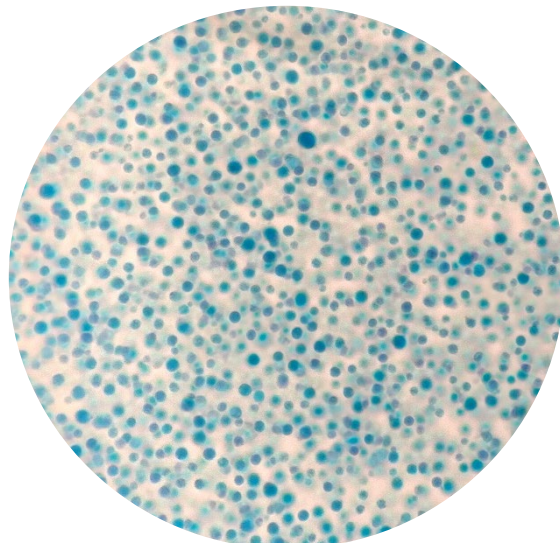


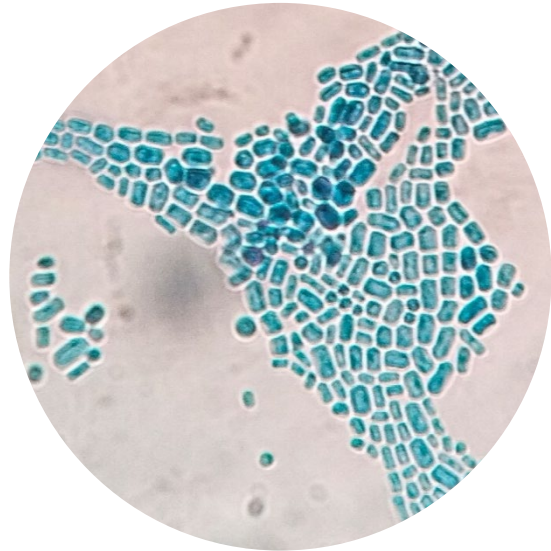
Fig N° 9. Colonia del género *Rhodotorula*



Vista microscópica 40x



Fig N° 10. Colonia del género *Geotrichum*



Vista microscópica 40x

Anexo 5. Prueba de normalidad de Anderson- Darling.

Puestos	Variables	A-cuadrado	P valor
P-1	T (°C)	0.20	0.565
	HR (%)	0.40	0.117
	UFC/m3	0.43	0.093
P-2	T (°C)	0.21	0.547
	HR (%)	0.39	0.122
	UFC/m3	0.23	0.487
P-3	T (°C)	0.33	0.220
	HR (%)	0.49	0.057
	UFC/m3	0.34	0.200
P-4	T (°C)	0.36	0.169
	HR (%)	0.39	0.122
	UFC/m3	0.49	0.057
P-5	T (°C)	0.34	0.190
	HR (%)	0.34	0.200
	UFC/m3	0.38	0.137
P-6	T (°C)	0.34	0.190
	HR (%)	0.34	0.200
	UFC/m3	0.28	0.334
P-7	T (°C)	0.39	0.127
	HR (%)	0.24	0.440
	UFC/m3	0.45	0.075
P-8	T (°C)	0.34	0.194
	HR (%)	0.22	0.516
	UFC/m3	0.38	0.134
P-9	T (°C)	0.25	0.409
	HR (%)	0.20	0.565
	UFC/m3	0.40	0.118

P-1: puesto de verduras y baño parte inferior.

P-2: puesto de cereales, huevos y abarrotes.

P-3: puesto de frutas y plásticos.

P-4: puesto de papas, verduras y especias.

P-5: puesto de verduras.

P-6: puesto de comida, verduras y carnes.

P-7: puesto de papas.

P-8: puesto de verduras, papas y especias.

P-9: puesto de verduras y baño parte superior.

T (°C): Temperatura

HR (%): Humedad relativa

UFC/m³: Unidad formadora de colonias por metro cúbico

Anexo 6. Carta de autorización para ejecución de la investigación en el interior del mercado de abastos de Nery García Zárate de Ayacucho.



"Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Ayacucho, 16 de Abril del 2024.

CARTA. Nro. 10-2024/APMENGA-CD/ADM.

A L : CENDE DIANA GOMEZ ORE

DE LA : Presidenta de la Asociación de Propietarios del Mercado de Productores Nery García Zárate.

ASUNTO : RESPUESTA A SOLICITUD DE FECHA 12 DE ABRIL DEL 2024.

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de saludarle cordialmente y al mismo tiempo responder la solicitud Entregada a mi despacho, expedida por su persona de fecha 12 de abril del presente año, comunicarle que aceptamos su pedido de hacer investigación sobre "AEROMICROLOGIA INTERNA DEL MERCADO DE ABASTOS NERY GARCIA ZARATE" con finalidad de apoyar al estudiantado para fines de investigación, encuesta y otros datos que puedan ayudar, a nuestra ALMA MATER como lo es, la universidad "SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA". Saludamos desde nuestra institución ASOCIACION DE PROPIETARIOS DEL MERCADO DE PRODUCTORES "NERY GARCIA ZARATE" a toda la comunidad universitaria.

Sin otro particular, me despido deseando los éxitos en su investigación.

Atentamente,


Roberta Pérez Roja de Garay
Roberta Pérez Roja de Garay
DNI: 2807018
PRESIDENTA

C.C.
ARCHIVO

Anexo 7. Matriz de consistencia.

Título: Aeromicrología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema principal ¿Cuál será la aeromicrología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024? Problema secundario • ¿Cuál será la aeromicrología debido a hongos filamentosos en el mercado de abastos Nery García Zárate? • ¿Cuál será la aeromicrología debido a levaduras en el mercado de abastos Nery García?	Objetivo general Evaluar la aeromicrología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024 Objetivos específicos 1. Identificar los distintos géneros de hongos filamentosos en el mercado de abastos “Nery García Zárate” 2. Identificar los distintos géneros de levaduras en el mercado abastos “Nery García Zárate 3. Relacionar la temperatura y humedad con la concentración de esporas fúngicas en el mercado de abastos “Nery García Zárate”	1. Calidad de aire 2. Aeromicrología 3. Aire 4. Contaminación del aire 5. Mercados de abastos 6. Hongos 7. Esporas fúngicas 8. UFC 9. Método Omeliansky 10. Base teórica 11. Hongos y su importancia en los mercados de abastos 12. Características de los hongos 13. Morfología y estructura de los hongos 14. Clasificación de los hongos 15. Reproducción de los hongos 16. Hongos ambientales 17. Factores de crecimiento 18. Base legal	Variable principal Aeromicrología interna Indicador: UFC/m³ Distribución de puestos de venta Indicador: Sección abarrotes, frutas, verduras, carnes. Variables secundarias Factores ambientales Temperatura Indicador: °C Humedad relativa Indicador: %	Régimen de investigación Libre Tipo de investigación No experimental Diseño de investigación Descriptivo - transversal Unidad de análisis Un punto de muestreo Procedimiento • Solicitud de autorización • Ubicación de los puntos de muestreo Recolección de datos Toma de muestra • Técnica: método gravimétrico de sedimentación en placa planteado por Omeliansky • Cuantificación de las Colonias • Identificación del género • Cálculo de las unidades formadora de colonias por metro cúbico (ufc/m³) UFC/m³ de aire = N° de colonias x factor K Análisis estadístico Una vez que obtengamos los datos de UFC/ m³, temperatura, humedad relativa y géneros de los hongos aislados. Para los cálculos se utilizará el programa estadístico del software SPSS.



UNSCH

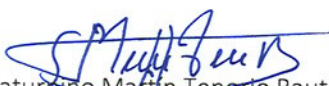
FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Cende Diana GOMEZ ORE
RESOLUCIÓN DECANAL N° 275-2025-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día viernes veintidós de agosto del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, el Dr. Víctor Humberto Alegría Valeriano (miembro – jurado), la Mg. Ruth Elsa Huamán De La Cruz (miembro – jurado) el Dr. Serapio Romero Gavilán (miembro – jurado – asesor), actuando como secretaria docente el Mg. Luis Uriel Moscoso García; para presenciar la sustentación de tesis titulada: Aeromicología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024, presentado por la **Bach. Cende Diana GOMEZ ORE**; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Víctor Humberto Alegría Valeriano	16	16	16
Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista	17	17	17
Mg. Ruth Elsa Huamán De La Cruz	16	16	16
PROMEDIO			16

La sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis con treinta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista
Presidente
Miembro – jurado


Dr. Víctor Humberto Alegría Valeriano
Miembro – jurado


Mg. Ruth Elsa Huamán De La Cruz
Miembro – jurado


Dr. Serapio Romero Gavilán
Miembro – asesor


Mg. Luis Uriel Moscoso García
Secretario docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 052-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Aeromicología interna en el mercado de abastos "Nery García Zárate", Ayacucho 2024**, por CENDE DIANA GOMEZ ORE; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 10%, 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 Nº 039-2021-UNSCU.

En consecuencia, 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, 13 de octubre del 2025.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Aeromicología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024

por CENDE DIANA GOMEZ ORE

Fecha de entrega: 09-oct-2025 10:59a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2776006114

Nombre del archivo: d_GOMEZ_ORE-Cende_Diana-Pregrado-2025-_TURNITIN.pdf (465.03K)

Total de palabras: 10011

Total de caracteres: 53828

Aeromicología interna en el mercado de abastos “Nery García Zárate”, Ayacucho 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	11%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	2%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.unsch.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	doku.pub	1%
	Fuente de Internet	
4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unapiquitos.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	dspace.espoch.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
7	laccei.org	1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.binasss.sa.cr	<1%
	Fuente de Internet	
9	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl	<1%
	Fuente de Internet	
10	repository.unad.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
11	repositorio.unas.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		