



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR**  
**HONGOS MICROSCÓPICOS EN LOS MERCADOS CENTRALES**  
**DE LA CIUDAD DE MACAS, ECUADOR**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

**ANGIE NOEMÍ MORÁN CHÁVEZ**

Macas – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR**  
**HONGOS MICROSCÓPICOS EN LOS MERCADOS CENTRALES**  
**DE LA CIUDAD DE MACAS, ECUADOR**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA: ANGIE NOEMÍ MORÁN CHÁVEZ**

**DIRECTOR: ING. JAVIER BRIONES Mgs.**

Macas – Ecuador

2022

© 2022, Angie Noemí Morán Chávez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Angie Morán, declaro que el presente Trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 24 de noviembre del 2022

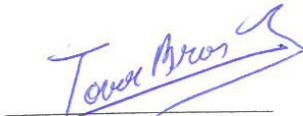


**Angie Noemí Morán Chávez**

**175296720-6**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR HONGOS MICROSCÓPICOS EN LOS MERCADOS CENTRALES DE LA CIUDAD DE MACAS, ECUADOR**, realizado por la señorita: **ANGIE NOEMÍ MORÁN CHÁVEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Ángel Patricio Flores Orozco <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-11-24
Ing. Javier Ignacio Briones García Mgs. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-24
Ing. Goering Octavio Zambrano Cárdenas <b>MIEMBRO DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-24

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi familia que a pesar de todo siempre han estado presente para apoyarme y culminar mi carrera.

Angie

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por darme vida, salud y fuerzas para culminar una etapa más en mi vida. Agradezco a todas las buenas personas que me han apoyado de alguna manera y hacer posible este reto cumplido.

Angie

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Limitaciones y delimitaciones.....	3
1.3. Problema general de investigación.....	4
1.4. Problemas específicos de investigación.....	4
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.6. Justificación.....	5
1.6.1. <i>Justificación teórica</i> .....	6
1.6.2. <i>Justificación metodológica</i> .....	6
1.6.3. <i>Justificación práctica</i> .....	7
1.7. Hipótesis.....	7

### CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1. <i>Una investigación de bioaerosoles y endotoxinas presentes en el aire en mercados húmedos tradicionales antes y después de la operación en Taiwán: un estudio de caso</i> .....	9
2.1.2. <i>Análisis microbiológico de contaminantes atmosféricos en la plaza del mercado del sur de la ciudad Tunja, Boyacá</i> .....	9
2.1.3. <i>Calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca - 2020</i> .....	10

2.1.4. <i>Relación de los microorganismos del aire interno del mercado de Paucarbamba con los procesos infecciosos que alteran el estado de salud de los trabajadores – Huanuco 2019</i> .....	11
2.1.5. <i>Microorganismos del aire interno de seis sectores del mercado modelo de Tingo María</i> .....	11
2.1.6. <i>Evaluación de hongos ambientales en mercados de abastos de la ciudad de Tacna – Perú</i> .....	12
2.2. Referencias teóricas.....	12
2.2.1. <i>La atmósfera</i> .....	12
2.2.2. <i>El aire</i> .....	12
2.2.3. <i>Contaminación del aire</i> .....	13
2.2.4. <i>Microrganismos presentes en el aire</i> .....	14
2.2.5. <i>Hongos microscópicos</i> .....	16
2.2.6. <i>Características de los hongos</i> .....	16
2.2.7. <i>Clasificación de los hongos</i> .....	16
2.2.8. <i>Factores que intervienen en el crecimiento de hongos</i> .....	17
2.2.9. <i>Medios de cultivos</i> .....	18
2.2.10. <i>Contaminación del aire por los hongos ambientales</i> .....	19
2.2.11. <i>Contaminación fúngica en ambientes interiores</i> .....	19
2.2.12. <i>Contaminación fúngica en ambientes exteriores</i> .....	20
2.2.13. <i>Mercados de abastos</i> .....	20

### CAPÍTULO III

3.1. Enfoque de investigación.....	22
3.2. Nivel de investigación.....	22
3.3. Diseño de investigación.....	22
3.4. Según la manipulación o no de la variable independiente.....	22
3.5. Según las intervenciones en el trabajo de campo.....	22
3.6. Tipo de estudio.....	23
3.7. Población y planificación.....	23
3.7.1. <i>Descripción de la población de estudio</i> .....	23
3.7.2. <i>Localización</i> .....	23
3.7.3. <i>Tipo de muestreo</i> .....	24

3.7.4. <i>Identificación y selección de los puntos de muestreo</i> .....	24
3.7.5. <i>Ubicación de puntos de muestreo</i> .....	24
3.8. <i>Etapas de la investigación</i> .....	26
3.8.1. <i>Equipos, materiales y reactivos</i> .....	27
3.8.2. <i>Preparación del medio cultivo con agar de sabouraud +cloranfenicol</i> .....	27
3.8.3. <i>Recolección de muestras</i> .....	28
3.8.4. <i>Cuantificación e identificación de los géneros de hongos microscópicos</i> .....	29
3.8.5. <i>Procedimiento para la identificación de géneros de hongos microscópicos</i> .....	30
3.8.6. <i>Identificación de hongos microscópicos</i> .....	31
3.8.7. <i>Cuantificación de hongos microscópicos</i> .....	31
3.8.8. <i>Obtención de niveles de contaminación del aire</i> .....	32

## CAPÍTULO IV

4.1. <b>Identificación de los hongos microscópicos en el ambiente del mercado central</b> .....	33
4.2. <b>Identificación de los hongos microscópicos en el ambiente del mercado privado</b> ...	34
4.3. <b>Concentración fúngica en el ambiente del mercado central y mercado privado</b> .....	35
4.3.1. <i>Mercado central</i> .....	35
4.3.2. <i>Mercado privado</i> .....	36
4.4. <b>La influencia de los factores de la humedad y temperatura</b> .....	37
4.4.1. <i>Relación de la temperatura y humedad del mercado central</i> .....	38
4.4.2. <i>Relación de la temperatura y humedad del mercado privado</i> .....	40
4.5. <b>Determinación de los niveles de contaminación del aire por las concentraciones fúngicas obtenidas de los mercados central y privado</b> .....	41
4.6. <b>Géneros de hongos presentes en el aire del mercado central y privado</b> .....	43

## **CAPÍTULO V**

<b>5.1. Propuesta .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2. Criterio del cumplimiento .....</b>	<b>48</b>
<b>5.3. Resultado de la evaluación .....</b>	<b>49</b>
<b>5.4. Matriz de evaluación de requisitos de la norma INEN 2687: Mercados saludables .....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Principales contaminantes atmosféricos primarios y secundarios.....	13
<b>Tabla 2-2:</b> Identificación de agares para especies microbianas comunes en el aire.....	15
<b>Tabla 1-3:</b> Distribución de las muestras por área del mercado central .....	25
<b>Tabla 2-3:</b> Distribución de las muestras por área del mercado privado.....	26
<b>Tabla 1-4:</b> Identificación de hongos microscópicos obtenidos del ambiente del mercado central de la ciudad de Macas.....	33
<b>Tabla 2-4:</b> Identificación de hongos microscópicos ambientales del mercado privado de la ciudad de Macas .....	34
<b>Tabla 3-4:</b> Concentración fúngica presente en el aire del mercado central .....	35
<b>Tabla 4-4:</b> Concentración fúngica presente en el aire del mercado privado .....	36
<b>Tabla 5-4:</b> Valores permisibles de microorganismos presentes en el ambiente en niveles UFC / m <sup>3</sup> de hongos en aire.....	42
<b>Tabla 6-4:</b> Taxonomía de los hongos microscópicos presentes en el aire del mercado central y privado.....	47
<b>Tabla 1-5:</b> Niveles de certidumbre y no conformidad .....	49

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b> Mapa del Cantón Morona .....	24
<b>Ilustración 2-3:</b> Plano de la distribución del mercado central de Macas .....	25
<b>Ilustración 3-3:</b> Plano de la distribución del mercado privado de Macas.....	26
<b>Ilustración 1-4:</b> Nivel de contaminación del aire por hongos microscópicos presentes en el mercado central.....	36
<b>Ilustración 2-4:</b> Nivel de contaminación del aire por hongos microscópicos presentes en el mercado privado .....	37
<b>Ilustración 3-4:</b> Relación de la temperatura y humedad de las áreas del mercado central .....	38
<b>Ilustración 4-4:</b> Relación de la concentración fúngica y temperatura del mercado central.....	39
<b>Ilustración 5-4:</b> Relación de la concentración fúngica y Humedad del mercado central .....	40
<b>Ilustración 6-4:</b> Relación de la temperatura y humedad del mercado privado. ....	41
<b>Ilustración 7-4:</b> Nivel de contaminación del aire por hongos microscópicos presentes en el mercado privado .....	42

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FICHA DE MUESTREO

**ANEXO B :** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE HONGOS MICROSCÓPICOS

**ANEXO C:** CULTIVO DE HONGOS MICROSCÓPICOS DEL MERCADO CENTRAL Y  
MERCADO PRIVADO DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE MACAS

**ANEXO D:** OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE LOS DIFERENTES GÉNEROS  
FÚNGICOS IDENTIFICADOS EN LOS MERCADOS CENTRALES DE LA  
CIUDAD DE MACAS

**ANEXO E:** NORMA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN NTE INEN 2687:2013. MERCADOS  
SALUDABLES. REQUISITOS

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la contaminación del aire por hongos microscópicos en el mercado central y mercado privado del centro de la ciudad de Macas. Mediante la técnica de placa expuesta, se procedió a colocar de forma aleatoria 10 cajas petri con Sabouraud y cloranfenicol en las diferentes áreas del mercado central y 5 cajas petri en el mercado privado, se mantuvieron sin sellar durante 30 minutos permitiendo la sedimentación de las esporas de hongos suspendidas en el aire. Una vez pasado el tiempo de exposición, se procedió a sellar las muestras obtenidas de cada área de estudio y se trasladó las placas al laboratorio para realizar el respectivo aislamiento, colocándolas en la estufa a una temperatura de 36°C durante 48 horas, obteniendo como resultado la identificación de 6 géneros de hongos microscópicos en los dos mercados de análisis. Los géneros obtenidos fueron: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Candida* y *Fusarium*. Este tipo de géneros de hongos son causantes de problemas de salud y provocar la descomposición acelerada de los productos vegetales. Por otra parte la concentración fúngica obtenida del mercado central fue de 703 UFC/m<sup>3</sup> y la del mercado privado tuvo una concentración de 913 UFC/m<sup>3</sup>, mediante estos resultados, se comparó con los valores permisibles de microorganismos presentes en el ambiente en niveles UFC / m<sup>3</sup> de Hongos en Aire, establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en conjunto a la Comisión de las Comunidades Europeas (Cost Project 613 Report n° 12), demostrando que los valores de concentración fúngica de ambos mercados reflejan niveles altos de contaminación del aire, esto se debe a las condiciones inadecuadas que se encuentra los mercados de abastos. Se recomienda tomar en cuenta los factores de humedad y temperatura ya que contribuyen al crecimiento fúngico en los ambientes interiores.

**Palabras clave:** <CONTAMINACIÓN DEL AIRE>, <OMELIANSKY>, <HONGOS AMBIENTALES>, <MERCADOS>, <MICROORGANISMOS> <CALIDAD DE AIRE> <BIOINDICADORES>

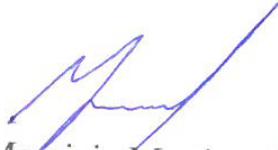
0148-DBRA-UPT-2023



## ABSTRACT

The main objective of the research was to determine air contamination by microscopic fungi in the “mercado central” and “mercado privado” in the downtown area of Macas. It used the exposed plate technique including 10 petri dishes with Sabouraud and chloramphenicol randomly placed in the different areas of the “mercado central” and 5 petri dishes in the “mercado privado” being kept unsealed for 30 minutes allowing the sedimentation of fungal spores suspended in the air. Once the exposure time had elapsed, the samples obtained from each study area were sealed and the plates were transferred to the laboratory for isolation and placed in an oven at a temperature of 36°C for 48 hours where identified 6 genera of microscopic fungi in analysis of the two markets. The genera obtained were: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Candida* and *Fusarium* taking into account that these types of fungal genera cause health problems and cause accelerated decomposition of plant products. On the other hand, the fungal concentration obtained from the “mercado central” was 703 CFU/m<sup>3</sup> and the “mercado privado” had a concentration of 913 CFU/m<sup>3</sup>. By means of these results, it was possible to compare with the permissible values of microorganisms present in the environment in levels CFU / m<sup>3</sup> of Fungi in air that are established by the World Health Organization (WHO) in cooperation with the Commission of the European Communities (Cost Project 613 Report No. 12), showing that the fungal concentration values of both markets reflect high levels of air pollution due to the inadequate conditions found in the food markets. It is recommended that humidity and temperature factors be taken into account because they contribute to fungal growth in indoor environments.

**Keywords:** AIR POLLUTION, OMELIANSKY, ENVIRONMENTAL FUNGI, MARKETS, MICROORGANISMS, AIR QUALITY, BIOINDICATORS



By: Mauricio Martínez P.  
0602902504

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire genera de 2,9 a 8,9 millones de muertes anualmente en las zonas densamente pobladas por la existencia de altos niveles de contaminación, esto hace énfasis a los decesos que tienen relación con el ambiente de los países de bajos recursos económicos Según (Góralaska et al., 2022: pp.1-2) citado de la OMS. Los mercados de abasto por lo general tienden a recibir grandes aglomeraciones de personas, ya que es un medio que suministra productos alimenticios (Ccahuana y Escobar, 2016: p.1). Si bien es cierto en los países en vía de desarrollo, los mercados no cuenta con una adecuada infraestructura para los espacios de comercialización, lo cual contribuye a problemas de insalubridad (FAO, 2012, pp.15). La insalubridad del ambiente de los mercados da relevancia a las condiciones antigénicas con la que comercializan los productos, ocasionando afectaciones a la salud y a la calidad del ambiente de las zonas urbanas (Canchucaja, 2018, p.14).

Uno de los problemas que presentan los mercados de abastos, es el exceso de desechos sólidos y por consiguiente una mala gestión de los mismo, lo cual conlleva a convertirse en lugares ideales para la proliferación y crecimiento de cepas microbianas (Gómez et al., 2021, pp.26). En los ambientes interiores existen varios tipos de microorganismos que se transportan en el aire conocidos como bioaerosoles, entre los cuales pueden encontrarse especies de esporas, hongos, bacterias y virus (Daza et al., 2015, pp.39). Muchos de ellos causan afecciones a la salud y otros causan afectaciones como el deterioro de las edificaciones y otros materiales, por lo cual se ha aumentado el interés de evaluar la calidad de estos ambientes (Chuquilin y Rojas, 2021, pp.19).

En la investigación realizada por Nuñez (2019, p. 92) en el mercado de Paucarbamaba – Perú, se evidencia la existencia de hongos ambientales, tales como: *Aspergillus Niger* - *Candida albicans* - *Microsporum persicolor* - *Stachybotrys* – *Dermatofitos* - *Aspergillus fumigatus* - *Penicillium notatum* – *fusarium* - *Trichophyton terrestre* – *Dermatofitos* - *Candida albicans* - *Sporothrix schenkii*, los cuales son causantes de afecciones respiratorias. Otro claro ejemplo es la investigación realizada en la plaza del mercado del Sur de la ciudad Tunja, Boyacá, en la cual se tuvo como resultado tres diferentes cepas fúngicas: *Saccharomyces*, *Ascomycota* y *Absidia sp*, este último es conocido por provocar infecciones cutáneas y subcutánea (Gómez et al., 2021: pp.32).

En la ciudad Tacna de Perú se realizó un estudio en tres mercados de abastos, donde se evidenció ocho géneros de hongos en el ambiente, tales como: la *Penicillium spp.* *Candida sp*, *Cladosporium herbarum*, *Rhodotorula sp.*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis sp.*, *Mucor sp.* y *Mucor piriformis* (Calizaya et al., 2010: pp.2). Otro caso similar se

presentó en el mercado Modelo de Tingo María, Perú, donde al realizar los muestreos respectivos, se pudo comprobar la presencia de cepas fungi, siendo predominante el género de *Aspergillus* y por consiguiente el género *Geotrichum*, las cuales son causantes de enfermedades al sistema respiratorio (Torres, 2011, p.47).

La falta de investigación y análisis de la contaminación del aire en la provincia de Morona Santiago, podría ser perjudicial para la población urbana, por la alta tasa poblacional, por las actividades de comercialización y mal gestionamiento de los residuos sólidos que se evidencia en los mercado central y privado de la ciudad de Macas, esta se puede ver expuesta a cambios en calidad de aire. La presente investigación se basa en la determinación de contaminación de aire por hongos microscópicos en el mercado central y mercado privado de la zona céntrica de la ciudad de Macas, con el fin de diagnosticar la afectación del aire, mediante técnicas y métodos que servirán como base para conocer el estado actual y para futuras investigaciones en la calidad de aire.

El presente documento consta de cinco capítulos, donde el Capítulo I se enfatiza el planteamiento del problema que se presenta en la investigación, seguido del Capítulo II donde se expondrá el significado de la investigación, con el fin de considerar los aspectos más relevantes expuestos en una base conceptual para su fácil entendimiento. El Capítulo III se basa en dar a conocer la metodología y técnicas necesarias para la realización de la investigación, también ayudará al conocimiento e interpretación de los resultados obtenidos de los análisis realizados. Por otra parte el Capítulo IV consta del marco de análisis y discusión del resultado, el cual describirá las deducciones pertinentes que se han efectuado en la investigación, dotando una perspectiva amplia para determinar las posibles soluciones o consecuencia que se presentan en el estudio. Por último Capítulo V consta del Marco Propositivo en base a los resultados donde se presenta la descripción del planteamiento de propuestas con la finalidad de generar soluciones al problema identificado.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

La contaminación del aire preside por los mercados de abastos, se ha manifestado por las condiciones inadecuadas de ventilación, el uso de equipos de refrigeración y calefacción, por los grandes volúmenes de productos tanto de origen vegetal como animal y sumándoles a su vez la gran cantidad de personas que realizan distintas actividades económicas, por tal motivo se ha podido demostrar la existencia de microorganismos que alteran la calidad del aire en estos lugares (Chuquilin y Rojas 2020: p.9). Algunos microorganismos como los hongos microscópicos contribuyen a este tipo de contaminación ambiental ya que la gran mayoría de ellos causan alergias tras el contacto de sus esporas con el tracto respiratorio superior, presentando cuadros de rinitis, asma y conjuntivitis. Los principales géneros de hongos causantes de alergias son la *Alternaria*, el *Cladosporium* que se proliferan en ambientes exteriores y los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* se manifiestan en ambiente en interiores (Bustos, 2019, pp.2).

La falta de estudios acerca de la contaminación biológica del aire a través de los hongos microscópicos, ha demostrado el poco interés a estos temas de relevancia ambiental importantes en la evaluación de calidad del aire, especialmente en los mercados de abastos a investigar que son lugares favorables en la proliferación de microorganismos productores de afectaciones en la salud y el ambiente. Es por ello, que la presente investigación se basa en identificar qué tipos de hongos microscópicos pueden existir en los ambientes del mercado central y mercado privado ubicados en el centro de la ciudad de Macas, provincia de Morona Santiago, con el fin de obtener una información verídica que acredite mediante esta identificación la calidad de aire en este sector.

#### 1.2. Limitaciones y delimitaciones

##### 1.2.1. Limitaciones de la investigación

- Sobrepoblación en el aislamiento de los hongos microscópicos dificulta la cuantificación e identificación de los géneros fúngicos a estudiarse.
- Dificultad para la distinguir los géneros de hongos microscópicos.

- Incorrecta proporción en la formulación del medio selectivo
- Contra tiempos en el proceso de muestreo debido a épocas climáticas.
- Temperatura inadecuada en el proceso de aislamiento
- Falta de recursos tecnológicos y falta de reactivos en los laboratorios.
- Falta de estudios sobre calidad de aire por hongos microscópicos.

### ***1.2.2. Delimitaciones de la Investigación***

El presente estudio consiste en el muestreo de esporas de hongos microscópicos del mercado central y privado ubicados en la calle Guamote de la ciudad de Macas provincia de Morona Santiago, de áreas como el patio de comidas, área de vegetales, cárnicos, abarrotes y centro comercial. Durante los meses de Junio y Mayo del año 2022, se tomó en cuenta temporadas de altas precipitaciones en la localidad.

Las tomas de muestras se realizaron in situ mediante la técnica de placa expuesta y para el aislamiento se utilizó el sustrato de Sabouraud más Cloranfenicol, característico en aislamiento y crecimiento fúngico. La evaluación de los resultados obtenidos se realizó en comparación en las Unidades Formadoras de Colonia, comparándolas con los niveles de concentración de la OMS en conjunto con la Comisión de las comunidades Europeas.

### **1.3. Problema General de Investigación**

- ¿Qué tipos de hongos microscópicos afectan la calidad de aire de los mercados centrales de la ciudad de Macas?

### **1.4. Problemas específicos de investigación**

- ¿En qué concentración se produce la contaminación del aire por microorganismos fúngicos en el mercado central y mercado privado de la ciudad de Macas?
- ¿Cuáles son géneros de hongos microscópicos registrados en mayor incidencia en el mercado central y mercado privado de la ciudad de Macas?
- ¿Qué propuesta se implementaría para disminuir la contaminación del aire por los microorganismos fúngicos presentes en los mercados de abastos del centro de la ciudad de Macas?

## **1.5. Objetivos**

### ***1.5.1. Objetivo general***

Determinar la contaminación del aire por hongos microscópicos en el mercado central y mercado privado del centro la ciudad de Macas, Ecuador.

### ***1.5.2. Objetivos específicos***

- Demostrar la presencia de hongos microscópicos en el mercado central y mercado privado de la ciudad de Macas, a través de su aislamiento y cuantificación.
- Establecer los niveles de contaminación por hongos microscópicos en el aire a través de la carga fúngica.
- Documentar los diferentes géneros fúngicos aislados de los ambientes interiores del mercado central y mercado privado de la ciudad de Macas a través de su identificación.
- Desarrollar propuestas para mitigar la contaminación del aire por hongos microscópicos en los mercados centrales de la ciudad de Macas.

## **1.6. Justificación**

La falta de investigación y análisis de la contaminación del aire en la provincia de Morona Santiago, podría ser perjudicial para la población urbana, ya que por la alta tasa poblacional y por las actividades de comercialización, desarrollo y mal gestionamiento de los residuos sólidos que se evidencia en los mercados de la ciudad de Macas, esta se puede ver expuesta a cambios en calidad de aire. La presente investigación se basa en la determinación de contaminación de aire por hongos microscópicos en el mercado central y mercado privado de la zona céntrica de la ciudad de Macas, con el fin de diagnosticar la afectación del aire, mediante técnicas y métodos que sirven de ayuda para desarrollo e interpretación de los resultados de esta investigación.

### ***1.6.1. Justificación Teórica***

Las esporas provenientes de los hongos, constan en los contaminantes primarios atmosféricos, los cuales están directamente relacionados con la mala calidad del aire probando así la presencia de contaminación del aire por actividades antropogénicas y condiciones meteorológicas (Gutiérrez, 2020, p.123). Por otra parte los mercados de abastos representan a sitios favorecedores en la proliferación de microorganismo, esto debido a las diferentes actividades económicas que conllevan a la mala gestión de los residuos sólidos, este tipo de factores favorece a que varios microorganismos se depositen en los alimentos, animales y personas lo cual conlleva a problemas de salud, ocasionando múltiples enfermedades (Gómez et al., 2021: p.26).

En el mercado central de la ciudad de Macas existe una gran generación de residuos sólidos en las distintas áreas, a raíz de que se realizan diferentes actividades económicas que se desarrollan dentro del mercado (Zhicay, 2018, p.56). Por consiguiente, del mercado privado no se tiene datos o información relacionada a los residuos que puede generarse, pero se evidenció que existe una generación de residuos representativa, lo cual presenta los mismos problemas de afectación a la calidad del ambiente generado por los aspectos antes mencionados. Por esta razón el presente estudio busca demostrar la contaminación ambiental que existe en los mercados de abastos ubicados en el centro de la ciudad de Macas, con el fin de manifestar mediante bases conceptuales, técnicas y metodologías, el reconocimiento del origen de los hongos microscópicos presenten en el aire, los cuales por lo general son causantes de enfermedades respiratorias, afectaciones a los productos vegetales y al deterioramiento de infraestructuras.

### ***1.6.2. Justificación Metodológica***

Para lograr los objetivos presentados en la investigación se utilizó el método de placa expuesta para la toma de muestra, el cual es un método convencional que facilita la obtención de los microorganismos requeridos. Para la identificación taxonómica de los hongos microscópicos se realizó mediante la técnica del cultivo sobre el portaobjetos, la cual ayuda a visualizar las características físicas de los diferentes géneros fúngicos que se presentaron en las muestras analizadas. Por último se obtuvo la concentración fúngica existente en el ambiente de los mercados de abastos, mediante la fórmula de Omeliansky, técnica empleada en métodos de sedimentación para la cuantificación de hongos, a su vez se diagnosticó la contaminación del aire mediante la cantidad de concentración fúngica analizada, tomando en cuenta los parámetros climáticos, de temperatura, tiempo y humedad relativa, los cuales son importantes para el desarrollo de estos microorganismos. Es importante destacar que el Ecuador no existe una norma

que regule la presencia de microorganismos en el aire, sin embargo, mediante la tabla de valores permisibles de microorganismos que pueden estar presentes en un área determinada, se puede evidenciar la contaminación ambiental según la carga fúngica, mediante valores representados en (UFC/m<sup>3</sup>) Unidades formadoras de colonia sobre metro cúbico, esta medida fue propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el documento de edición de 1993, en conjunto con la comisión de las Comunidades Europeas (Cost Project 613 Report n° 12) (Araujo, 2020, p.2).

### ***1.6.3. Justificación Práctica***

En base a los objetivos de la investigación y de acuerdo a sus resultados se puede presentar medidas y propuestas para las afectaciones ambientales que atraviesan los mercados de abastos. La investigación es una línea base que permite evaluar la calidad del aire mediante los hongos microscópicos, los cuales se representan como bioindicadores (Gutiérrez, 2020, p.123). Claro está que los hongos son perjudiciales para la salud, al ser microscópicos existe una mayor posibilidad de causar infecciones severas en el organismo. Por mencionar los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* que al tener contacto con productos alimenticios y al ser ingeridos puede provocar intoxicaciones agudas, cáncer de esófago y renal en los seres humanos (OMS, 2018: A1).

## **1.7. Hipótesis**

### ***1.7.1. Hipótesis general***

- En los mercados de abastos de la ciudad de Macas, existen varias cepas de hongos microscópicos en el ambiente, las cuales pueden indicar la contaminación del aire en estos sectores de comercio.

### ***1.7.2. Hipótesis específicas***

- El método de placas expuestas demostrará la presencia de hongos microscópicos en el ambiente de los mercados de abastos a estudiarse, los cuales se encuentran ubicados en el centro de Macas.
- La contaminación del aire dependerá de la carga fúngica que existe en el mercado central y mercado privado de la ciudad de Macas.

- Se podrá identificar los diferentes géneros de hongos microscópicos que preexisten en el mercado central y mercado privado de la ciudad de Macas.
- Se presentarán propuestas que aportarán a la disminución de la carga fúngica, con el fin de evitar su propagación y contaminación del aire.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

En la actualidad hay escasas investigaciones de la contaminación del aire por hongos microscópicos de los mercados de abastos, entre las investigaciones del año 2010 hasta el 2021, se han podido demostrar la presencia de estos microorganismos fúngicos se presentan las siguientes:

##### *2.1.1. Una investigación de bioaerosoles y endotoxinas presentes en el aire en mercados húmedos tradicionales antes y después de la operación en Taiwán: un estudio de caso*

Los clientes en Taiwán prefieren comprar alimentos frescos y artículos para el hogar en mercados húmedos tradicionales (TWM) bajo techo. Es necesario evaluar el riesgo para la salud del personal de TWM en interiores expuesto a bioaerosoles, ya que estos trabajadores pasan largos períodos de tiempo en el mercado preparando, vendiendo y limpiando puestos. Este estudio investigó los bioaerosoles presentes en dos TWM interiores. Los resultados mostraron que el proceso de limpieza en el Mercado A después de las operaciones, que involucró el uso de una tromba de agua agitada, pudo disminuir la concentración de bioaerosoles bacterianos (BB) en un promedio de 64%, mientras que al mismo tiempo aumentó la concentración de hongos, bioaerosoles (FB) en aproximadamente 2,4 veces. El proceso de sanitización química en el Mercado B después de operaciones logró una disminución promedio de 30.8% en BBs y 19.2% en FBs, pero la concentración de endotoxina aumentó. Se descubrió que los puntos críticos estaban asociados con vendedores de aves de corral vivas y frescas y carne/mariscos frescos y crudos. *Pseudomonas spp* y *Clostridium perfringens*, las cuales pueden ser patógenas, resultaron ser las especies dominantes presentes en estos mercados, constituyendo del 35,18 % al 48,74 % y del 9,64 % al 11,72 % de las bacterias presentes, respectivamente. Nuestros resultados brindan información fundamental sobre las distribuciones de bioaerosoles y endotoxinas dentro de los TWM de interior, tanto antes como después de la operación (Wei et al., 2021: p.1).

##### *2.1.2. Análisis microbiológico de contaminantes atmosféricos en la plaza del mercado del sur de la ciudad Tunja, Boyaca*

Según (Gómez et al., 2021: pp.26-32) el proceso de esta investigación se desarrolló en la toma de muestra por medio del método denominado impactación directa en medios de cultivo, en el cual de acuerdo con las partículas suspendidas en el aire tienden a precipitarse sobre las superficies. Se tuvo como resultado una variedad de microorganismos tales como:

- **Zonas Internas:** *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae*, *Klebsiella pneumoniae*.
- **Zonas exteriores:** *Canadida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae*, *Klebisella*
- **Zona de animales:** *Fusobacterium*, *Pseudomonas*
- **Zona hongos:** *Saccharomyces*, *Ascomycota*, *Absidia sp.*

Se encontraron diversas especies bacterianas y fúngicas que representan un peligro para la salud humana y animal; por otra parte, se hizo uso del asistente matemático MATLAB, construyendo una curva de crecimiento microbiana para cada sector estudiado, haciendo una comparación de estos valores con el modelo de los valores experimentales, observándose las diferentes fluctuaciones debido a la incidencia de factores tales como: temperatura, humedad relativa, y velocidad del viento que influyen al crecimiento y propagación microbiana (Gómez et al., 2021: p.35).

### **2.1.3. Calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca - 2020**

(Chuquilin y Rojas, 2020: p.1-51) La investigación tiene como objetivo, determinar la calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca, con la finalidad de demostrar si existe contaminación microbiológica. Para cumplir con el objetivo se realizaron monitoreos de aire interior. Los resultados de la concentración de microorganismos presentes en el aire colectada en UFC/m<sup>3</sup>, obtenidos en los cinco días de monitoreo. En el día uno con un resultado de 827 UFC/m<sup>3</sup>, día dos con un resultado de 838 UFC/m<sup>3</sup>, día cuatro con un resultado de 875 UFC/m<sup>3</sup> y día cinco con un resultado de 850 UFC/m<sup>3</sup>, donde la concentración de microorganismos en UFC/m<sup>3</sup> son similares y ambas sobrepasan el estándar de calidad de la normalización española UNE 100012 (Higienización de sistemas de climatización).

#### **2.1.4. Relación de los microorganismos del aire interno del mercado de Paucarbamba con los procesos infecciosos que alteran el estado de salud de los trabajadores – Huanuco 2019**

Esta investigación dio inicio con la selección de 8 secciones del mercado donde se colocaron 3 placas Petri, una que contiene el agar Plate count que sirvió para el conteo de colonias 63 bacterianas, otro el agar nutritivo, donde se muestreó a las colonias bacterianas para luego llevarlas a cultivos diferenciales y determinar la especie bacteriana que predomina en esos ambientes, y finalmente el Agar Saburo + Anfotericina B, que se utilizó para el crecimiento de hongos que se encuentran viables en las zonas. En esta investigación se tuvo como resultado las concentraciones de microorganismos heterótrofos excedieron los límites máximos permisibles con el promedio de: 2497.875 UFC/m<sup>3</sup>, las concentraciones de microorganismos patógenos (Bacterias) tuvieron concentración de 1672.813 UFC/m<sup>3</sup> y las concentraciones de microorganismos patógenos (Hongos) excedieron los límites máximos permisibles con un promedio de 8103.063 UFC/m<sup>3</sup>, todas estas medidas tomadas a una temperatura de laboratorio de 37 °C, por lo tanto, existió una relación de los microorganismos de la atmosfera del mercado de Paucarbamba con los procesos infecciosos que alteran el estado de salud de los trabajadores, de acuerdo a la prueba de T de STUDENT (Nuñez, 2019, p.92).

#### **2.1.5. Microorganismos del aire interno de seis sectores del mercado modelo de Tingo María**

En esta investigación se hizo un recuento de microorganismos mediante el método de Recuento en placa, donde se prepara distintos medios de cultivo como: BHI, agar PlateCount, agar sabouraud y agar OGY para el crecimiento de los microorganismos a fin de proceder a su conteo e identificación. En el medio de cultivo BHI se incubaron las muestras de aire a 37 °C por 48 horas se retiró mediante un asa de siembra, un inóculo para luego sembrar en las placas Petri. El método de siembra se realizó por estrías. Por consiguiente la siembra de hongos, se procedió al retiro de un inóculo de cada caldo BHI más antibiótico y se sembró por el método de puntura en agar sabouraud para el primer muestreo y en agar OGY para el segundo muestreo. Las placas se incubaron a temperatura ambiente por un tiempo de 5 días. En los resultados de esta investigación en el mercado Modelo de Tingo María se determinó que hubo un incremento significativo de los microorganismos en función a la temperatura, de modo que se encontró 893 x 10<sup>3</sup>m.o. a 24.6°C (temperatura más baja) y 18165 x 10<sup>3</sup>m.o. a 27.1°C (temperatura más alta), Las bacterias encontradas en el ambiente del aire interior del mercado modelo corresponden a tres géneros: *Enterobacter*, *Serratia* y *Escherichia*, siendo el género *Enterobacter* el predominante en un 70.6%. 4. En cuanto a la presencia de *fungi*, se identificaron los géneros de *Aspergillus*,

*Saccharomyces*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichophyton*, *Mucor*, y *Botrytis*. El género predominante es *Aspergillus*, seguido por el género *Geotrichum* (Torres, 2011, p.45-47).

#### **2.1.6. Evaluación de hongos ambientales en mercados de abastos de la ciudad de Tacna – Perú**

Donde se llevó a cabo en los tres mercados de abasto más concurridos de la ciudad, utilizando el método de placa en exposición, para el aislamiento de hongos. Se tomaron 96 muestras de exudados nasales a (48 vendedores y 48 compradores), que fueron sembrados por estrías en medio APD, dando como resultado 3 especies fúngicas tales como: *Cladosporium herbarum* y *Cladosporium cladosporioides*, predominantes en estación de invierno y finalmente *Rhodotorula sp.*, con un 5,01% en ambiente y un 21,19% en muestras nasales. Un dato importante en esta investigación es que los hongos nasales no tienen por qué ser los mismos que se detectan en el medio externo, puesto que la flora nasal refleja las esporas intradomiciliarias, debido al tiempo que se pasa en ambientes cerrados (Calizaya et al., 2010: pp.66).

## **2.2. Referencias teóricas**

### **2.2.1. La atmósfera**

La atmósfera contiene diferentes gases en su composición, incluyendo partículas en estado líquido o sólido (Echeverri, 2019, p.29). Las actividades según las capas atmosféricas dependen de la temperatura e interacción química que exista, la capa atmosférica más relevante es la tropósfera, ya que en ella se encuentra el aire (Spedding, 2017, p.1).

### **2.2.2. El aire**

Por lo general el aire tiene una proporción de varios gases que tienen un porcentaje específico para su composición, los gases que componen el aire son: nitrógeno 78%, oxígeno 21% y otras sustancias que enmarcan el 1% (Marcillo y Zambrano, 2021: p.5).

### 2.2.3. Contaminación del aire

Se considera contaminación atmosférica a la modificación o desequilibrio del aire por medio de la introducción de elementos, materia o sustancias que afecten al ambiente, a la salud de la población y al deterioramiento de materiales o bienes (Boldo, 2016, p.18).

Los contaminantes atmosféricos se dividen en primarios, los cuales se exponen directamente a la atmósfera, y los secundarios, que al contrario de los primarios, no se exponen directamente a la atmósfera, más bien se originan cuando el contaminante primario sufre reacciones posteriores en el ambiente (Fogelbach et al., 2020: pp.424).

#### 2.2.3.1. Fuentes de contaminación ambiental atmosférica

- **Fuentes biogénicas**

Esta categoría incluye los bioaerosoles provenientes de la vegetación entre estos pueden encontrarse restos de plantas, polen, esporas y hongos, y en la descomposición de la materia orgánica se presentan las bacterias. (Oduber, 2020, p.4).

- **Fuentes antropogénicas**

Esta contaminación esta originada por las actividades humanas realizadas en el medio ambiente, como por ejemplo las actividades industriales, mineras, agropecuarias, artesanales, domésticas o de fuentes fijas y móviles (Aguilar, 2021, p.18).

- **Fuentes geogénicas**

Esta contaminación está relacionada con procesos geológicos, tales como las erupciones volcánicas e incendios forestales (Porta et al., 2020: pp.60).

**Tabla 1-2:** Principales contaminantes atmosféricos primarios y secundarios

Contaminantes primarios (emitidos directamente a la atmósfera)	Contaminantes secundarios (por conversión de gas a partículas en la atmósfera)
Geológicos	Sulfatos
Polvos carretera, construcción, polvo mineral	Nitratos
Quemas	Compuestos orgánicos

Espontáneas Residenciales Agricultura Controlados Carbón Elemental Orgánico Fuentes estacionarias Combustión Arena Grava Metales K, Ca, Ga, Pb, Sr, Zr, Ba, Na, Li, Be, Ti, Sn, Mg, Al, Cs, Bi, In, Sb Metales transicionales Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Au, V, Hg, Nb, Tl, Co, Mo, Zr, Rb Ag No metales B, As, Se, S, Sb Biológicos Glucanos Endotoxinas Pólenes Virus Esporas	Combustión Carbón Evaporación Biológicos Inorgánicos NOX, SOX Ganado Fertilizantes Transporte Suelo
--	---

Fuente: (Fogelbach et al., 2020: pp.425)

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

#### ***2.2.4. Microorganismos presentes en el aire***

En el aire no existe una microbiota propia, pero estos microorganismos son capaces de subsistir y resistir en este tipo de medio. Estos microorganismos pueden provenir de otros ambientes como el suelo, agua o del medio vegetal, se trasladan de ambientes exteriores a interiores por medio del flujo de aire que les ayuda a moverse permitiendo su proliferación (Bocanegra y Olaya, 2018: p.8).

En diversas investigaciones se ha demostrado la presencia de microorganismos tanto bacterianos como fúngicos en el ambiente los cuales pueden causar afectaciones en plantas, animales y en el ser humano (Méndez et al., 2015: pp.729).

#### 2.2.4.1. Bacterias

Las bacterias se las conoce como organismos unicelulares arcaicos procariontes, su tamaño es de 1 µm aproximadamente. Existen bacterias que causan afectaciones en la salud de las personas y otras especies tienen la capacidad de engendrar esporas bacterianas. La clasificación de las bacterias se basa en sus formas características como en (cocos, bacilos, etc.) por su tinción se las clasifican en (gram (-), gram (+)) (Calle y López, 2015: p.15).

#### 2.2.4.2. Hongos

La reproducción de los hongos se basa en la producción excesiva de esporas, en la cual la germinación es importante para su conservación, desarrollo y dispersión. El tamaño que posean según su especie les permite permanecer más tiempo suspendidas en el aire, esto también les da ventaja de transportarse a grandes distancias gracias a las corrientes atmosféricas (Martín et al., 2016: pp.22).

**Tabla 2-2:** Identificación de agares para especies microbianas comunes en el aire.

Tipo de microorganismo	Especies	Medio de cultivo
Bacteria	<i>Staphylococcus aureus</i>	Agar Sangre
Bacteria	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Agar Sangre
Bacteria	<i>Micrococcus</i>	Agar Sangre
Bacteria	<i>Bacillus</i>	Agar Nutritivo
Bacteria	<i>Clostridium</i>	Agar Sangre
Bacteria	<i>Actinomicetos</i>	Agar Nutritivo glicerol
Hongo	<i>Cladosporium</i>	Agar Extracto Malta
		Agar Papa Dextrosa
		Agar Sabouraud
Hongo	<i>Aspergillus</i>	Agar Sabouraud dextrosa
Hongo	<i>Penicillium</i>	Agar extracto de malta
Hongo	<i>Alternaria</i>	Agar Sabouraud
Hongo	<i>Mucor</i>	Agar Sabouraud Dextrosa
Hongo	<i>Rhodotorula</i>	Agar Sabouraud

Fuente: (Barragan y Duarte, 2020: p.12)

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

### **2.2.5. Hongos microscópicos**

Los hongos pueden ser organismos unicelulares y a las levaduras se las conoce como multicelulares o hifas, que se representa como la unidad fundamental de los hongos filamentosos. Los hongos son característicos por no poder formar tejidos y por otra parte se los considera como ubicuos ya que pueden desarrollarse en varios, estos pueden radicarse en suelo, agua y aire (Gómez, 2015, p.2).

A los hongos que colonizan en ambientes internos se les conocen como saprófitos, ya que tienen la capacidad de beneficiarse de materia orgánica, papel, pintura, polvo, alimentos y hasta de la piel. (Mantilla et al., 2016: p.1).

Según Ramos (2019, p.15) menciona que existe una estimación de cinco millones de especies de hongos, siendo estos los microorganismos de mayor cantidad a nivel mundial. Por otra parte el autor señala que los factores que alteran o afectan a la proliferación del crecimiento fúngico son la temperatura, humedad relativa del aire, la luz solar y las precipitaciones.

### **2.2.6. Características de los hongos**

Los hongos microscópicos filamentosos se desarrollan por esporas, las que tienen mecanismos sexuales o asexuales, sin clorofila. Los componentes que contiene la pared celular de estos organismos es la quitina y glucanos, que se encuentran en una red o matriz de polisacáridos y glicoproteínas (Garcés et al., 2015: p.5).

### **2.2.7. Clasificación de los hongos**

Los hongos microscópicos se pueden dividir en dos grupos: hongos filamentosos y levaduras (Zaragoza, 2018, p.11).

#### **2.2.7.1. Hongos filamentosos**

Contienen filamentos alargados y de forma ramificada, la quitina es el componente de la pared celular, que constan de un 80 a un 90% de carbohidratos. El micelio de los hongos representa al soma y los filamentos de micelio se los denomina como hifas, las hifas vegetativas crecen inmersas dentro de un medio de cultivo, en cambio las que se desarrollan en la superficie del medio se las conoce como hifas aéreas, estas últimas constan de componentes reproductores

asexuales. Los hongos no cuentan con una morfología fija y dependiendo de las condiciones ambientales, estos pueden adoptar un aspecto de levadura (Estrada y Ramírez, 2019: p.41).

Según su taxonomía los hongos del están integrados por: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Basidiomycota*, *Ascomycota*, *Pseudomycota*, *Oomycota*, *Hypochytriumycota*, *Plasmodiophoromycota* (Gonzales, 2019, p.8).

Los hongos que se encuentra más frecuentemente en el aire son los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus* y *Syncephallastrum*. Estas especies tienen la capacidad de adaptación y reproducción en el ambiente. Principalmente los hongos involucrados en las afectaciones al ser humano por infecciones de córnea (queratitis micóticas) son los hongos filamentosos de género *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium* (Cardoza, 2019, p.2).

#### 2.2.7.2. Levaduras

Las levaduras por lo general cuentan con una estructura morfológica esférica, su tamaño oscila entre 3 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud. Según algunas especies de levaduras pueden originar hifas y pseudohifas, las cuales no cuentan con segmentos verdaderos. La diferencia que tiene con los hongos filamentosos es de manera intrínseca y por las formas intermedias que existen entre ambos géneros (Estrada y Ramírez, 2019: p.41). Su tamaño es de entre 4 o 5  $\mu\text{m}$ , lo cual las hace de mayor tamaño que las bacterias. También se caracterizan por reproducirse por medio de gemación y se reproducen por fisión binaria o gemación y algunas pueden ser carácter dimórficas o bifásicas y tienden a crecer en condiciones ambientales particulares (Suárez et al., 2016: pp.21).

### 2.2.8. Factores que intervienen en el crecimiento de hongos

#### 2.2.8.1. Temperatura

Los hongos tienen la capacidad de subsistir en temperaturas de 3°C a 50°C (Rojas, 2019, p.18). algunos de ellos son aerobios. Su adaptación alimenticia y desarrollo puede ser de origen y ambientes ácidos y la temperatura oscila entre 20 y 30°C. Los mohos tienden a multiplicarse con una baja actividad de agua y son los responsables de la descomposición de los alimentos. Y muy poco de estos organismos producen toxinas. (OPS y OMS, 2015: p.1).

La temperatura tiene una estrecha relación con la humedad relativa. Cuando hay una disminución de temperatura no destruye a los microorganismos pero puede generar una inactivación en su

desarrollo. La temperatura adecuada para el crecimiento de los hongos es de 20 °C y 30 °C (temperatura ambiente) y en casos especiales oscilan entre 40 °C y 50 °C (Guillén, 2022, p.31).

#### *2.2.8.2. Humedad*

La humedad óptima debe ser alta para el crecimiento fúngico, debe tener un aproximando de 94 al 96% (Wirth et al., 2019: p.6). La humedad que se encuentra en el aire es valiosa para la sobrevivencia de los microorganismos, por lo cual al aumentar la humedad relativa, el agua en el aire disminuye genera deshidratación y el decaimiento del crecimiento de los organismos. Para el desarrollo de los hongos se debe tener un valor de humedad relativa en el aire del 65% (Alvarado y Rozo, 2019: p.7).

#### *2.2.8.3. Precipitación*

Según Castro (2018, p.15) menciona que las precipitaciones son un factor fundamental para la existencia de los bioaerosoles en los ambientes externos, por lo general la lluvia realiza una limpieza de los bioaerosoles que se encuentran en la atmosférica, interrumpiendo la dispersión de los mismos.

#### *2.2.8.4. Radiación solar*

Los hongos o esporas son microorganismo capaces de subsistir en periodos largo de tiempo en la atmosfera, son muy resistentes ya que su metabolismo es bajo y requieren tantos nutrientes ni agua. Poseen adaptaciones para aumentan su capacidad de sobrevivir en el ambiente. Algunas esporas tienen propiedades físicas como la capacidad de evitar la deshidratación ya que sus paredes son de contextura gruesa, lo que les ayuda a protegerse de las radiaciones ultravioleta. Se ha establecido que la radiación ultravioleta (UV) produce un desecamiento a los microorganismos y eleva la temperatura del aire, especialmente las bacterias no esporuladas, a diferencia de esto los hongos y de algunas bacterias formadoras de esporas que por medio del polvo en el aire permiten tolerar estos ambientes , favoreciendo el incremento en las enfermedades presentes en la población (Castillo, 2019, p.25-28).

#### *2.2.9. Medios de cultivos*

Los medios de cultivo contienen una mezcla de nutrientes que son adecuados y óptimos para el crecimiento de los microorganismos. Por lo general los laboratorios de microbiología hacen uso

de los diferentes medios de cultivo, los cuales pueden realizarse en dos forma líquida y sólida. para preparar un medio sólido se utiliza el agar, la gelatina o la sílicagel (Chuquilin y Rojas, 2020: p,26).

#### ***2.2.10. Contaminación del aire por los hongos ambientales***

Los hongos naturalmente son parte del ambiente exterior, los cuales contribuyen a la contaminación de los ambientes interiores, esta contaminación puede generarse por la producción de toxinas o sustancias que provocan enfermedades respiratorias o alergias, otra afectación que es causada por estos hongos microscópicos o ambientales es el deterioramiento de infraestructuras y de otros materiales (Cepeda et al., 2019: pp.35).

La fracción orgánica de partículas suspendidas en el aire puede alcanzar hasta el 25% de todos los aerosoles. Los bioindicadores para el monitoreo ambiental es una herramienta que puede detectar cambios en el ambiente debido a la presencia de contaminantes específicos, donde pueden encontrarse especies particulares de bacterias, hongos o líquenes suspendidos en el aire. Los hongos anemófilos, como parte de los bioaerosoles, pueden ser considerados como bioindicadores de contaminación del aire (Castro et al., 2020: pp.1).

La relación entre los hongos transmitidos por el aire y el cuerpo humano se ignoró por mucho tiempo (Wirth et al. 2019, p 6). La presentación fúngicas puede diferir desde formas superficiales a invasivas o diseminadas, estas últimas relacionadas a altas tasas de morbilidad y mortalidad. (Tangarife et al., 2015: pp.212).

#### ***2.2.11. Contaminación fúngica en ambientes interiores***

Los hongos se desarrollan tanto en materiales naturales y sintéticos, más aún si son higroscópicos o húmedos. Los materiales inorgánicos se colonizan con frecuencia, puesto que absorbe el polvo y sirven como buenos sustratos de crecimiento. Las superficies de madera que se secan al horno son más susceptibles a los hongos. Los muebles de madera esmaltada, los compuestos de madera y polietileno, la madera contrachapada y los productos de madera modificada son susceptibles a las infecciones por hongos (Haleem y Mohan, 2012: p.406). El bioaerosol se propaga rápidamente en presencia de humedad. La mala higiene en un ambiente polvoriento y de mala calidad proporciona suficientes nutrientes para su crecimiento y la formación de numerosas esporas, fragmentos de células, micotoxinas, endotoxinas y compuestos orgánicos volátiles. Algunos de los bioaerosoles

incubables caracterizados en el interior del edificio administrativo son los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Acremonium*. (Cardozo y Araque, 2015: p.43).

### **2.2.12. Contaminación fúngica en ambientes exteriores**

No existe un cierto nivel de fúngico ambiental que pueda considerarse seguro. Esto depende de la concentración de hongos en el medio exterior y los tipos de esporas presentes en el medio interior. En general, la concentración de hongos en el ambiente interior es menor que la concentración de hongos en el ambiente exterior (Herrera et al., 2015: p.45).

Las esporas de hongos permanecen en el aire hasta que las condiciones de temperatura y humedad relativa son adecuadas para su crecimiento. Por lo tanto, la presencia de hongos en los grupos será un indicador indirecto de parámetros ambientales inadecuados. Si no se toman medidas de control inmediatas, pueden empezar a digerir el material donde las esporas se han sentado y proliferado. (Zúñiga et al., 2017: p.87).

### **2.2.13. Mercados de abastos**

En términos económicos, un mercado se define como un grupo organizado de compradores y vendedores que están involucrados de una forma u otra en la compra, venta o uso de bienes y servicios (Zhicay, 2018, p.5). El mercado de abastos es visto como un lugar de encuentro que entrelaza relaciones que ayudan a reevaluar el trabajo del grupo y mantener la relación entre ciudad y el campo (Vizcaino, 2021, p.98).

Un mercado es una instalación comercial que se especializa en el suministro de alimentos. Debido a la complejidad del entorno físico y humano en el que operan y las limitaciones organizativas y de recursos, se ha visto envuelto en problemas sociales y ambientales derivados de sus actividades que afectan su sostenibilidad como un servicio sin fines de lucro. (Álvarez y Perero, 2016: p.5).

Lamentablemente en varios estudios realizados en Ecuador aseguran que los mercados de abastos presenta problemas de insalubridad, según Martínez (2014, p.3) en la ciudad de Quito existe problemas de insalubridad y de inseguridad en los mercados populares, generando un mal aspecto de estos espacios públicos. Otro claro ejemplo es el mercado de víveres N°4 del cantón La Libertad ubicado en la provincia de Santa Elena, el cual presenta problemas de contaminación por la falta de aseo de las instalaciones, por el mal manejo y manipulación de los productos, causando problemas de higiene en este mercado. (Álvarez y Perero, 2017: p.4). El Mercado Central de la ciudad de Macas es una zona específica de generación de residuos orgánicos e inorgánicos, donde el inadecuado manejo de desechos, provoca problemas de insalubridad por la

descomposición de estos desechos, ocasionando afectaciones a la calidad del ambiente. (Zhicay, 2018, p.1).

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Enfoque de investigación**

El análisis de la investigación se describe en un enfoque mixto, en lo cual se procede a cuantificar y a caracterizar los géneros fúngicos que existen en el ambiente de los mercados de abastos del centro de la ciudad de Macas.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

El tipo de investigación se basa en un análisis exploratorio y diagnóstico, en vista de que se realiza la identificación de los hongos microscópicos existentes en el ambiente de los mercados de abastos, con el fin de diagnosticar la contaminación del aire originada por la carga fúngica mediante la tabla de valores permisibles de microorganismos que pueden estar presentes en un área determinada.

#### **3.3. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación se presenta en forma descriptiva y analítica, mediante la identificación de los géneros fúngicos se describió el tipo de cada microorganismo identificado, por consiguiente, por medio del aislamiento y concentración fúngica se demostró la contaminación del aire que se origina por la presencia de hongos microscópicos en los mercados de abastos del centro de la ciudad de Macas.

#### **3.4. Según la manipulación o no de la variable independiente**

La presente investigación es de base empírica debido que no hay probabilidad de control de la variable independiente, haciendo referencia a la concentración de los hongos microscópicos del aire, los cuales varían a causa de diversos factores como la humedad y temperatura.

#### **3.5. Según las intervenciones en el trabajo de campo**

Las intervenciones de trabajo y de campo se realizaron en carácter transversal, ya que el tiempo que se empleó fue únicamente de dos meses, el primer muestreo se realizó en el mes de mayo y el segundo muestreo en el mes de julio. Por consiguiente se requirió de dos semanas para ejecución de toma de muestras y análisis de laboratorio.

### **3.6. Tipo de estudio**

Se realizó una investigación de campo por medio de la recolección de muestras, efectuándose de manera in situ en las instalaciones de los mercados de abastos, además se realizó un estudio documental porque se recopiló información recopilada de diversos documentos o fuentes de estudio realizado anteriormente. De esta manera se consigue cumplir los objetivos de la investigación.

### **3.7. Población y Planificación**

#### ***3.7.1. Descripción de la población de estudio***

La presente investigación tiene como objeto de estudio los hongos microscópicos presentes en el aire, constatando la contaminación que existente en el ambiente de los mercados central y privado del centro de la ciudad de Macas.

#### ***3.7.2. Localización***

La ciudad de Macas es capital de la provincia de Morona Santiago, la cual se localiza en la región amazónica del Ecuador. El presente estudio se llevará a cabo en la zona céntrica del Cantón Morona en los mercados central y privado, ubicados en la calle Guamote y 10 de Agosto, como lo muestra la **ilustración 1-3**.



**Ilustración 1-3:** Mapa del Cantón Morona

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

**3.7.3. Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo se basa en la selección de bloque no estadístico, en vista de que la selección fue al azar por secciones de las instalaciones de los mercados de abastos.

**3.7.4. Identificación y selección de los puntos de muestreo**

El lugar de estudio para la determinación de la contaminación de aire por hongos microscópicos fue efectuado en los establecimientos del mercado central y el mercado Privado, ubicados en el centro de la ciudad de Macas. Se colocó 2 cajas petri en las 5 áreas que corresponden al mercado central (cárnicos, legumbres, patio de comida, abarrotes y centro comercial) y 5 muestras aleatorias en el mercado privado por no existir un distribución de áreas.

**3.7.5. Ubicación de puntos de muestreo**

**Diagrama del mercado central**

El mercado central se distribuye en 5 áreas (patio de comidas, legumbres, cárnicos, centro comercial y abarrotes), donde se precedió elegir 2 puestos comerciales por áreas, para la toma de muestra, es importante recalcar que los puestos comerciales elegidos para la toma de muestra fueron para los dos análisis de muestreo. En la figura 2-3 de muestra la distribución del mercado central, las áreas, y la señalización de los lugares donde se realizaron los muestreo respectivo para la determinación de la contaminación de aire de este mercado.



**Ilustración 2-3:** Plano de la distribución del mercado central de Macas

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

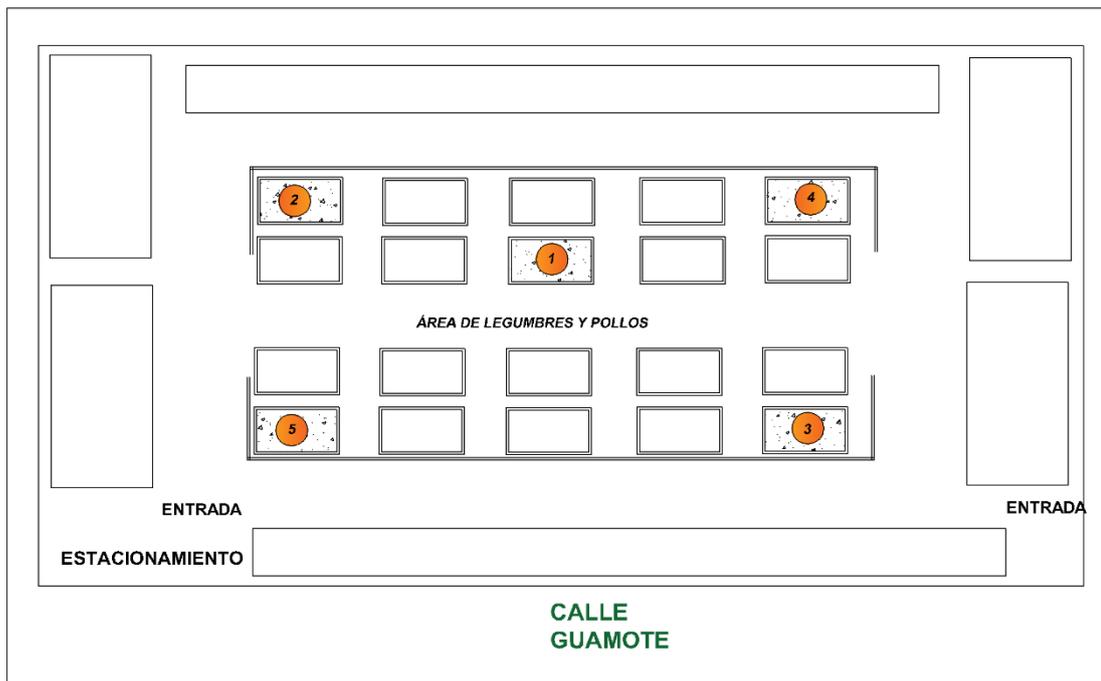
**Tabla 1-3:** Distribución de las muestras por área del mercado central

LEYENDA		MERCADO CENTRAL DE MACAS				
ÁREA DE DISTRIBUCIÓN		Área de legumbres	Área de cárnicos	Área de comidas	Centro comercial	Área de abarrotes
N° de muestra		1	3	5	7	9
		2	4	6	8	10
TOTAL DE MUESTRAS		<b>10</b>				

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

### Diagrama del mercado privado

El mercado privado no cuenta con una distribución de áreas, por lo que para la toma de muestra se lo hizo de manera aleatoria, tomando en cuanto los puestos comerciales que cuentan con productos vegetales y productos cárnicos. La figura 3-3 muestra el plano del mercado privado y los puntos de muestreo que se analizaron para la determinación de contaminación de aire del mercado de abasto.



**Ilustración 3-3:** Plano de la distribución del mercado privado de Macas

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

**Tabla 1-3:** Distribución de las muestras por área del mercado privado

LEYENDA		MERCADO PRIVADO				
ÁREA DE DISTRIBUCIÓN		Área de legumbres				
Nº de muestra		1	2	3	4	5
TOTAL DE MUESTRAS		5				

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

#### 2.1. Etapas de la investigación

Se realizó a través de 4 etapas principales:

- Recolección de muestras.

- Identificación de los géneros fúngicos existentes en el mercado central y en el mercado privado de la ciudad de Macas.
- Cuantificación en UFC/m<sup>3</sup>, posterior al asilamiento e identificación de los géneros fúngico.
- Comparación de los niveles de contaminación del aire otorgados por la (OMS) mediante las concentraciones fúngicas obtenidas de los análisis de cada mercado.

### 2.1.1. Equipos, materiales y reactivos

Durante la etapa de la recolección e identificación de muestras, se utilizó varios equipos y materiales, los cuales facilitaron el trabajo eficientemente. Estos materiales fueron debidamente preparados y esterilizados para su correcto uso.

**Tabla 1-3:** Equipos y materiales

Equipos	Materiales	Reactivos
- Refrigeradora	- Agar Sabouraud	- Vinagre
- Incubadora	- cloranfenicol	- Colorante vegetal
- Microscopio	- Cajas de Petri	- Agua destilada
- Incinerador	- Erlenmeyer	
- Tremo-Higrómetro digital	- Probeta	
- Hornilla eléctrica	- Papel aluminio	
- Laptop.	- Guantes de látex	
	- Asas en punta	
	- Asas en argolla	
	- Cubre objetos	
	- Porta objetos	
	- Gotero	
	- Marcadores permanentes	
	- Pinza	

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

### 2.1.2. Preparación del medio cultivo con Agar de sabouraud + cloranfenicol

De acuerdo con Buitrago y Gómez (2021, p.43-44) para medir la cantidad necesaria de agua, se debe multiplicar el contenido que se agregará a la caja petri, (en este caso se adicionó 20 ml), por el número total de cajas petri (se utilizó 15 cajas petri).

$$20 \text{ ml} * 15 = 300 \text{ ml } H_2O \text{ dd}$$

Según Marti (1991, p.1) en la norma NTP 299: Métodos para el recuento de bacterias y hongos en el aire, en la preparación del medio de cultivo dispone que, por cada 1000 ml se agrega 65 g de agar. Para conocer cuánto de agar se utilizó en los 300ml se realizó una regla de tres, teniendo como resultado 19.5 g de agar.

$$1000\text{ml} \rightarrow 65\text{g}$$

$$300\text{ml} \rightarrow ? \text{ g}$$

$$\frac{300 \text{ ml} * 65\text{g}}{1000 \text{ ml}} = 19.5 \text{ g de agar}$$

Obteniendo los datos anteriores se procedió a agregar el antibiótico o cloranfenicol. Según Buitrago y Gómez (2021, p.43-44) consideran que por un litro de agar se debe agregar 2ml de cloranfenicol, en este paso también se realizó una regla de tres dando como resultado 0,6 ml de cloranfenicol para los 300ml de agar obtenidos.

### **Preparación del agar**

Se agregó en un erlenmeyer 300 ml de agua destilada con 19.5 g de agar Sabouraud y 0,6 ml de cloranfenicol. Posteriormente se calentó la solución hasta la ebullición. Por consiguiente se trasladó el caldo preparado al autoclave a una temperatura 115 ° C por 2 horas. Una vez pasada las 2 horas se dejó enfriar y al final se agregó 20ml del caldo de agar en las cajas petri correspondientes.

#### **2.1.3. Recolección de muestras**

##### *2.1.3.1. Análisis de datos de acuerdo a la temperatura y humedad.*

En el análisis de datos se estableció para los dos muestreos los siguientes parámetros: temperatura, humedad, clima y el tiempo de exposición, los cuales fueron descritos según la distribución de cada área tanto del mercado central como del mercado privado. Se procedió a medir la temperatura como la humedad con el Tremo-Higrómetro digital, en cada área del mercado central, y de igual forma se tomó el registro de la humedad y temperatura del mercado privado. Cabe

recalcar que esto se realizó en los dos muestreos, tomando en cuenta que el primer muestreo fue en un día con precipitaciones y por consiguiente el segundo muestreo se realizó en un día soleado.

#### *2.1.3.2. Método de placas expuestas*

Para la obtención de información se empleó un método microbiológico pasivo conocido como la técnica de la placa expuesta, donde ocurre la sedimentación de las partículas del aire. Dicha técnica consiste en exponer al ambiente un número de placas Petri de 90mm de diámetro, con contenido de Agar Sabouraud y cloranfenicol, durante un tiempo 30 minutos, en las distintas zonas del mercado central como del mercado privado. Este método se denomina no volumétrico ya que no se evalúa un volumen fijo de aire (Cepeda et al., 2019: pp.36).

#### ***Procedimiento***

Para la toma de muestra de los dos puntos de análisis que corresponden al mercado central y al mercado privado, se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se colocó dos cajas Petri con agar sabouraud + cloranfenicol, en las diferentes áreas del mercado central de Macas. El total de muestras obtenidas en el primer punto fueron 10 cajas petri. Por consiguiente se realiza el mismo procedimiento para el segundo punto, a diferencia del mercado anterior, el mercado privado consta de una infraestructura simple y pequeña por lo cual se procedió a dejar 5 cajas Petri con agar sabouraud + cloranfenicol de forma aleatoria.
2. El tiempo de exposición fue de 30 minutos, donde también se tomó en cuenta la temperatura, humedad y clima con precipitación, parámetros obtenidos del termohigrómetro digital.
3. Se realizó el respectivo sellado y etiquetado de las muestras para evitar contaminación o posibles modificaciones.
4. Para la conservación hasta llegar al laboratorio se guardaron las muestras en una caja térmica.

#### ***Aislamiento de los medios de cultivo***

5. Se colocó todas las muestras en la incubadora a 36°C durante 72 horas.

#### ***2.1.4. Cuantificación e identificación de los géneros de hongos microscópicos***

##### ***2.1.4.1. Identificación***

Para la identificación de hongos microscópicos se realiza un examen macroscópico de la colonia tomando en cuenta el color de la superficie, la textura y la producción de pigmentos, por consiguiente una revisión microscópica para evaluar sus características como el tamaño y la disposición de las hifas. Generalmente la morfología microscópica de los hongos no varía mayormente, en vista de que la identificación definitiva se basa en la forma característica, método de producción y ordenamiento de las esporas (Martí, et al., 2012: pp.2-3).

### **2.1.5. Procedimiento para la identificación de géneros de hongos microscópicos**

#### *2.1.5.1. Método de tinción*

Mediante una técnica simple para tinción de estructuras fúngicas con colorantes vegetales solubles en agua según (González, et al., 2011: p.66) se preparó una solución compuesta de la siguiente manera;

1. Se agregó 1ml de colorante vegetal en un matraz
2. Seguido se colocó ácido acético 10 ml
3. Se depositó 15 ml Glicerina usada como humectante
4. Por último se agregó 75 ml de agua destilada esterilizada.

#### *2.1.5.2. Cultivo sobre portaobjetos*

En base a la guía de buenas prácticas NTP 488 que corresponde a la Calidad de aire interior e identificación de hongos (Martí, et al., 2012: pp.4), se realizó el siguiente procedimiento para la preparación de muestra mediante el cultivo sobre portaobjetos. El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Se cortó un bloque pequeño de 2 cm del medio de cultivo con ayuda de un bisturí estéril.
2. Se colocó el portaobjetos con el bloque de agar sobre una caja Petri.
3. Con la ayuda de un asa de siembra, se inoculó las cuatro secciones del bloque con el género seleccionado de hongos a identificar.
4. Se procedió a colocar un cubreobjetos estéril en la superficie del bloque del medio de cultivo.
5. Posteriormente se cerró la caja Petri que contiene el bloque el cual se incubó a 30° C.
6. Finalizado el período de incubación, se colocó el bloque con la muestra en un portaobjetos que contenga azul de lactofenol o azul de anilina, (en este caso se utilizó la tinción preparada con colorante vegetal).
7. Mediante la observación al microscopio se pudo distinguir la forma y disposición de las esporas de cada género aislado.

Mediante el uso del microscopio y el programa PROVIEW, se pudo observar las estructuras de las colonias fúngicas para su posterior identificación taxonómica.

### **2.1.6. Identificación de hongos microscópicos**

A través de la identificación de hongos multigénero en las placas de toma de muestra compuestas por agar sabouraud + cloranfenicol, se utilizó bibliografía de diferentes fuentes importantes para la identificación de hongos microscópicos, con ayuda de la base de datos completa que ofrece el sitio web de la Asociación Española de Micología (AEM) y Westerdijk Fungal Biodiversity Institute y Studies in Mycology, que a su vez contiene varios estudios micológicos de cada género o tipo de hongos que se han realizado desde años anteriores hasta el año actual, este sitio web también cuenta con un atlas clínico de estos microorganismos. Mediante el uso de estas fuentes se agilitó la búsqueda de los géneros de hongos, logrando así la identificación taxonómica en las muestras analizadas, se obtuvo como resultado mediante la comparación fisiológica los siguientes tipos; *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Rhizopus* y *Candida sp.*

### **2.1.7. Cuantificación de hongos microscópicos**

#### **Procedimiento**

1. Se realizaron observaciones diarias de cada placa para detectar el crecimiento de los microorganismos, al igual se llevó un registro del recuento de colonias observadas para facilitar el conteo (Montaluisa, 2018, p.34).
2. Se realizó la identificación del número de colonia total de cada caja petri.
3. Aplicación de la fórmula de Omeliansky, para obtener el resultado de UFC/m<sup>3</sup>

#### **3.8.7.1. Fórmula de Omeliansky**

Cuando se aplica una técnica de sedimentación, es recomendable que la concentración de microorganismos se calcule mediante la fórmula de Omeliansky (Quishpe, 2021, p.36). Según (Rodríguez, 2016, p.18) es una técnica empleada para la cuantificación de hongos, las concentraciones fúngicas obtenidas con la fórmula propuesta por Omeliansky se realiza mediante los siguientes componentes:

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

N = concentración fúngica en ufc.m<sup>-3</sup>

a=número de colonias por placa Petri,

b= es la superficie de la placa ( $r^2 \times \pi$ ) expresada en cm<sup>2</sup>

t=tiempo de exposición en minutos.

### 3.8.8. *Obtención de niveles de contaminación del aire*

La **tabla 4-3** indica los valores permisibles de microorganismos que pueden estar presentes en un área determinada según Organización Mundial de la Salud (OMS), en el documento de edición de 1993, por la comisión de las Comunidades Europeas (Cost Project 613 Report n° 12) (Araujo, 2020, p.2). Mediante los resultados obtenidos en la investigación del número de concentración, se comparó los datos mediante estos valores permisibles presentados en la tabla 4-3.

**Tabla 2-3:** Valores permisibles de microorganismos presentes en el ambiente en niveles UFC / m<sup>3</sup> de hongos en el aire

Nivel de contaminación	Concentración de Hongos UFC / m3 en el aire
Muy baja	<25
Baja	25-100
Intermedia	100-500
Alta	500-2000
Muy Alta	>2000

**Fuente:** (ECA of the Commision of the European Communities, 1994, p.35).

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. Identificación de los hongos microscópicos en el ambiente del mercado central

En el análisis taxonómico de los hongos microscópicos se pudieron identificar 6 géneros fúngicos, en los cuales se menciona al género *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor* y *Fusarium*. Según (Soria et al., 2017: pp.8) menciona que este tipo de hongos, se encuentran comúnmente en vegetales, carnes, aves, frutas, entre otros alimentos, ya por lo general estos microorganismos se alimenta de la materia orgánica en descomposición.

El mercado central al tener una infraestructura amplia y dividida por áreas, se pudo identificar diferentes géneros de hongos, que se encuentran generalmente en ambientes de humedad alta, en zonas cálidas y áreas oscuras (Soria et al., 2017: pp.6), estas condiciones les permiten sobrevivir y proliferarse. Los hongos microscópicos se encuentran en los mercados de abastos por la variedad de productos que se ofrece en estos lugares, como (carnes, vegetales, granos y frutas) y por las condiciones ambientales que son adecuadas para la proliferación fúngica.

**Tabla 1-4:** Identificación de hongos microscópicos obtenidos del ambiente del mercado central de la ciudad de Macas

N° de muestras	Área	Identificación de géneros	
		Muestreo 1. Precipitaciones (15 may. 2022)	Muestreo 2. Sin precipitaciones (08 Jul.2022)
1	Legumbres	<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Fusarium</i>	<i>Aspergillus</i> y <i>Rhizopus</i> .
2		<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> .	<i>Aspergillus</i> y <i>Rhizopus</i> <i>Penicillium</i> .
3	Cárnicos	<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> .	<i>Cladosporium</i> , <i>Rhizopus</i> .
4		<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> .	<i>Rhizopus</i> y levaduras
5	Patio de comida	<i>Cladosporium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> .	<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> .
6		<i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> .	<i>Aspergillus</i> , <i>Rhizopus</i> .

7	Abarrotes	<i>Aspergillus, Penicillium, Rhizopus.</i>	<i>Cladosporium, Penicillium, Rhizopus.</i>
8		<i>Cladosporium, Penicillium, Mucor, Rhizopus.</i>	<i>Mucor, Rhizopus.</i>
9	Centro comercial	<i>Aspergillus, Penicillium, Rhizopus.</i>	<i>Aspergillus, Penicillium, Rhizopus.</i>
10		<i>Cladosporium, Penicillium, Mucor, Rhizopus</i>	<i>Cladosporium, Penicillium, Mucor, Rhizopus</i>

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

#### 4.2. Identificación de los hongos microscópicos en el ambiente del mercado privado

El mercado privado a diferencia del mercado central, cuenta con una infraestructura pequeña y no tiene una distribución de áreas, solo se separa por bloques para cada puesto, donde los productos vegetales y frutas son los más comercializados en este mercado, los puestos de cárnicos (en especial pollo) están dentro de los bloques, de cuales solo existen 4 puestos donde comercializan estos productos de origen animal. A pesar de su estructura y su distribución se identificó varios géneros fúngicos. Entre los géneros de hongos analizados, se obtuvieron los siguientes, *Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Rhizopus, Mucor* y *Candida sp.*

**Tabla 2-4:** Identificación de hongos microscópicos ambientales del mercado privado de la ciudad de Macas

N° de muestras	Área	Identificación de géneros	
		Muestreo 1. Precipitaciones (15 may. 2022)	Muestreo 2. Sin precipitaciones (08 Jul.2022)
1	Legumbres y Cárnicos	<i>Cladosporium, Aspergillus, Penicillium.</i>	<i>Cladosporium, Penicillium.</i>
2		<i>Penicillium, Mucor.</i>	<i>Cladosporium, Penicillium, Rhizopus, Mucor.</i>
3		<i>Cladosporium, Penicillium, Rhizopus.</i>	<i>Cladosporium, Penicillium, Rhizopus, Candidas spp.</i>
4		<i>Aspergillus, Rhizopus.</i>	<i>Cladosporium, Penicillium, Rhizopus, Candidas spp.</i>
5		<i>Cladosporium, Mucor, Rhizopus.</i>	<i>Cladosporium, Rhizopus, Penicillium</i>

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

### 4.3. Concentración fúngica en el ambiente del mercado central y mercado privado

En la cuantificación de las muestras que se tomaron del ambiente de los mercados central y privado se obtuvieron las siguientes concentraciones que refleja la **tabla 3-4** del mercado central y la **tabla 4-4** del mercado privado.

#### 4.3.1. Mercado central

En la **tabla 3-4** se observa que en el primer muestreo se obtuvo un crecimiento excesivo de las muestras analizadas, el segundo muestreo presentó valores bajos en comparación de las concentraciones anteriores, esto se vio reflejado en las 48 horas posteriores al aislamiento fúngico. Estos datos obtenidos dan como resultado que existe una gran concentración de hongos microscópicos en las diferentes áreas del mercado central. Los factores que permiten el desarrollo adecuado para estos microorganismos son las condiciones ambientales, donde tiene gran relevancia la temperatura y la humedad, a partir de estas observaciones se pudo analizar que las concentraciones tuvieron variaciones significativas por los cambios climáticos, haciendo referencia a los días cálidos y días húmedos. Teniendo en cuenta (Nuñez, 2019, p.81), menciona que el estudio de la relación de microorganismos presentes en el aire de un mercado de abastos, el área de comida obtuvo menos cantidad de concentración fúngica, a diferencia de los datos obtenidos en los muestreo del mercado central se puede ver, que las condiciones del patio de comidas son las más esenciales para el crecimiento fúngico.

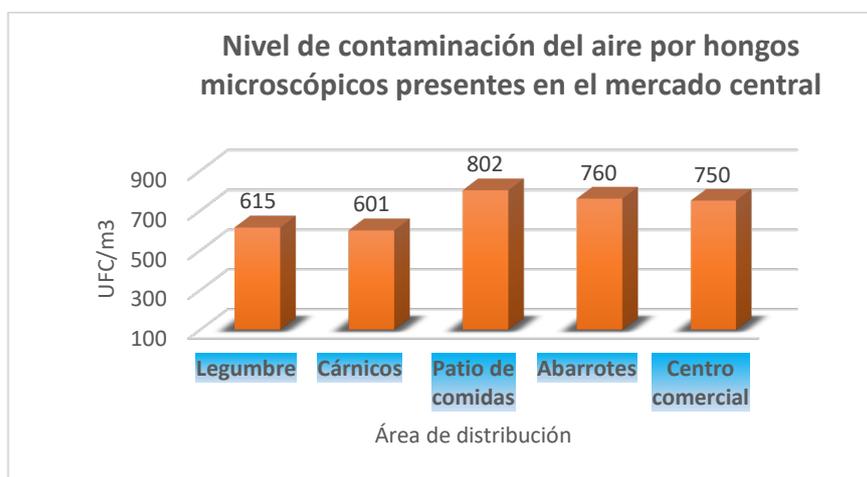
**Tablas 3-4:** Concentración fúngica presente en el aire del mercado central

Área	UFC/m <sup>3</sup>			
	Muestra 1. Precipitaciones (15 may. 2022)	Muestra 2. Sin precipitaciones (08 Jul.2022)	Promedio	Promedio General
Legumbre	1000	229	615	706
Cárnicos	951,5	250	601	
Patio de comidas	1000	604	802	
Abarrotes	1000	521	760	
Centro comercial	1000	500	750	

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

En las áreas de distribución del mercado central de Macas, se demostró la existencia de contaminación ambiental, mediante la concentración fúngica. Cada área muestra que las

concentraciones fúngicas sobre pasan los límites permisibles. La mayor contaminación que existe en el mercado central, se evidencia en el patio de comidas ya que representa un valor máximo 802 UFC/m<sup>3</sup>, seguido del área de abarrotes con 760 UFC/m<sup>3</sup> y centro comercial con 750 UFC/m<sup>3</sup> obteniendo de igual manera un alto nivel de concentraciones fúngicas. Como se muestra en la **ilustración 3-4**.



**Ilustración 1-4:** Nivel de contaminación del aire por hongos microscópicos presentes en el mercado central

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

#### 4.3.2. Mercado privado

En el mercado privado, se obtuvo una concentración de 1000 UFC/m<sup>3</sup>, en el primer muestreo tomadas en el mes de mayo, a diferencia del segundo muestreo que realizo en el mes de julio, donde se obtuvo un valor máximo de 958 UFC/m<sup>3</sup> y un valor mínimo de 583 UFC/m<sup>3</sup>. Existió variaciones significativas de concentraciones en las dos muestras tomadas, esto se debe a las condiciones ambientales, como las precipitaciones que a su vez promueve los niveles adecuados de temperatura y humedad que aportan a la proliferación y crecimiento fúngico.

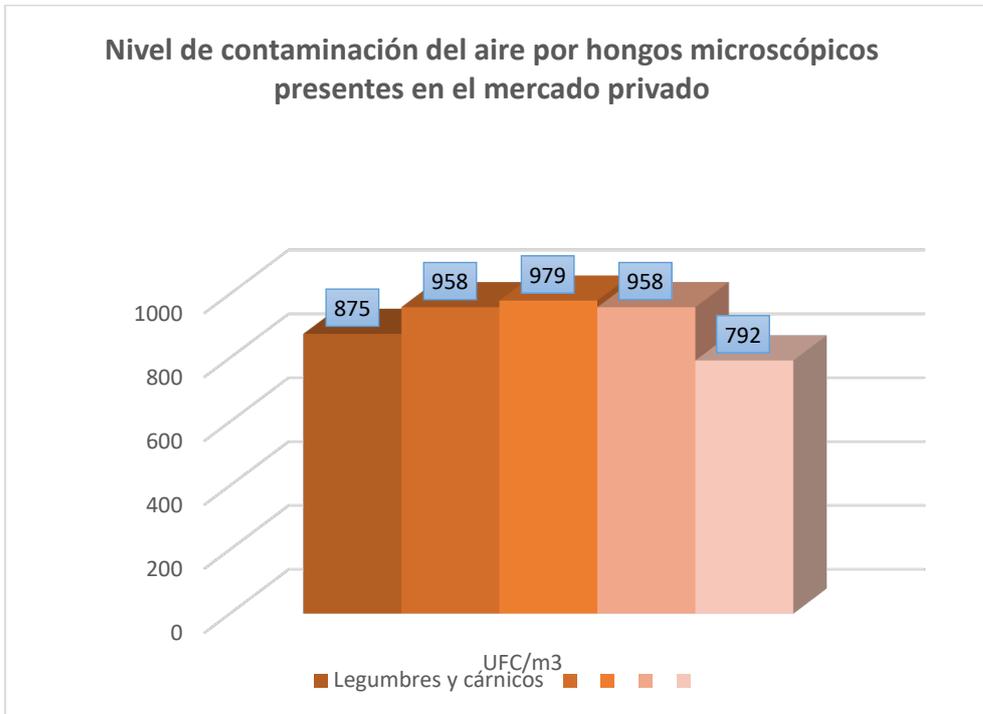
**Tabla 4-4:** Concentración fúngica presente en el aire del mercado privado

Área	UFC/m <sup>3</sup>			
	Muestra 1. Precipitaciones (15 may. 2022)	Muestra 2. Sin precipitaciones (08 Jul.2022)	Promedio	Promedio General
Legumbres/Cárnicos	1000	750	875	913
	1000	917	958	
	1000	958	979	

	1000	917	958	
	1000	583	792	

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

Estos valores se ven reflejados en la **tabla 4-4** Nivel de contaminación del aire por hongos microscópicos presentes en el mercado privado.



**Ilustración 2-4:** Nivel de contaminación del aire por hongos microscópicos presentes en el mercado privado

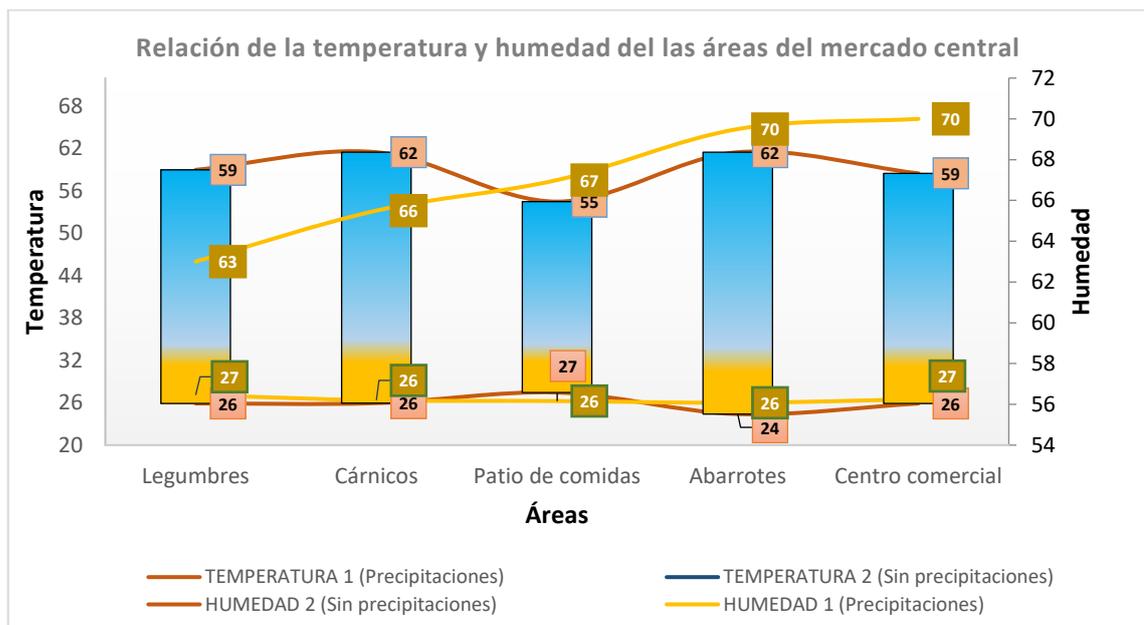
Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

#### 4.4. La influencia de los factores de la humedad y temperatura

Los principales factores que influyen en el crecimiento de los hongos son la humedad y temperatura, estos factores puede tener variaciones en los días que se efectúen presencia o ausencia de lluvias. La humedad favorece en mayor proporción el desarrollo de los hongos cuando se encuentra en un porcentaje del 35 a 75%, mientras que la temperatura ideal se puede encontrar entre un rango de 20 a 30 °C, esto permite la viabilidad y crecimiento de los hongos, puesto que las condiciones en las que se desarrollan se los ha podido categorizar como microorganismos mesófilos (Moreno y Paxtor, 2014: p.12).

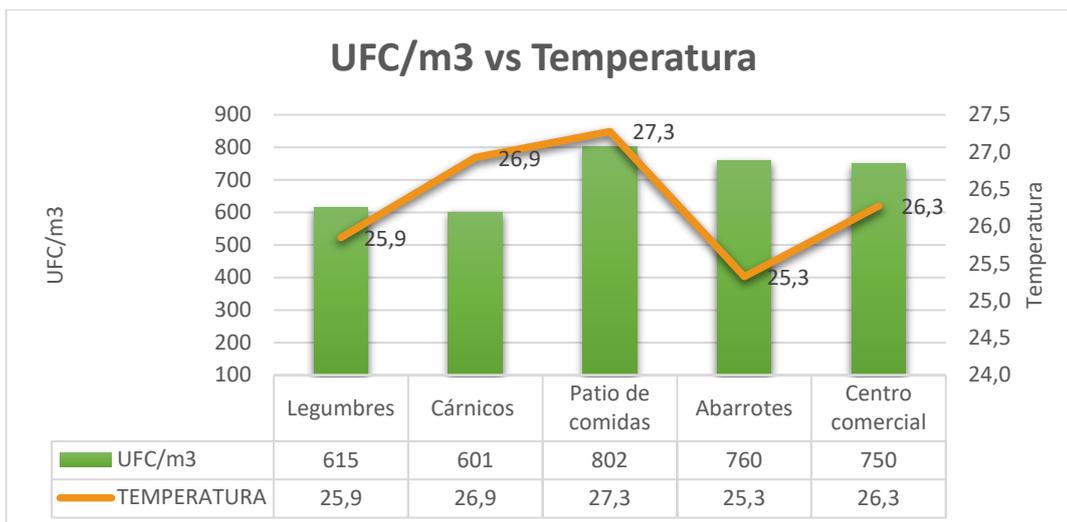
#### 4.4.1. Relación de la temperatura y humedad del mercado central

El gráfico muestra que la humedad es inversamente proporcional a la temperatura (Blanco et al., 2016: pp.110), esto quiere decir que mientras existan bajas temperaturas, habrá altos niveles de humedad, o viceversa, si hay altas temperaturas, la humedad decaerá. Esto es visible en las diferentes áreas del mercado central. Otro dato importante de recalcar, es que el primer muestreo (Temperatura 1 y Humedad 1) se realizó en días de precipitaciones, por lo que conllevó a obtener bajas temperaturas y por consiguiente hubo un alto nivel de humedad, a diferencia de los días sin lluvia (Temperatura 2 y Humedad 2) que mostraron altos niveles de temperatura y bajas concentraciones de humedad. Los datos obtenidos en la temperatura y humedad de las áreas del mercado central, muestran que cuentan con las condiciones ideales para el desarrollo de hongos microscópicos, permitiendo su proliferación. En el primer muestreo en días de precipitaciones se obtuvo un número mayor de concentración de hongos, a deferencia del día soleado en la que se realizó el segundo muestreo.



**Ilustración 3-4:** Relación de la temperatura y humedad de las áreas del mercado central

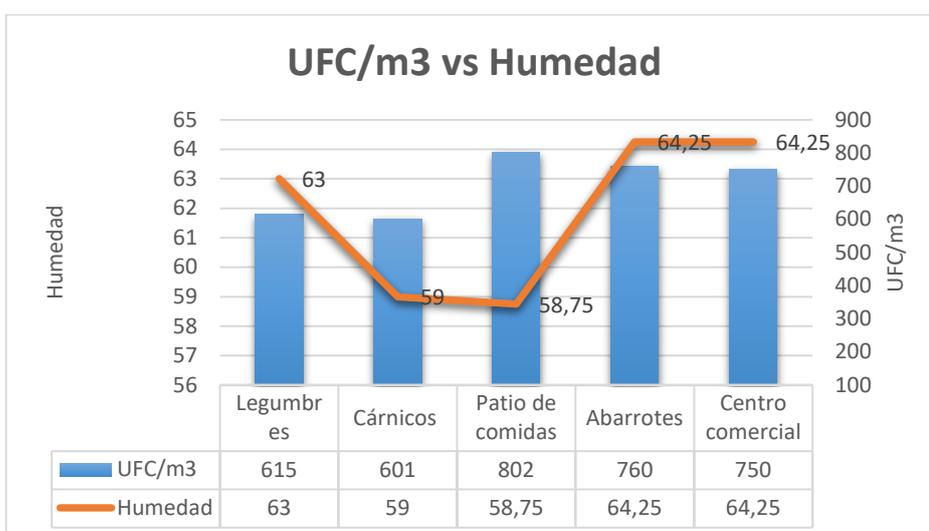
Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.



**Ilustración 4-4:** Relación de la concentración fúngica y temperatura del mercado central

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

La gráfica representa que existe una concentración fúngica elevada, en un rango de temperatura que efectúa entre los 26°C hasta los 28°C, a partir de esta temperatura los hongos microscópicos tienden a aumentar su proliferación. Los valores de temperatura están en el rango óptimo para el crecimiento fúngico. La temperatura entre los días de precipitación y los días de ausencia de lluvias, no presentaron valores de diferencia significativas, esto quiere decir que las temperaturas en los muestreos realizados fueron similares. De acuerdo con Torres (2011, p.47), en el estudio menciona que las temperaturas mayores a 30°C que se presentan en los días soleados puede perjudicar el crecimiento de los hongos, por lo cual estos microorganismos prefieren proliferar en estaciones de lluvias por la disminución de la temperatura y el aumento de la humedad.



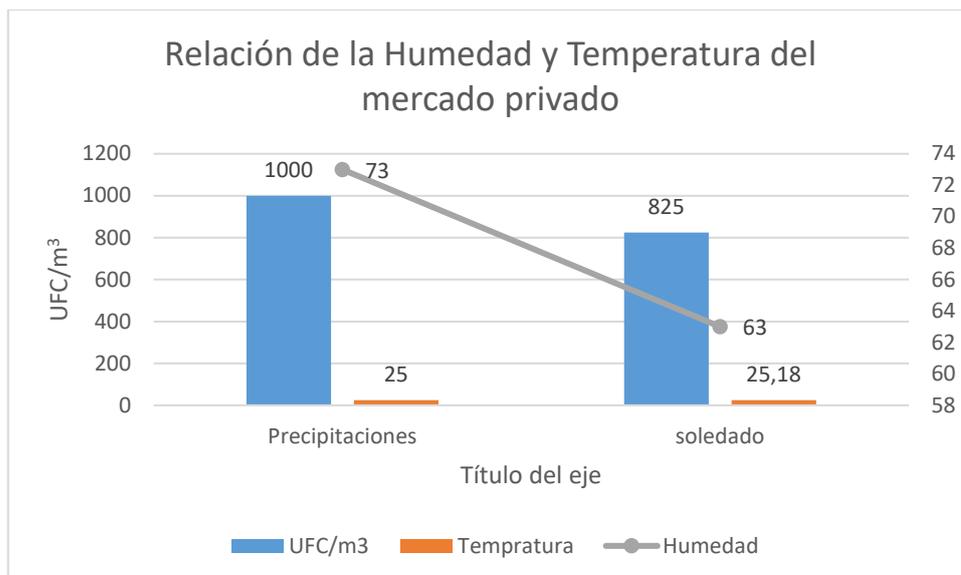
#### **Ilustración 5-4:** Relación de la concentración fúngica y Humedad del mercado central

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

Los datos obtenidos de la humedad en el mercado central, reflejan que se presentó más concentración fúngica por el aumento de este factor, obteniendo un rango de humedad de 58% a 65%. Según Nuñez (2019, p.42) en el estudio realizado en el mercado Paucarbamba menciona que el nivel mínimo de temperatura para el crecimiento de los hongos en el ambiente es de 65%, pero a su vez indica, que en la investigación los factores como humedad y temperatura no son variables tan representativas en el crecimiento fúngico. A diferencia de Núñez, Chuquilin y Rojas, (2020: p.25) mencionan que la humedad es un factor importante en el crecimiento fúngico, ya que si el nivel de humedad decae, el nivel de agua baja, produciendo una deshidratación en los microorganismos del aire. De acuerdo con los datos obtenidos de las concentraciones, se puede observar que en el patio de comidas existió una concentración máxima de hongos microscópicos, con una humedad de 58,75% en comparación de las otras áreas de mercado central en la que los niveles de humedad fueron altos, existió una diferencia significativa de datos con menor concentración fúngica, esto puede darse ya que es el área de comida cuenta con un gran espacio y menor ventilación lo que aporta a un mayor desarrollo fúngico, por lo que se puede concluir que los factores de humedad y temperatura, como el tipo de actividad que son factores importantes en el crecimiento de hongos microscópicos en el aire.

#### **4.4.2. Relación de la temperatura y humedad del mercado privado**

En el mercado privado se puede notar de mejor manera la relación entre la temperatura y humedad, ya que los días de los análisis del mercado privado fueron en las mismas fechas que se realizaron en el mercado central. Lo más evidente en el mercado privado, es que los datos obtenidos muestran altos niveles de humedad, por lo que se puede interpretar que el mercado privado cuenta con las condiciones de temperatura y humedad adecuadas para la proliferación de hongos microscópicos.



**Ilustración 6-4:** Relación de la temperatura y humedad del mercado privado.

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

En el mercado privado se obtuvo una temperatura de 25,18°C y la humedad de 68%, aunque se mantuvieron en condiciones constantes, existió un gran nivel de concentración fúngica, dando como resultado un mayor nivel de contaminación por hongos microscópicos, este resultado también puede darse por el mismo hecho de que el mercado privado cuenta con una estructura abierta, lo que conlleva a que los microorganismos de ambiente exterior tengan más oportunidad de ingresar. Según (Herrera et al., 2015: pp.54) realizaron un estudio del análisis de microorganismos en el aire en ambientes interiores y exteriores, donde los resultados obtenidos en concentraciones fúngicas fue mayor en el ambiente exterior, en comparación de los ambientes interiores de los museos estudiados. De acuerdo con (Hernández y Lizarazo, 2015: p.539) los microorganismos como los hongos pueden ser transportados por el aire, por la concurrencia de personas o por las diferentes partículas de polvo, lo que contribuye a que exista una propagación de hongos microscópicos en los ambientes interiores. Desde esta perspectiva se puede concluir que por exposición del ambiente exterior en la que se encuentra el mercado privado, a más de los factores de temperatura y humedad, se obtuvo niveles altos de concentración fúngica, lo que dio como resultado un grado alto de contaminación del aire por estos microorganismos patógenos.

#### 4.5. Determinación de los niveles de contaminación del aire por las concentraciones fúngicas obtenidas de los mercados central y privado

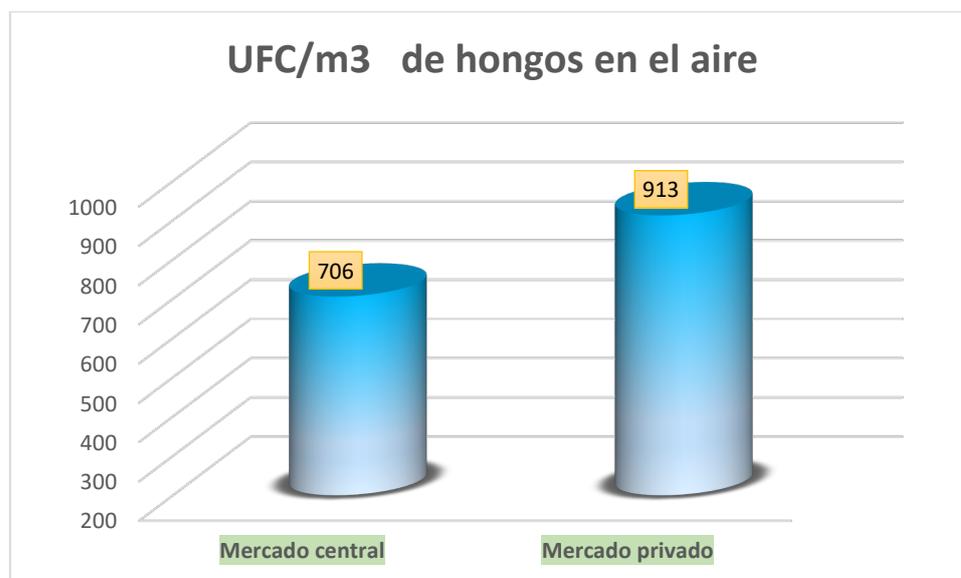
Mediante el promedio general de las concentraciones obtenidas del mercado central y mercado privado, se pudo determinar que existe una contaminación alta en el aire de ambos mercados, de

acuerdo a los valores permisibles de microorganismo presenten en el ambiente en niveles UFC/m<sup>3</sup> establecidos por la (OMS) en conjunto con Commison of the European Communities (ECA, 1994, p. 1), la cual menciona que si los niveles de concentración son menores a 25 UFC/m<sup>3</sup> o tenga un rango entre 25 a 100 UFC/m<sup>3</sup> se considera ambientes de baja contaminación, si los niveles cuentan con un rango de 100 a 500 UFC/m<sup>3</sup> se establecen como ambientes con niveles de contaminación intermedios, pero si el rango aumenta a 500-2000 UFC/m<sup>3</sup> o sobre pasa este valor se consideran ambientes de alta y muy alta contaminación.

**Tablas 5-4:** Valores permisibles de microorganismos presentes en el ambiente en niveles UFC / m<sup>3</sup> de hongos en aire

Área de estudio	UFC/m <sup>3</sup> de hongos en el aire	Rango de concentración de UFC/m <sup>3</sup>	Nivel de contaminación
Mercado central	706	500-2000	Nivel Alto
Mercado privado	913	500-2000	Nivel Alto

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.



**Ilustración 7-4:** Nivel de contaminación del aire por hongos microscópicos presentes en el mercado privado

Realizado por: Morán Chávez Angie, 2022.

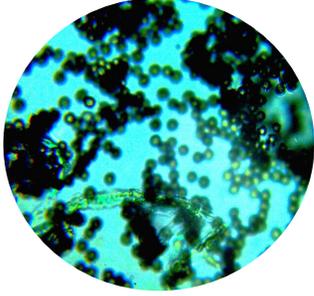
En el análisis comparativo de las concentraciones obtenidas de los promedios generales del mercado central y privado, reflejan como resultado que los niveles más altos de contaminación del aire por hongos microscópicos se muestran en el mercado privado con 913 UFC/m<sup>3</sup>, esto se debe por las posibles condiciones ambientales que presenta el mercado, la falta de distribución o

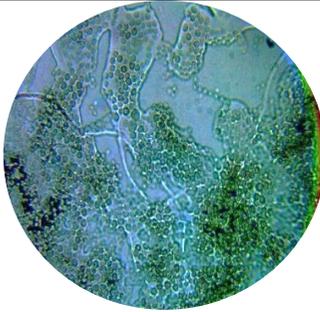
por las condiciones de salubridad que por lo general los mercados de abastos presentan. Otro punto relevante del mercado privado es que presenta un ambiente semi –abierto permitiendo un mejor transporte de las esporas fúngicas que se dispersan en el aire y a su vez permite el ingreso de más contaminantes que contribuyen a su persistencia en el ambiente. Como expresa Herrera et al. (2015, pp.45) el aire exterior puede ser una fuente de esporas de hongos en ambientes interiores, los cuales al existir en ambientes internos se consideran saprófitos, ya que obtienen sus necesidades metabólicas de materia orgánica y de otros materiales de origen inorgánicos. Se considera que la exposición de hongos no es segura para la salud, siempre dependerá de la concentración fúngica relacionada a los ambientes externos o internos. La presencia de altos niveles de humedad contribuye a que los hongos germinen y desprendan miles de esporas al aire (Noreña, 2020, p.37), formando más concentración fúngica y proliferación de estos microorganismos patógenos. Estas condiciones ambientales se presentan en los mercados de abastos del centro de la ciudad de Macas. La investigación demuestra que existe una contaminación al ambiente la cual puede afectar a la salud de los ciudadanos y trabajadores de este sector comercial. Los hongos multigéneros presentes en ambiente del mercado central y el mercado privado, son una de las principales fuentes de afectación al ambiente.

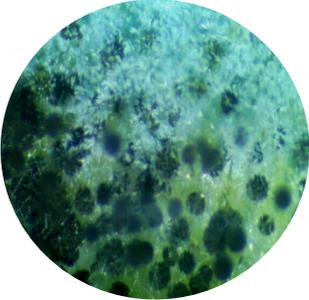
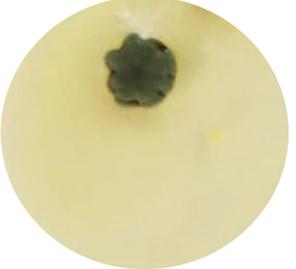
#### **5.5. Géneros de hongos presentes en el aire del mercado central y privado**

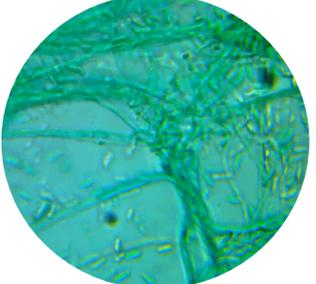
Las concentraciones fúngicas identificadas en el mercado central y privado pueden convertirse en bioindicadores de la contaminación del aire, lo cual servirá como una línea base para seguir con estudios relacionados al tema de calidad del aire. Según Gutiérrez (2020, p.127-128), los hongos pueden convertirse en un bioindicador atmosférico, ya que por el aumento de la proliferación puede provocar cambios en el ambiente o problemas a la salud, lo cual se requiere evaluar las condiciones ambientales que afectan a la población o ecosistemas. Estos microorganismos se convertirían en una herramienta esencial para evaluar la calidad del aire en lugares específicos.

En la **tabla 5.5**, se representa la taxonomía de los géneros de hongos que se presentan en el aire de los mercados de abastos del centro de la ciudad de Macas, dando a conocer las varias afectaciones que provocan en el ámbito de la agricultura, de los productos como frutas o verduras, y en la salud humana y animal.

Observación		Nombre		Características	Fuente
Macroscópica	Microscópica	Género	Especie	Afecciones	Estudios Micológicos
		<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus Niger</i>	Causan aspergilosis invasiva (que afecta a varios sistemas de órganos, en particular enfermedad pulmonar), aspergiloma pulmonar no invasivo y aspergilosis broncopulmonar alérgica.	<i>Studies in Mycology No. 74</i> (Dijksterhuis y Wosten, 2013: p.6)
		<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium Solani</i>	Causan enfermedades de pudrición de la raíz y marchitez vascular de los cultivos.	<i>Studies in Mycology No. 98</i> (Crous et al., 2021: pp.5)

		<p><i>Fusarium</i></p>	<p><i>Fusarium oxysporum</i></p>	<p>Afectan la agricultura, la horticultura y la salud humana y animal.</p>	<p><i>Studies in Mycology No. 99</i> (McTaggart et al., 2021: pp.1)</p>
		<p><i>Penicillium</i></p>	<p><i>Penicillium brevicompactum</i></p>	<p>Típica en ambientes interiores. Se relacionan con irritación de las vías respiratorias, asma, alergias respiratorias, reactividad cutánea y alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis por hipersensibilidad, como la suberosis por exposición laboral a polvo de corcho contaminado y el pulmón del lavador de quesos y de embutidos (INSST 2022).</p>	<p><i>Studies in Mycology No. 78</i> (Samson et al., 2014: pp.128)</p>

		<p><i>Rhizopus</i></p>	<p><i>Rhizopus oryzae</i></p>	<p>Una forma de enfermedad, la mucormicosis rinoorbitocerebral, presenta invasión de hifas desde la cavidad nasal a través de un seno nasal y la órbita hacia el lóbulo frontal del cerebro. Los pacientes con mucormicosis invasiva característicamente sufren de acidosis metabólica, a menudo asociada con diabetes mellitus.</p>	<p>(Walker y McGinnis 2014: p.220)</p>
		<p><i>Cladosporium</i></p>	<p><i>Cladosporium langeronii</i></p>	<p>las cepas clínicas de esta especie podrían haber sido colonizadores secundarios capaces de morar en superficies pobres en nutrientes o, más probablemente, podrían ser contaminaciones de lesiones transportadas por el aire</p>	<p><i>Studies in Mycology No. 72</i> (Bensch et al., 2012: pp.171-172)</p>
		<p><i>Aspergillus</i></p>	<p><i>Aspergillus kerveii</i></p>	<p>Un género de hongos que son saprotrofos de plantas o parásitos específicos opcionales y se pueden encontrar principalmente en el suelo o en semillas de cultivos de cereales y heno. Con un mayor contenido de este tipo de hongos en el aire, los animales y los humanos pueden sufrir diversas enfermedades respiratorias y alergias (Kozlova 2020, p 25).</p>	<p><i>Studies in Mycology No. 59</i> (Samson y Varga, 2007: p.121)</p>

		<p><i>Penicillium</i></p>	<p><i>Penicillium mexicanum</i></p>	<p>hongos previamente reportados como agentes causales de enfermedades postcosecha en diversas frutas y vegetales (Rodríguez et al. 2019, p 42).</p>	<p><i>Studies in Mycology No. 78</i> (Samson et al., 2014: pp.128)</p>
		<p><i>Candida</i></p>	<p><i>Candida sp.</i></p>	<p>Causa infecciones cardiovasculares y del torrente sanguíneo</p>	<p>(Kabir et al., 2012: pp.2)</p>

**Tabla 6-4:** Taxonomía de los hongos microscópicos presentes en el Aire del mercado Central y Privado

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

## **CAPÍTULO V**

### **5. MARCO PROPOSITIVO**

#### **5.1. Instituto Ecuatoriano de Normalización 2687 Mercados saludables: 2013**

La norma INEN 2687 de Mercados Saludable, es aquella que establece requisitos y cumplimiento de las actividades que competen en la comercialización, manipulación de productos y alimentos inocuos aptos para el consumo humano (NTE INEN 2687, 2013, p.2).

#### **5.2. Propuesta**

En base a los resultados obtenidos de la investigación, se ha demostrado que existe una contaminación del aire por hongos microscópicos en los mercados de abasto de la ciudad de Macas, por lo cual se propone medidas de control, mediante la norma INEN 2687 Mercados saludables, con el fin de mitigar la propagación de hongos microscópicos que son causantes de varias enfermedades. Para lo cual se realizó una inspección a los mercados de abastos, para demostrar si estos mercados cumplen con los requisitos otorgados por la INEN 2687. El cumplimiento de cada requisito o actividad tendrá una calificación de evaluación, la cual aporta información que permitió conocer el estado actual de cada uno de los mercados.

#### **5.3. Criterio del cumplimiento**

Para definir el nivel de cumplimiento, se aplicó una evaluación cuantitativa, con las siguientes consideraciones:

- a) Se determinó una escala de cumplimiento de las actividades verificadas, de 1 a 10 puntos; siendo 10 si cumple cabalmente y 1 si incumple totalmente la ejecución de la actividad verificada.
- b) Se definió con 10 puntos al grado de importancia de cada actividad o aspecto considerado dentro de la evaluación.
- c) Mediante la utilización de la siguiente fórmula, se determinó el nivel de cumplimiento, así:

$$NC = (C / W) \times 100(\%)$$

Donde,

- **NC** = Nivel de Cumplimiento
- **C** = Total de la calificación obtenida para el cumplimiento de las actividades verificadas
- **W** = Total del puntaje para las actividades verificadas (cada actividad equivale a 10 puntos)

La relación de valoración empleada es:

**Tabla 1-5:** Niveles de Certidumbre y No Conformidad

Valoración obtenida	Nivel de certidumbre	Nivel de no conformidad
<b>0-70%</b>	<b>Malo</b>	<b>Alto</b>
<b>71-90%</b>	<b>Bueno</b>	<b>Bajo</b>
<b>91-100</b>	<b>Muy Bueno / Excelente</b>	<b>Muy bajo</b>

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

La valoración del cumplimiento se encuentra en la sección resultados de la evaluación.

#### 5.4. Resultado de la evaluación del Mercado Central

**Tabla 2-5:** Ponderación y valoración del cumplimiento de las actividades y requisitos del mercado central

MATRIZ DE CUMPLIMIENTO (INEN 2687:MERCADOS SALUDABLES) – MERCADO CENTRAL		
ITEM	Ponderación	Valoración
<b>MC-01</b>	5	10
<b>MC-02</b>	3	9
<b>MC-03</b>	3	8
<b>MC-04</b>	5	8
<b>MC-05</b>	5	9
<b>MC-06</b>	5	10
<b>TOTAL</b>	26	54
Actividades	6	
Ponderación	26	
Valoración	54	
Cumplimiento	<b>48.14%</b>	
Nivel de certidumbre	MALO	
Nivel de no conformidad	ALTO	

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

En la **Tabla 2-5**, refleja que existe un nivel de cumplimiento del 48.14%, donde se puede determinar que existe un nivel de certidumbre malo y un nivel de no conformidad alto. Lo que refleja que el mercado central no cumple con la mayoría de los requerimientos y prácticas para certificarse como un mercado saludable.

### 5.5. Resultado de la evaluación del Mercado Privado

**Tabla 3-5:** Ponderación y valoración del cumplimiento de las actividades y requisitos del mercado privado

MATRIZ DE CUMPLIMIENTO (INEN 2687:MERCADOS SALUDABLES) – MERCADO PRIVADO		
ITEM	Ponderación	Valoración
<b>MP-01</b>	3	10
<b>MP-02</b>	3	9
<b>MP-03</b>	3	8
<b>MP-04</b>	5	8
<b>MP-05</b>	3	9
<b>MP-06</b>	5	10
<b>TOTAL</b>	22	54
Actividades	6	
Ponderación	27	
Valoración	54	
Cumplimiento	40.74%	
Nivel de certidumbre	MALO	
Nivel de no conformidad	ALTO	

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

La **Tabla 3-5** muestra que al igual que el mercado central, el mercado privado tampoco cumple con las condiciones adecuadas en el expendio y preparación de los alimentos, dando paso a que los mercados de abastos sean lugares favorecedores en la proliferación y crecimiento de hongos microscópicos, causantes de afectaciones en la calidad del aire y por consiguiente a la salud humana.

En los resultado que se obtuvo de la evaluación de cumplimiento en los requisitos otorgados por la Norma INEN 2687, mediante la matriz de evaluación, marcan que los mercados central y privado no cumplen con la mayoría de estos requerimientos impartidos por la norma, por tal

motivo, se generó en la matriz de evaluación las medidas de propuestas que ayudaran a resolver las problemáticas que existen en los mercados y por consiguiente se quiere minimizar los problemas de contaminación del aire por hongos ambientales que sean demostrado en la investigación.

## **5.6. Matriz de evaluación de requisitos de la norma INEN 2687: Mercados saludables**

### ***5.6.1. Matriz de Evaluación de requisitos de la norma INEN2687: Mercados Saludables, Mercado Central***

Mediante la matriz de evaluación en el Mercado Central, se pudo evidenciar que la mayoría de requerimientos no se cumplen en su totalidad, esto por la falta de conocimiento, por las condiciones inadecuadas que presenta el mercado, la no organización por parte de la administración, que hacen que el mercado no cuente con las herramientas adecuadas que faciliten su mejora continua. Por tal motivo la matriz de evaluación cuenta con propuestas de mejora que incentiven a los comerciantes a trabajar en conjunto y mejorar la productividad y eficacia en sus actividades de comercio.

## MATRIZ DE EVALUACIÓN DE REQUISITOS DE LA NORMA INEN 2687: MERCADOS SALUDABLES

OBJETIVOS: Definir acciones para enfrentar eventuales incumplimientos en las áreas del mercado central

LUGAR DE APLICACIÓN: MERCADO CENTRAL

RESPONSABLES: ADMINISTRACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL

MC-01

### 4.1 requisitos relativos a la infraestructura

NÚMERO ACTIVIDAD	REQUISITO	ÁREA	CUMPLE	NO CUMPLE	ASPECTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS
1	El mercado debe estar alejado de fuentes de contaminación que representen riesgo para la inocuidad de los alimentos, en particular de zonas propensas a inundaciones y zonas industriales	Todas	X		El mercado central se encuentra en el centro de la Ciudad de Macas, en un sector donde no existe contaminación industrial ni posibles inundaciones.	Remodelación de las áreas del mercado.
2	Las áreas internas del mercado deben estar divididas en zonas o giros según el nivel de higiene dependiendo de los riesgos de contaminación y de los alimentos.	Todas		X	Las áreas de abarrotes se encuentra en una mala ubicación, ya que esta está ubicada en la misma zona del patio de comidas	
3	Los pisos, paredes y techos deben ser contruidos de materiales impermeables, no porosos que permitan la limpieza y mantenimiento.	Área de comida y de cárnicos		X	La infraestructura se encuentra en mal estado por el tiempo y la falta de	
4	Las paredes de los puestos de comercialización deben tener una superficie lisa de baldosa o pintura lavable hasta una altura mínima de 2 m	Todos		X	La mayoría de los puesto del mercado no cuentan con una superficie que permita la limpieza y desinfección de los locales	
5	La ventilación puede ser natural o artificial, directa o indirecta para reducir al mínimo la contaminación de los alimentos transmitida por el	Todas		X	El mercado no cuenta con una buena ventilación, por lo que las condiciones como humedad han ido deteriorando la	

	aire.				infraestructura	
<b>4.2 Requisitos relativos a los servicios (4.2.3 Desechos sólidos)</b>						<b>MC-02</b>
6	El mercado debe contar con un sistema de recolección diferenciada interna de desechos (orgánicos e inorgánicos), almacenamiento provisional en un área específica cubierta, con piso impermeable, con ventilación y señalización, accesible para su recolección y su posterior disposición final.	Todo		X	El Mercado central no cuenta con un área de adecuación de los desechos orgánicos e inorgánicos	Adecuación de un área para el almacenamiento de los desechos sólidos
<b>4.5 Requisitos relativos al puesto de comercialización</b>						<b>MC-03</b>
7	El puesto de comercialización y sus alrededores deben mantenerse limpios y ordenados.	Todo		X	Los puestos de distribución del mercado no cuentan con un espacio adecuado para el tipo de producto que comercializan los trabajadores, por lo que no les permite tener un orden y limpieza pertinente.	Realizar una revisión semanal de los puestos, en base a la limpieza y desinfección
8	Para mantener los productos del puesto de comercialización de alimentos, libres de contaminación, se deben: - Separar los alimentos de otros productos. - Eliminar y separar todo alimento en mal estado - Proteger los alimentos y los ingredientes de la contaminación de plagas o de contaminantes químicos, físicos o microbiológicos, durante la manipulación y el almacenamiento.	-Áreas de cárnicos -Área de abarrotes -Patio de comidas		X	El área de cárnicos no cuenta con una misma manera el área de abarrotes está en la misma sección del patio de comidas, esto conlleva a que exista una contaminación cruzada en estos productos.	-Implementar secciones para la separación de tipos de cárnicos. -Adecuar una sección para el área de abarrotes, realizar análisis microbiológicos de condiciones de las áreas de trabajo, semestralmente
<b>4.6 Requisitos relativos a la preparación de los alimentos</b>						<b>MC-04</b>

9	Los alimentos y bebidas preparadas de consumo directo, deben ser sometidos periódicamente a análisis físicos, químicos y microbiológicos de acuerdo a un plan de muestreo técnicamente establecido, para verificar la inocuidad de los mismos.	Patio de Comidas		X	No se realizan muestreos químicos, físicos ni microbiológicos de los alimentos preparados, esto por falta de conocimiento de la administración del mercado	Administración debe realizar inspecciones de para evaluar las condiciones de preparación y manipulación de los alimentos que se comercializan en el patio de comidas, con el fin evitar posibles contaminaciones.	
10	El manipulador de alimentos preparados debe mantener el cabello cubierto totalmente con malla, gorro u otro medio, debe usar una mascarilla, uñas cortas y sin esmalte, sin joyas, libre de maquillaje, sin barba y bigotes al descubierto.	-Patio de comidas -Área de cárnicos		X	El personal del mercado no cuenta con kits de protección como mascarillas o guantes, al igual que falta de cumplimiento del uso de esmaltes o joyas.	-La administración debe realizar semestralmente capacitaciones sobre los requisitos en la preparación de los alimentos y procedencia de los productos de comercio (cárnicos, verduras o frutas) -Revisiones periódicas.	
<b>4.8 Requisitos relativos a la limpieza y desinfección</b>							<b>MC-05</b>
11	El mercado debe contar con un programa de limpieza y desinfección, que garantice que el mercado esté limpio en todas las áreas	Todo		X	El mercado no cuenta con un programa de desinfección que se lo realiza semestralmente	Realizar y promover campañas de desinfección y limpieza en todas las áreas de distribución del mercado -La Administración debe implementar una guía de limpieza y desinfección de acuerdo a las áreas de distribución del mercado	
<b>4.10 Requisitos relativos a capacitación</b>							
12	Todos los vendedores y manipuladores de alimentos de los mercados deben estar	Todo		X	El personal del mercado central no efectúa capacitaciones	La administración debe realizar capacitaciones semestralmente a	

	capacitados en Buenas Prácticas de Higiene BPH, Buenas Prácticas de Manufactura BPM, Buenas Prácticas de Almacenamiento BPA, gestión integral de desechos, mercado saludable y productivo con un enfoque de inocuidad de alimentos.					<p>sus empleados, los cuales deben estar capacitados evitar eventualidades que puedan perjudicar la a la salud humana.</p> <p>-La administración</p>	
<b>4.11 Requisitos relativos al control y aseguramiento de la inocuidad</b>							<b>MC-06</b>
13	El mercado debe contar con un programa de control y aseguramiento de la inocuidad, el cual debe ser esencialmente preventivo y cubrir todas las etapas de manipulación y elaboración del alimento, desde la recepción hasta la comercialización.	Todo		X	El mercado no cuenta con programas de control de inocuidad de los productos, por lo cual se ha podido observar eventualidades en la comercialización de los productos	<p>La administración debe encargarse de realizar estos programas de aseguramiento de inocuidad en conjunto de las capacitaciones que deben ser de responsabilidad de la administración y el comité del mercado</p>	

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

**5.6.2. Matriz de Evaluación de requisitos de la norma INEN2687: Mercados Saludables, Mercado Privado**

En la matriz de evaluación en el mercado privado se evidencia la carencia de gestión en lo que compete a organización en los puestos del mercado, como los comerciantes no cuentan con un lugar específico según su tipo de área de comercialización, insuficiencia de una mejor infraestructura para cumplir con los requisitos básico de un mercado saludable, por los cual se presentó medidas mediante planes de mejoras, con el fin de asegurar un mejor ambiente para los comerciantes y sus consumidores.

<b>MATRIZ DE EVALUACIÓN DE REQUISITOS DE LA NORMA INEN 2687: MERCADOS SALUDABLES</b>						
<b>OBJETIVOS:</b> Definir acciones para enfrentar eventuales incumplimientos en las áreas del mercado privado						<b>MP-01</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> MERCADO PRIVADO						
<b>RESPONSABLES:</b> ADMINISTRACIÓN DEL MERCADO PRIVADO						
<b>4.1 requisitos relativos a la infraestructura</b>						
<b>NÚMERO ACTIVIDAD</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>ASPECTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>
1	El mercado debe estar alejado de fuentes de contaminación que representen riesgo para la inocuidad de los alimentos, en particular de zonas propensas a inundaciones y zonas industriales	Todas		X	El mercado privado se encuentra en el centro de la ciudad de Macas, en un sector donde no existe contaminación industrial, pero su infraestructura no puede evitar posibles inundaciones.	Implementación de áreas de distribución del mercado por secciones dependiendo del producto a comercializar
2	Las áreas internas del mercado deben estar divididas en zonas o giros según el nivel de higiene dependiendo de los riesgos de contaminación y de los alimentos.	Todos		X	El mercado privado no cuenta con áreas de distribución	

3	Los pisos, paredes y techos deben ser contruidos de materiales impermeables, no porosos que permitan la limpieza y mantenimiento.	Todos	X		El material de la infraestructura del mercado privado está un estándar de adecuación media, ya que cuenta ciertos materiales que cumplen con los requisitos propuestos por la norma INEN.	Adecuar materiales de construcción como baldosa o cerámica en pisos y paredes de los puestos de comercio.
4	Las paredes de los puestos de comercialización deben tener una superficie lisa de baldosa o pintura lavable hasta una altura mínima de 2 m	Todos		X	La mayoría de los puesto del mercado no cuentan con una superficie que permita la limpieza y desinfección de los locales	Adecuar materiales de construcción como baldosa o cerámica en pisos y paredes de los puestos de comercio
5	La ventilación puede ser natural o artificial, directa o indirecta para reducir al mínimo la contaminación de los alimentos transmitida por el aire.	Todas	X		Los puestos del mercado privado cuenta con una ventilación adecuada para los productos.	Implementar una mejor adecuación de las secciones de productos, como la separación de los productos cárnicos con los productos vegetales.
<b>4.2 Requisitos relativos a los servicios (4.2.3 Desechos sólidos)</b>						<b>MP-02</b>
6	El mercado debe contar con un sistema de recolección diferenciada interna de desechos (orgánicos e inorgánicos), almacenamiento provisional en un área específica cubierta, con piso impermeable, con ventilación y señalización, accesible para su recolección y su posterior disposición final.	Todo		X	El Mercado privado no cuenta con un área de adecuación de los desechos orgánicos e inorgánicos	Adecuación de un área para el almacenamiento de los desechos sólidos
<b>4.5 Requisitos relativos al puesto de comercialización</b>						<b>MP-03</b>
7	El puesto de comercialización y sus alrededores deben mantenerse limpios y ordenados.	Todo		X	Los puestos de distribución del mercado no cuentan con un espacio adecuado para el tipo de producto que comercializan los trabajadores, por lo	Implemetar áreas con espacios adecuados dependiendo las activiades de comercialización del mercado.

					que no les permite tener un orden y limpieza pertinente.	
8	<p>Para mantener los productos del puesto de comercialización de alimentos, libres de contaminación, se deben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Separar los alimentos de otros productos.</li> <li>- Eliminar y separar todo alimento en mal estado</li> <li>- Proteger los alimentos y los ingredientes de la contaminación de plagas o de contaminantes químicos, físicos o microbiológicos, durante la manipulación y el almacenamiento.</li> </ul>	Todo		X	No existe una sección o área de productos cárnicos, esto conlleva a que exista una contaminación cruzada en estos productos.	-Adecuar una sección específica para el área de productos cárnicos.
<b>4.8 Requisitos relativos a la limpieza y desinfección</b>						<b>MP-04</b>
11	El mercado debe contar con un programa de limpieza y desinfección, que garantice que el mercado esté limpio en todas las áreas	Todo		X	El mercado privado no cuenta con un programa de desinfección que se lo realiza semestralmente	Desarrollar por parte del comité del mercado privado un programa de limpieza y desinfección debería realizarlo cada 3 meses, para contar con áreas limpias y sin contaminación.
<b>4.10 Requisitos relativos a capacitación</b>						<b>MP-05</b>
12	Todos los vendedores y manipuladores de alimentos de los mercados deben estar capacitados en Buenas Prácticas de Higiene BPH, Buenas Prácticas de Manufactura BPM, Buenas Prácticas de Almacenamiento BPA, gestión integral de desechos, mercado saludable y productivo con un enfoque de inocuidad de alimentos.	Todo		X	El personal del mercado central no efectúa capacitaciones	La administración debe realizar capacitaciones semestralmente a sus empleados, los cuales deben estar capacitados evitar eventualidades que puedan perjudicar la a la salud humana.

4.11 Requisitos relativos al control y aseguramiento de la inocuidad						MP-06
13	El mercado debe contar con un programa de control y aseguramiento de la inocuidad, el cual debe ser esencialmente preventivo y cubrir todas las etapas de manipulación y elaboración del alimento, desde la recepción hasta la comercialización.	Todo		X	El mercado no cuenta con programas de control de inocuidad de los productos, por lo cual se ha podido observar eventualidades en la comercialización de los productos	La administración debe encargarse de realizar estos programas de aseguramiento de inocuidad en conjunto de las capacitaciones que deben ser de responsabilidad del comité del mercado y trabajadores.

Realizado por: Morán Chávez, Angie, 2022.

## CONCLUSIONES

- Mediante el aislamiento e identificación taxonómica de los hongos microscópicos obtenidos de los análisis del aire del mercado central y privado, se pudo demostrar la existencia de estos microorganismos patógenos, obteniendo como resultado diferentes géneros fúngicos tales como: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Candida sp* y *Fusarium*.
- Las concentraciones fúngicas del mercado central fueron 706 UFC/m<sup>3</sup>, y del mercado privado fueron 913 UFC/m<sup>3</sup>, demostrando que existe un alto nivel de contaminación del aire por estos microorganismos, haciendo comparaciones con los valores permisibles de la (OMS ) de hongos en un ambiente determinado.
- El mercado privado obtuvo un mayor nivel de contaminación en comparación con el mercado central, donde las temperaturas y la humedad a portaban con la proliferación y dispersión de los hongos al ambiente. Esto se debe a que las condiciones en las que se encuentra el mercado privado con respecto a la organización de los puestos, la mezcla de productos, y en la zona cuenta con nivel de humedad alto, produzcan una mayor concentración de hongos en el aire.
- La identificación de los géneros fúngicos, fueron documentados y caracterizados mediante fuentes confiables, como la base de datos de Studies in Mycology, que aportó con varios estudios realizados, donde se analiza las características taxonómicas de cada género de hongos.
- Mediante la norma INEN 2687, se pudo determinar que los mercados central y privado no se encuentran en las condiciones adecuadas, por medio de la matriz de evaluación de los requisitos de la norma INEN 2687, se describió medidas de propuestas que aportarán al mejoramiento de la distribución, manejo de productos alimenticio, programas de desinfección y limpieza, capacitaciones de buenas prácticas, entre otras actividades, que tienen como objetivo mejorar la gestión y organización de los mercados y a su vez contribuye a disminuir la contaminación atmosférica producida por microorganismos patógenos.

## RECOMENDACIONES

- En el Ecuador no existe una normativa legal acerca de los niveles de concentración fúngica, por este motivo, la investigación puede utilizarse como una herramienta o línea base, aportando información de las condiciones atmosféricas en las que se encuentran los mercados de abastos de la ciudad de Macas y a su vez puede servir para incentivar a nuevas investigaciones.
- Los hongos microscópicos pueden ser usados como bioindicadores del aire, convirtiéndose en una herramienta útil en la evaluación de la calidad del aire.
- Es recomendable que exista un mayor interés a este tipo de investigación, con el fin de otorgar una base de datos local que ayude al estudio intensivo de la contaminación biológica producida por estos microorganismos, ampliando el campo investigativo y experimental de los jóvenes de la provincia de Morona Santiago.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**AGUILAR HUAÑAMBAL, JOSUE**,. Contaminación atmosférica en mi comunidad. (Trabajo de Titulación), Universidad Nacional de Trujillo. 2021. pp. 18. Disponible en: [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/18630/AGUILAR\\_HUAÑAMBAL\\_JOSUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/18630/AGUILAR_HUAÑAMBAL_JOSUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**ALVARADO, P. & ROZO, L.** Determinación de la presencia de bioaerosoles y su riesgo asociado a la salud en el área de urgencias de un hospital de II nivel en la localidad de Engativá. (Trabajo de Titulación), Universidad de la Salle , Bogotá. 2019. pp. 7. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2115&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2115&context=ing_ambiental_sanitaria)

**ÁLVAREZ, A. & PERERO, N.** La Contaminación Ambiental Y La Salud En El Mercado De Víveres N° 4 Del Cantón La Libertad. (Trabajo de Titulación), Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2015. pp 4-5. Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/3904>.

**ARAUJO, J.** Evaluación de Microbiología del Aire, Método de Sedimentación Pasiva. Universidad Experimental Francisco de Miranda [En línea]. 2020 pp. 10-12. Disponible en: DOI: 10.13140/RG.2.2.23039.64162.

**BARRAGAN, P. & DUARTE, D.** "Análisis de bioaerosoles como indicadores de la calidad del aire, por medio de un sistema de muestreo acoplado en una aeronave no tripulada (UAV)". [En línea], 2020, (Bogotá) pp. 12. DOI: 10.13140/RG.2.2.28567.29601. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/348416101%0AAnálisis>

**BENSCH, K., BRAUN, U., GROENEWALD, J.Z. & CROUS, P.W.**" The genus *cladosporium*". *Studies in Mycology* [en línea], 2012, (The Netherlands) vol. 72, no. June, pp. 171-172. [Consulta 8 junio 2022]. ISSN 01660616. Disponible en: <https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim72/sim72.pdf>

**BLANCO, Y., DURAÑONA, H. & ACOSTA, R.** "Efecto de la Temperatura y La Humedad en La conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados". *Cultivos Tropicales* [en línea], 2016, (Cuba) vol. 37, no. 4, pp. 110. [Consulta 4 agosto 2022]. ISSN 1819-4087. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13900.21127>

**BOCANEGRA, J. & OLAYA, M.**, 2018. Aislamiento y Caracterización de Microorganismos Presentes en la Matriz de la Universidad de Cund

inamarca Seccional Girardot. [En línea] (Trabajo de Grado). (Pregrado) Universidad de Cundinamarca, Colombia. 2018. pp 8. [Consulta: 2022-05-23]. Disponible en: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1281>

**BOLDO, E.**, 2016. *La contaminación del aire*. [En línea]. Madrid-España: Instituto de Salud Carlos II, 2016. [Consulta: 12 abril 2022]. ISBN 9788490972281. Disponible en: [https://repisalud.isciii.es/bitstream/handle/20.500.12105/7274/LaContaminaciónDelAire\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repisalud.isciii.es/bitstream/handle/20.500.12105/7274/LaContaminaciónDelAire_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**BUITRAGO, N. & GÓMEZ, D.** Prevalencia de *Cryptococcus gattii* y *Cryptococcus neoformans*, en animales de compañía en el refugio de salvamento animal del municipio de Villa del Rosario, departamento Norte de Santander [En línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado) Universidad de Santander Campus Cucúta, Colombia. 2021. pp 43-44. [Consulta: 2022-08-06]. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/7294>

**BUSTOS, M.** *Hongos Ambientales*. [blog.]. 8 abril, 2019 [Consulta: 12 julio 2022]. Disponible en: <https://centrodelalergico.cl/hongos-ambientales/>.

**CALIZAYA, C., SALAZAR, G. & SILVA, J.** "Evaluación de hongos ambientales en mercados de abastos de la ciudad de Tacna-Perú". *Revista mexicana de micología* [en línea], 2010, (Perú) vol. 31, pp. 65-67. [ Consulta: 06 mayo 2022]. SSN 0187-3180. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-31802010000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-31802010000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=pt)

**CALLE, M. & LÓPEZ, J.** Diseño mecatrónico de un purificador de aire [En línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado) Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. 2015. pp. 15. [Consulta: 2022-05-27]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b98d2ed8-ef9c-4cb0-8afc-13d79dfb7ac8/content>

**CANCHUCAJA, A.P.** Efectos urbano-ambientales producidos por la gestión de residuos sólidos del mercado de abastos “La Hermelinda” en el distrito de Trujillo, 2017 [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado) Universidad César Vallejo. Perú. 2018. pp. 14. [Consulta: 2022-04-19]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b98d2ed8-ef9c-4cb0-8afc-13d79dfb7ac8/content>

**CARDOZA, J.** Especies de *Aspergillus* de cepas aisladas del aire de la ciudad de Piura - Perú entre julio y octubre del 2017 [En línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado) Universidad Nacional

de Piura, Perú. 2019. pp. 2. [Consulta: 2022-05-31]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b98d2ed8-ef9c-4cb0-8afc-13d79dfb7ac8/content>

**CARDOZO, R. & ARAQUE, L.** "Caracterización de bioaerosoles en tres edificaciones administrativas de Bogotá, 2012-2013". *Ciencia en Desarrollo* [en línea], 2015, (Colombia) 6(1), pp. 43. [Consulta:2022-05-31]. ISSN 0121-7488. Disponible en: [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/3648/3226](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/3648/3226)

**CASTILLO, G.** Evaluación de microorganismos patógenos oportunistas en el material particulado atmosférico en el campus universitario de la UNASAM, Shancayan - Independencia - Huaraz, 2018. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Perú. 2019. pp. 25-28. [Consulta: 2022-06-01]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4084>

**CASTRO, C.** Caracterización de bioaerosoles después de una precipitación pluvial en relación con las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Ayacucho, 2018. [En línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad César Vallejo, Perú. 2018. pp 15. [Consulta: 2022-06-01]. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**CASTRO, Dulcilena; et al.** "Air pollution and its impact on the concentration of airborne fungi in the megacity of São Paulo, Brazil". *Heliyon* [en línea]. 2020, (Brasil) 6(10). pp. 1. ISSN 24058440. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05065>

**CAHUANA, N. y ESCOBAR, R.,** 2016. Insalubridad en el mercado de abastos de la provincia de Huancavelica [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Univeridad Nacional de Huancavelica, Perú. 2016. pp. 1. [Consulta: 2022-04-18]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1916>

**CEPEDA, Romina; et al.,** 2019. Monitoreo de hongos ambientales en laboratorios y reservas patrimoniales bioarqueológicas. *Boletín Micológico* [en línea], 2019, (Argentina) 34(2), pp. 33. [Consulta: 05 abril 2022]. ISSN 0719-3114. Disponible en: <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2019.34.2.1909>

**CHUQUILIN, D. & ROJAS, N.**Calidad Microbiológica Del Aire Interior Del Mercado Central

De Cajamarca [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Privada del Norte, Perú. 2020. pp. 9-51. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <http://laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/meta/FP335.html>

**CROUS, P.W; et al.** 2021. "Fusarium: more than a node or a foot-shaped basal cell". *Studies in Mycology* [en línea], 2021, (The Netherlands) 98(1), pp. 5. [Consulta: 08 agosto 2022]. ISSN 01660616. Disponible en: <https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim98/Fusarium--more-than-a-node.pdf>

**DAZA, M; et al.** "Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo". *Biociencias* [en línea], 2015, (Colombia) 10(2), pp. 39. [Consulta: 05 abril 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5460365.pdf>

**DIJKSTERHUIS, J. & WOSTEN, H.** "Development of *Aspergillus niger*". *Studies in Mycology* [en línea]. 2013, (The Netherlands). 74(1), pp. 6. [Consulta: 7 agosto 2022]. ISBN 9789070351939. Disponible en: <https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim74/Sim74.pdf>

**ECHEVERRI, C.** *Contaminación Atmosférica*. [en línea]. Bogotá-Colombia: Ediciones. Bogotá, 2019. [Consulta: 09 abril 2022]. ISBN 9789587629422. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nRp\\_EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA468&dq=contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A9rica++Echeverri&ots=S2mNtzVLXO&sig=CcXBpohv4z4xF62Gu9N11gUwt2A#v=onepage&q=contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20%20Echeverri&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nRp_EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA468&dq=contaminaci%C3%B3n+atmosf%C3%A9rica++Echeverri&ots=S2mNtzVLXO&sig=CcXBpohv4z4xF62Gu9N11gUwt2A#v=onepage&q=contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20%20Echeverri&f=false)

**ESTRADA, G. & RAMÍREZ, M.** *Micología general*. [en línea]. Manizales-Colombia: Universidad Católica de Manizales, 2019. [Consulta: 29 mayo 2022]. ISBN 8445800604. Disponible en: [https://cercabib.ub.edu/iii/encore/record/C\\_\\_Rb2056774\\_\\_Spratsmicrobiologia\\_\\_Orightresult\\_\\_U\\_\\_X2?lang=cat%0Ahttp://absysweb.cpd.uniovi.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=1028284](https://cercabib.ub.edu/iii/encore/record/C__Rb2056774__Spratsmicrobiologia__Orightresult__U__X2?lang=cat%0Ahttp://absysweb.cpd.uniovi.es/cgi-bin/abnetopac?TITN=1028284)

**(ECA).** *Report No.12 Biological Particles in Indoor Environment*. [en línea]. Luxembourg: European collaborative action (ECA) of the Commision of the European Communities, 1994. 17(11). [Consulta: 16 junio 2022]. ISBN 0344-5062. Disponible en: [https://www.aivc.org/sites/default/files/members\\_area/medias/pdf/Inive/ECA/ECA\\_Report12.pdf](https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Inive/ECA/ECA_Report12.pdf)

**FAO,** 2012. *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención*. [en

[línea]. Roma: Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK) Gothenburg, Suecia, 2012. [Consulta: 24 abril 2022]. ISBN 978-92-5-307205-7. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>

**FOGELBACH, Guillermo; et al.** 2020. "Contaminación atmosférica en América Latina: impacto en la salud y regulación actual: reporte de grupo de Comité de Aerobiología Sociedad Latinoamericana de Asma, Alergia e Inmunología". *Archivos de Asmas Alergia e Inmunología* [en línea], 2020, 4(4), pp. 424-425. ISSN 2526-5393. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/350655578%0AContaminación>

**GARCÉS, Emira; et al.** *Morfología y Clasificación de los Hongos*. [en línea]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2015. [Consulta: 28 mayo 2022]. Disponible en: [http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad\\_de\\_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas\\_Libros/Biologia/Morfologia\\_y\\_Clasificacion\\_de\\_los\\_Hongos/Morfologia\\_y\\_clasificacion\\_de\\_los\\_hongos\\_libro.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Biologia/Morfologia_y_Clasificacion_de_los_Hongos/Morfologia_y_clasificacion_de_los_hongos_libro.pdf)

**GÓMEZ, Diana; et al.** 2021. "Análisis microbiológico de contaminantes atmosféricos en la plaza de mercado del sur de la ciudad de Tunja, Boyacá". *Cuaderno Activa* [en línea], 2021, (Colombia) 13(1), pp. 26-44. [Consulta: 25 abril 2022]. ISSN 20278101. Disponible en: <https://ojs.tdea.edu.co/flip/index.php?pdf=https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/articloe/download/749/1360>

**GÓMEZ, F.** 2015. *Características generales de los hongos e infecciones sistémicas y oportunistas de las micosis tropicales*. [en línea]. Venezuela: Módulo 5: Micología, 2015. [Consulta: 5 abril 2022]. Disponible en: [http://aula.campuspanamericana.com/\\_Cursos/Curso01417/Temario/Experto\\_Med\\_Tropical/M5T1-Texto.pdf](http://aula.campuspanamericana.com/_Cursos/Curso01417/Temario/Experto_Med_Tropical/M5T1-Texto.pdf)

**GONZALES ALCOS, Vicky Cristina.**, 2019. Capacidad biodegradativa de hongos filamentosos frente al polietileno [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctorado) Universidad Nacional del Altiplano, Perú. 2019. pp. 8. [Consulta: 2022-05-29]. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12254/Vicky\\_Cristina\\_Gonzales\\_Alcos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12254/Vicky_Cristina_Gonzales_Alcos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**GONZÁLEZ, María; et al.** "Técnica de tinción de estructuras fúngicas con colorantes vegetales como una alternativa no contaminante". *Bioagro* [en línea], 2011, (Barquisimeto, Venezuela) 23(1). pp. 66. [Consulta: 18 junio 2022]. ISSN 13163361. Disponible en:

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612011000100009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612011000100009)

**GÓRALSKA, Katarzyna; et al.** 2022. "Culturable Filamentous Fungi in the Air of Recreational Areas and Their Relationship with Bacteria and Air Pollutants during Winter" *Atmosphere* [en línea], 2022, (Suiza) 13(2), pp. 1-2. ISSN 20734433. Disponible en: <https://www.mdpi.com/journal/atmosphere>

**GUILLÉN CERNA, Roxana Victoria.** Evaluación de la calidad micológica del aire en las catacumbas de la iglesia San Francisco de Asís en la ciudad de Lima [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Navional Mayor de San Marcos, Perú. 2022. pp. 31. [Consulta: 2022-06-01]. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17903/Guillen\\_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17903/Guillen_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**GUTIÉRREZ GARCÍA, Mary Luz** 2020. Revisión sobre la utlización de bioindicadores para analizar la calidad de aire en contextos urbanos [En líena] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. 2020. pp. 123-128. [Consulta: 2022-07-20]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38777/mlgutierrezga.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

**HALEEM, A. & MOHAN, S.** "Fungal pollution of indoor environments and its management". *Saudi Journal of Biological Sciences* [en línea], 2012, (Arabia Saudita) 19(4), pp. 406. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN 1319562X. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.06.002>

**HERNÁNDEZ, D. & LIZARAZO, L.** "Aerobiological cetermination and comparison in three archives of the Empresa de Energia de Boyacá, Tunja (Colombia)". *Salud Uninorte* [en línea], 2015, (Colombia) 31(3) pp. 539. [Consulta: 15 mayo 2022]. ISSN 01205552. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v31n3/v31n3a10.pdf>

**HERRERA, K; et el.** "Evaluación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos colecciones biológicas y dos museos de la ciudad de Guatemala". *Revista Científica* [en línea], 2015, (Guatemala) 25(2) pp. 45-54. ISSN 2224-5545. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5263264>

**INSST.** *Penicillium spp.* [Consulta: 09 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/penicillium-spp>.

**KABIR, M. Anaul; et al.** 2012. "Candida albicans : A Model Organism for Studying Fungal Pathogens". *ISRN Microbiology* [en línea], 2012, vol. 2012, pp. 1-15. DOI 10.5402/2012/538694

**KOZLOVA, M.** "Thermodynamic modeling of transfer processes using graphs". *Melentiev Energy Systems Institute, SB RAS, Irkutsk* [en línea], 2020, (Russia) pp. 25. Disponible en: <https://isc.irk.ru/sites/default/files/2020-06/Тезисы конференции.pdf>

**MANTILLA, Kelly; et al.** 2016. "Aislamiento e identificación de hongos ambientales presentes en áreas de almacenamiento de material bibliográfico y oficinas en la Universidad de Santander UDES Bucaramanga". *Revista Facultad de Ciencias de la Salud UDES* [en línea], 2016 (Colombia) 3(1). pp. 39. [Consulta: 05 abril 2022]. ISSN 2422-1074. Disponible en: <https://www.journalhealthsciences.com/index.php/UDES/article/view/96/P025>

**MARCILLO GARCÍA, Sulay Katherine & ZAMBRANO ZAMBRANO, Diana Margarita.** 2021. Identificación Bacteriana Del Aire En El Taller De Procesos Cárnicos De La Espam-Mfl. [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador. 2021. pp. 5. [Consulta: 2022-04-11]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1439/1/TTMA28D.pdf>

**MARTÍ SOLÉ, María del Carmen; et al.** *NTP 488: Calidad de aire interior: identificación de hongos.*

**MARTI SOLÉ, María del Carmen.** *NTP 299: Método para el recuento de bacterias y hongos en aire.*

**MARTÍN SALAS, Carmen; et al.** "Control microbiológico ambiental". *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* [en línea], 2016, (España) 34(3), pp. 22. [Consulta: 27 mayo 2022]. ISSN 15781852. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0213-005X\(16\)30215-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0213-005X(16)30215-4)

**MARTÍNEZ JARA, Alexis.** El mercado la ofelia [En línea] (trabajo de titulación) (Pregrado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. 2014. pp. 3. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6755/1.2.000903.pdf?sequence=4>

**MCTAGGART, A.R.; et al.** 2021. "Population genomics reveals historical and ongoing recombination in the *Fusarium oxysporum* species complex". *Studies in Mycology* [en línea], 2021, (Australia) 99(1), pp. 1. [Consulta: 09 agosto 2022]. ISSN 01660616. Disponible en:

[https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim99/Population-genomics-reveals-historical-and-ongoing-recombina\\_2021\\_Studies-in.pdf](https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim99/Population-genomics-reveals-historical-and-ongoing-recombina_2021_Studies-in.pdf)

**MÉNDEZ PUENTES, Carlos; et al.** "Identificación de bacterias y hongos en el aire de Neiva, Colombia". *Revista de Salud Publica* [en línea], 2015, (Colombia) 17(5), pp. 729. ISSN 01240064. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v17n5/v17n5a07.pdf>

**MONTALUISA MANTILLA, María Sol.** Análisis de la microbiota del aire en terapia intensiva del Hospital de Especialidades Fuerzas Armadas N° 1 en Quito, 2018 [En línea] (Trabajo de titulación). (Posgrado) Universidad Central del Ecuador, Quito. 2018. pp 34. [Consulta: 2022-07-30]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I8739EN/i8739en.pdf><http://dx.doi.org/10.1016/j.adolescence.2017.01.003><http://dx.doi.org/10.1016/j.chilgyouth.2011.10.007><https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23288604.2016.1224023><http://pdx.sagepub.com/lookup/doi/10>

**MORENO BATRES, Maritza Haydee & PAXTOR CATÉ, Julio Alberto.** Determinación de la contaminación del aire por hongos microscópicos en dos museos de la ciudad de Guatemala [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2014. pp. 12. [Consulta: 2022-04-05]. Disponible en: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QB1081.pdf>

**NOREÑA FORERO, Javier Felipe.,** 2020. Caracterización e Identificación de Microorganismos presentes en Aires acondicionados de la Corporación del Meta sede Centro (Villavicencio) [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado) Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología, Panamá, 2020. pp. 37. [Consulta: 2022-08-07]. Disponible en: <http://repositorio.umecit.edu.pa/handle/001/3860>

**NTE INEN 2687, 2013.** *Mercados saludables. Requisitos.*

**NUÑEZ VÉLEZ DE VILLA, John Frank.,** 2019. Relación de los microorganismos del aire interno del mercado Paucarbamba con los procesos infecciosos que alteran el estado de salud de los trabajadores - Huanuco 2019 [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado) Universidad de Huanuco, Perú, 2019. pp. 42-92. [Consulta: 2022-05-07]. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2254>

**ODUBER PÉREZ, Fernanda Isabel.,** 2020. Calidad del aire en León: fuentes y deposición húmeda de contaminantes biogénicos y no biogénicos [En línea] (Trabajo de titulación)

(Posgrado) Universidad de León, España. 2020. pp. 4. [Consulta: 2022-05-25]. Disponible en: <https://buleria.unileon.es/handle/10612/12514>

**OMS.** *Micotoxinas* [blog]. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>

**OPS & OMS.** *Peligros biológicos: Inocuidad de Alimentos - Control Sanitario - HACCP.* [blog]. [Consulta: 31 mayo 2022]. Disponible en: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es)

**PORTA, Andrés, et al.** *Calidad del aire* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Universidad Nacional de la Plata, 2020. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73756>

**QUISHPE NASIMBA, Jean Pierre.** Evaluación microbiológica de la calidad del aire en las áreas del Laboratorio de Microbiología del Hospital de Especialidades de las Fuerzas Armadas N°1 [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado) Universidad de las Fuerzas Armadas, Quito, Ecuador. 2021. pp. 36. [Consulta: 2022-07-30]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26241/1/T-ESPE-046538.pdf>

**RAMOS ESTELA, Leoncio.** Microorganismos patógenos del aire presentes en las partículas atmosféricas sedimentables de las áreas verdes de tingo María (abril-junio 2018) [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 2019. pp. 15. [Consulta: 2022-05-28]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1454>

**RODRÍGUEZ, Christian. et al.** "Agrobiodiversidad y fitopatógenos". *Revista Mexicana de Fitopatología* [en línea], 2019, (México). 37(1), pp. 42. [Consulta: 11 agosto 2022]. ISSN-2007-8080. Disponible en: <https://www.smf.org.mx/rmf/suplemento/docs/Volumen372019/S372019.pdf>

**RODRÍGUEZ, J.** "Evaluación aeromicrobiológica del depósito del Centro de Documentación del Museo Nacional de la Música de Cuba". *Conservar patrimonio* [en línea], 2016, (Portugal) 1(24), pp. 18. [Consulta: 18 junio 2022]. ISSN 2182-9942. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5136/513654153003.pdf>

**ROJAS BARRERA, Catalina Andrea.** Determinación de agentes de deterioro de madera obtenida desde las ex Oficinas Salitreras Peña Chica , Keryma y Ramírez en la Región de

Tarapacá [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado) Universidad de Valparaíso, Chile. 2019. pp. 18. [Consulta: 2022-05-31]. Disponible en: [http://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvsc1/3662/Rojas\\_Barrera%2C\\_Catalina\\_Determinación de agentes de deterioro de madera obtenida desde las ex oficinas salitreras Peña Chica%2C Keryma y Ramírez en la región de Tarapacá.pdf?sequence=1&isAl](http://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvsc1/3662/Rojas_Barrera%2C_Catalina_Determinación_de_agentes_de_deterioro_de_madera_obtenida_desde_las_ex_oficinas_salitreras_Peña_Chica%2C_Keryma_y_Ramírez_en_la_región_de_Tarapacá.pdf?sequence=1&isAl)

**SAMSON, R. et al.** "Aspergillus, Penicillium and Talaromyces". *Studies in Mycology* [en línea], 2014 (The Netherlands), 78(1), pp. 128. [Consulta: 09 agosto 2022]. ISBN 978-94-91751-00-4. Disponible en: [https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim99/Population-genomics-reveals-historical-and-ongoing-recombina\\_2021\\_Studies-in.pdf](https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim99/Population-genomics-reveals-historical-and-ongoing-recombina_2021_Studies-in.pdf)

**SAMSON, R.A. & VARGA, J.,** 2007. "Aspergillus systematics in the genomic era". *Studies Mycology* [en línea], 2007, (The Netherlands) 59(1), pp. 121. [Consulta: 09 agosto 2022]. ISBN 978-90-70351-69-4. Disponible en: <https://www.studiesinmycology.org/sim/Sim59/sim59.pdf>

**SORIA, Fernanda; et al.** "Mohos y levaduras presentes en alimentos". *Universidad Autónoma de San Luis Potosí* [en línea], 2017, (México), pp. 6-8. [Consulta: 31 julio 2022]. Disponible en: <http://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/4479/Micología?sequence=1>

**SPEEDING, D.J.** *Contaminación Atmosférica* [en línea]. Barcelona - Bogotá - Buenos Aires - México: Editorial Reverté, 2017. [Consulta: 11 abril 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esepoch/183524?page=4%0A>

**SUÁREZ, Caridad; et al.** "Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol". *Revista de Investigación* [en línea], 2016, (Cuba) 50(1), pp. 21. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN 0138-6204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>

**TANGARIFE, Verónica; et al.** 2015. "Diagnóstico micológico: de los métodos convencionales a los moleculares". *Medicina y Laboratorio* [en línea], 2015, (Colombia) 21(5-6), pp. 212. [Consulta: 30 mayo 2022]. ISSN 0123-2576. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/884119/diagnostico-micologico.pdf>

**TORRES CÁRDENAS, Diana Carolina.** Microorganismos del aire interno de seis sectores del mercado Modelo de Tingo María [En línea] (Trabajo de titulación) (Posgrado) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 2011. pp. 45-47. [Consulta: 31 mayo 2022]. Disponible en: [https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/MICROORGANISMOS DEL AIRE INTERNO DE SEIS SECTORES DEL MERCADO MODELO DE](https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/MICROORGANISMOS_DEL_AIRE_INTERNO_DE_SEIS_SECTORES_DEL_MERCADO_MODELO_DE)

TINGO MARIA.pdf

**VIZCAÍNO, A.** "Los mercados de Quito y su oferta de gastronomía tradicional como recurso turístico". *Revista San Gregorio* [en línea], 2021, (Ecuador) 40(1), pp. 98. [Consulta: 05 abril 2022]. ISSN 2227-4331. Disponible en: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/1614/7-AULESTIA>

**WALKER, D.H. & MCGINNIS, M.R.** *Diseases Caused by Fungi* [en línea]. Texas-USA: Elsevier Inc., 2014. [Consulta: 09 agosto 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-386456-7.01710-X>

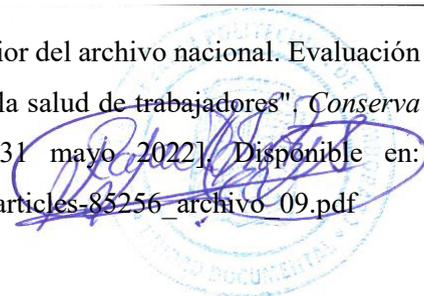
**WEI, Da-Jiun; et al.** "An investigation of airborne bioaerosols and endotoxins present in indoor traditional wet markets before and after operation in Taiwan: A case study". *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], 2021 (Taiwan) 18(6), pp. 1. [Consulta: 31 mayo 2022]. ISSN 16604601. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7999578/>

**WIRTH, A.; et al.** "Análisis sobre el crecimiento de hongos en diferentes revestimientos aplicados a sistemas ligeros". *Revista ingeniería de construcción* [en línea], 2019, (Brasil) 34(1), pp. 6. [Consulta: 28 mayo 2022]. DOI 10.4067/s0718-50732019000100005. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v34n1/0718-5073-ric-34-01-00005.pdf>

**ZARAGOZA HERNÁNDEZ, Óscar.** *Los hongos microscópicos ¿Amigos o enemigos?* [en línea]. España: Los Libros de la Catarata, 2018. [Consulta: 28 mayo 2022]. Disponible en: <https://repisalud.isciii.es/bitstream/handle/20.500.12105/11824/HongosMicroscopicos.pdf?sequence=2>

**ZHICAY BORJA, Marcos Patricio.** Programa de gestión integral de residuos del mercado central de la ciudad de Macas, con enfoque a las 3R's [En línea] (Trabajo de titulación (Posgrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador. 2018. pp. 1-56. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/10123/1/236T0357.pdf>

**ZÚÑIGA, Catalina; et al.** "Estudio de carga fúngica al interior del archivo nacional. Evaluación del riesgo potencial en la conservación de colecciones y en la salud de trabajadores". *Conserva* [en línea], 2017, (Chile) 22(1) , pp. 87. [Consulta: 31 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.cncr.gob.cl/sites/www.cncr.gob.cl/files/images/articles-85256\\_archivo\\_09.pdf](https://www.cncr.gob.cl/sites/www.cncr.gob.cl/files/images/articles-85256_archivo_09.pdf)



7. ANEXOS.

ANEXO A: Ficha de muestreo



**Escuela Superior  
Politécnica de Chimborazo**

**FICHA DE MUESTREO**



Fecha: 12/05/2022      Hora: 2:45 pm      Clima: Precipitación ( ) / Seco ( )

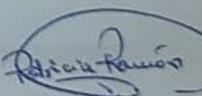
MERCADO CENTRAL DE MACAS			
N° DE MUESTRA	TIEMPO (minutos)	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (HR%)
1	30 min	25,8°C	67%
2	30 min	25,8°C	67%
3	30 min	28,1°C	56%
4	30 min	27,7°C	57%
5	30 min	27,7°C	62%
6	30 min	26,5°C	64%
7	30 min	26,2°C	67%
8	30 min	27,3°C	68%
9	30 min	25,7°C	72%
MERCADO PRIVADO			
1	30 min	25°C	73%
2	30 min	25°C	73%
3	30 min	25°C	73%
4	30 min	25°C	73%
5	30 min	25°C	73%

Firma: \_\_\_\_\_

Administración Mercado Central

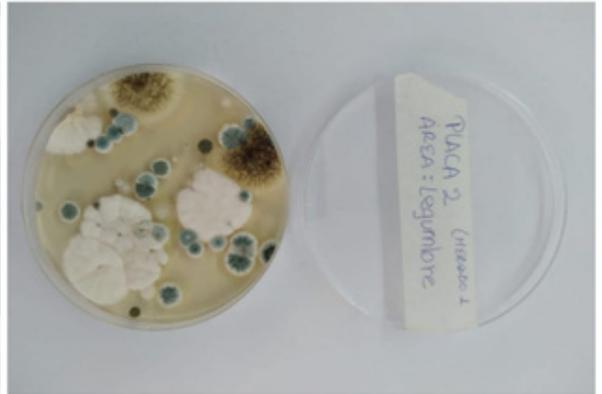
Firma: 

Srta. Angie Morán  
Estudiante (ESPOCH)

Firma: 

Administración del Mercado Privado

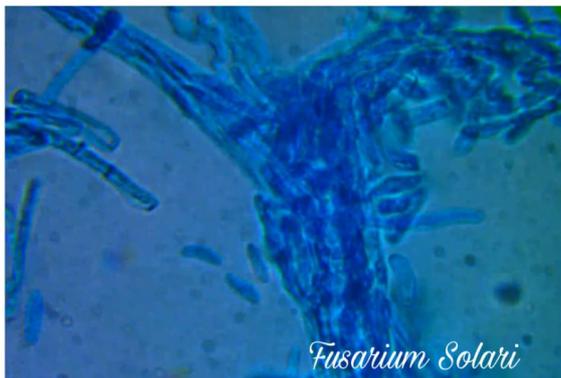
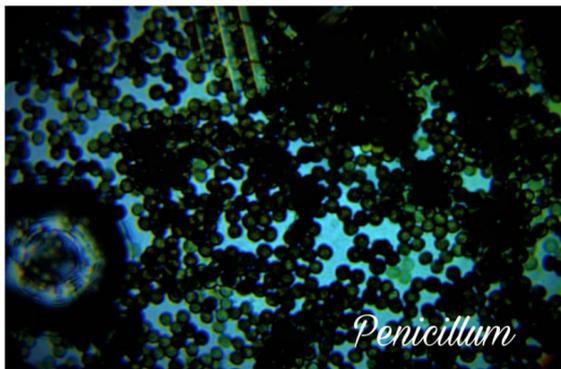
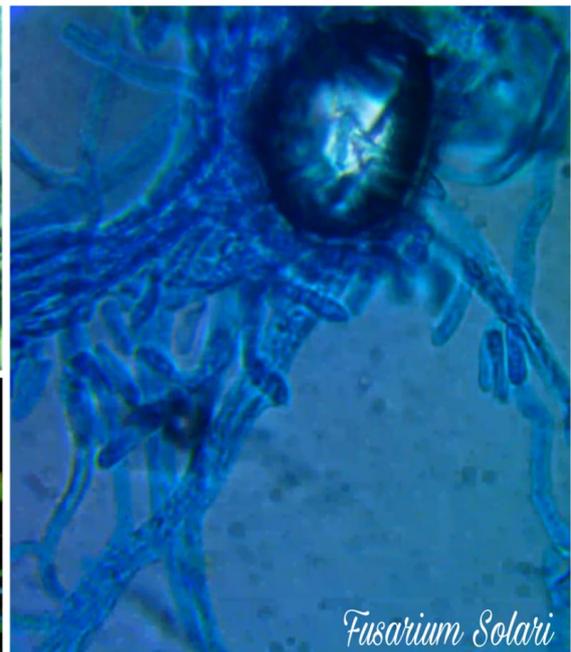
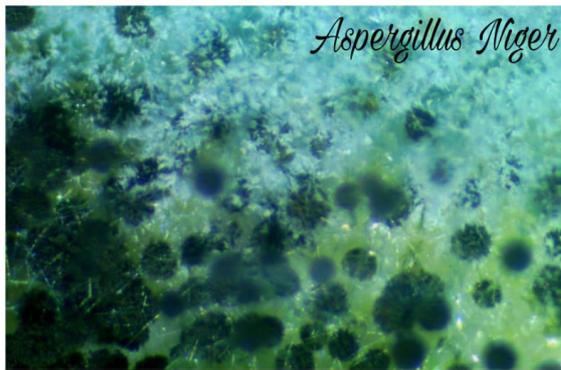
**ANEXO B:** Recolección de muestras de hongos microscópicos



**ANEXO C: Cultivo de hongos microscópicos del mercado central y mercado privado del centro de la ciudad de Macas.**



**ANEXO D:** Observación microscópica de los diferentes géneros fúngicos identificados en los mercados centrales de la ciudad de Macas



**ANEXO E:** Norma Técnica de Normalización NTE INEN 2687:2013. Mercados Saludables.  
Requisitos



Quito - Ecuador

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA      NTE INEN 2687:2013**  
**MERCADOS SALUDABLES. REQUISITOS**

**Primera edición**

HEALTHY FOOD MARKET. REQUIREMENTS

First edition

DESCRIPTORES: Mercado, alimentos, inocuidad, requisitos, comercialización, elaboración de alimentos. ICS: 67.02



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 30 / 01 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Angie Noemí Morán Chávez
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0148-DBRA-UPT-2023