

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Agentes biológicos contribuyentes a la contaminación atmosférica  
en el mercado del Distrito de Pano, Región Huánuco, 2024”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Carbajal Rubio, Alisson Cristina**

**ASESORA: Campos Gonzales, Mildred Margarita**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2025**

# U

# D

# H



## TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Biotecnología y Nanotecnología

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

## CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, tecnología

**Sub área:** Biotecnología ambiental

**Disciplina:** Biotecnología ambiental

## DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

## DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72879263

## DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72257793

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0009-0008-0885-4883

## DATOS DE LOS JURADOS:

| Nº | APELLIDOS Y NOMBRES               | GRADO                                                                                  | DNI      | Código ORCID        |
|----|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|
| 1  | Cámara Llanos, Frank Erick        | Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria | 44287920 | 0000-0001-9180-7405 |
| 2  | Bonifacio Munguía, Jonathan Oscar | Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental        | 46378040 | 0000-0002-3013-8532 |
| 3  | Romero Estacio, Jorge Antonio     | Maestro en gestión pública para el desarrollo social                                   | 22520481 | 0000-0001-5579-5507 |



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 09:00 horas del día 25 del mes de abril del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia (Secretario)
- Mg. Jorge Antonio Romero Estacio (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0718-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"IDENTIFICACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS CONTRIBUYENTES A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL MERCADO DEL DISTRITO DE PANAÓ, REGIÓN HUÁNUCO, 2024"**, presentado por el (la) Bach. **CARBAJAL RUBIO, ALISSON CRISTINA**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

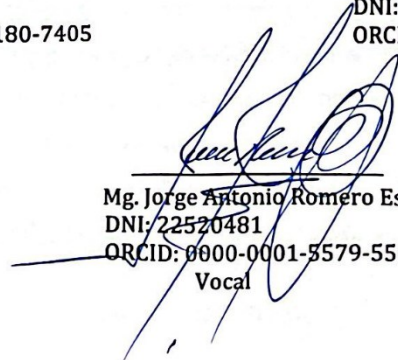
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) aprobada... Por unanimidad... con el calificativo cuantitativo de 14... y cualitativo de suficiente... (Art. 47)

Siendo las 10... horas del día 25... del mes de abril... del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Mg. Frank Erick Camara Llanos  
DNI: 44287920  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

  
Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia  
DNI: 46378040  
ORCID: 0000-0002-3013-8532  
Secretario

  
Mg. Jorge Antonio Romero Estacio  
DNI: 22520481  
ORCID: 0000-0001-5579-5507  
Vocal



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ALISSON CRISTINA CARBAJAL RUBIO, de la investigación titulada "Agentes biológicos contribuyentes a la contaminación atmosférica en el mercado del distrito de Panao, región Huánuco, 2024", con asesor(a) MILDRED MARGARITA CAMPOS GONZALES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2119-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 15 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 13 de marzo de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 54. Alisson Cristina Carbajal Rubio.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

2%

2

[repositorio.udh.edu.pe](http://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

3

[repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

1%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

A Dios, por permitirme llegar a este punto tan especial de mi vida, a mis padres Elar y Violeta, por ser las personas más amables, pacientes y comprensivas del mundo y a mi hermano Franco por ser la persona que más valentía me dio para continuar este proceso.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y el valor necesarios para culminar esta etapa de mi vida.

Extiendo mi gratitud a mis padres y a mi hermano, quienes me han acompañado y apoyado incondicionalmente a lo largo de este proceso. Este logro también es suyo.

De igual manera, agradezco profundamente a mi pareja, compañero de vida, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional durante este camino. Su amor y confianza han sido una fuente constante de inspiración, perseverancia y fortaleza, pilares esenciales para alcanzar mis metas.

Finalmente, agradezco a mi alma mater, cuya formación académica y humana ha sido fundamental en mi crecimiento personal y profesional, brindándome las herramientas y la confianza para enfrentar los retos futuros.

## ÍNDICE

|                                                                        |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA .....                                                      | II   |
| AGRADECIMIENTO .....                                                   | III  |
| ÍNDICE.....                                                            | IV   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                                 | VII  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                                | VIII |
| RESUMEN .....                                                          | IX   |
| ABSTRACT .....                                                         | X    |
| INTRODUCCIÓN .....                                                     | XI   |
| CAPITULO I.....                                                        | 13   |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                                        | 13   |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....                     | 13   |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....                                    | 14   |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....                                          | 14   |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....                                     | 14   |
| 1.3. OBJETIVOS .....                                                   | 14   |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....                                           | 14   |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                     | 14   |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....                           | 15   |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....                            | 15   |
| 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....                               | 16   |
| CAPITULO II.....                                                       | 18   |
| MARCO TEÓRICO .....                                                    | 18   |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....                            | 18   |
| 2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL<br>INTERNACIONAL ..... | 18   |
| 2.1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL<br>NACIONAL .....      | 19   |
| 2.1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL LOCAL                  | 21   |
| 2.2. BASES TEÓRICAS .....                                              | 23   |
| 2.2.1. INTRODUCCIÓN A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA<br>BIOLÓGICA.....   | 23   |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA EN MERCADOS.....                   | 24 |
| 2.2.3. MICROORGANISMOS AERÓBICOS Y SU RELEVANCIA....                         | 25 |
| 2.2.4. MEDICIÓN DE LA CARGA MICROBIANA.....                                  | 26 |
| 2.2.5. IMPACTO EN LA SALUD PÚBLICA.....                                      | 26 |
| 2.2.6. ESTRATEGIAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN .....                             | 27 |
| 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....                                         | 28 |
| 2.4. HIPÓTESIS .....                                                         | 29 |
| 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....                                               | 29 |
| 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS .....                                           | 29 |
| 2.5. VARIABLES.....                                                          | 30 |
| 2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....                                          | 30 |
| 2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....                                            | 30 |
| 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....                                   | 31 |
| CAPITULO III.....                                                            | 32 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....                                        | 32 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                                             | 32 |
| 3.1.1. ENFOQUE.....                                                          | 32 |
| 3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....                                                 | 32 |
| 3.1.3. DISEÑO.....                                                           | 33 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....                                                | 33 |
| 3.2.1. POBLACIÓN .....                                                       | 33 |
| 3.2.2. MUESTRA.....                                                          | 34 |
| 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .                        | 34 |
| 3.3.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....                                 | 34 |
| 3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....                            | 35 |
| 3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....       | 36 |
| CAPITULO IV.....                                                             | 38 |
| RESULTADOS.....                                                              | 38 |
| 4.1. PROCESAMIENTOS DE LOS DATOS .....                                       | 38 |
| 4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y CONDICIONES AMBIENTALES ..... | 38 |

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.2. IDENTIFICACIÓN LA CARGA MICROBIANA EN EL MERCADO DE ABASTOS DE PANA O .....                                                                                             | 43 |
| 4.1.3. RESULTADOS DE PRÁCTICAS DE HIGIENE DE LOS VENDEDORES EN EL MERCADO DE ABASTOS DE PANA O .....                                                                           | 47 |
| 4.1.4. RELACIÓN DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS CON LAS CONDICIONES AMBIENTALES .....                                                                                                | 54 |
| 4.1.5. COMPARACIÓN DE LA CARGA MICROBIANA DEL MEDIO ATMOSFÉRICO EN EL MERCADO DE ABASTOS DE PANA O CON LA NORMA UNE 100012 DE HIGIENIZACIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN ..... | 57 |
| 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .....                                                                                                                                 | 60 |
| 4.2.1. APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD .....                                                                                                                             | 60 |
| 4.2.2. APLICACIÓN DE LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA KRUSKALL WALLIS .....                                                                                                            | 64 |
| CAPITULO V .....                                                                                                                                                               | 65 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....                                                                                                                                                  | 65 |
| 5.1. CARGA MICROBIANA EN EL MERCADO DE PANA O .....                                                                                                                            | 65 |
| 5.1.1. VARIACIÓN DE LA CARGA MICROBIANA ENTRE JUNIO Y JULIO .....                                                                                                              | 65 |
| 5.1.2. PRESENCIA DE HONGOS Y BACTERIAS PATÓGENAS ....                                                                                                                          | 66 |
| 5.2. PROBLEMAS DE LA SALUD RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AIRE .....                                                                                                          | 67 |
| 5.2.1. PRÁCTICAS DE HIGIENE Y PERCEPCIÓN DE LOS VENDEDORES .....                                                                                                               | 67 |
| 5.2.2. IMPLICACIONES PARA LA SALUD PÚBLICA .....                                                                                                                               | 67 |
| 5.2.3. RELACIÓN ENTRE PRÁCTICAS DE HIGIENE Y CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA .....                                                                                                     | 68 |
| 5.3. INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES .....                                                                                                                           | 69 |
| 5.4. COMPARACIÓN CON LA NORMA UNE 100012 .....                                                                                                                                 | 69 |
| CONCLUSIONES .....                                                                                                                                                             | 71 |
| RECOMENDACIONES .....                                                                                                                                                          | 74 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                                                                               | 76 |
| ANEXOS .....                                                                                                                                                                   | 81 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables .....                                                  | 31 |
| Tabla 2 Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Junio.....                                        | 43 |
| Tabla 3 Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Julio.....                                        | 44 |
| Tabla 4 Muestreo de Microorganismos - Mes de Junio .....                                                 | 46 |
| Tabla 5 Muestreo de Microorganismos - Mes de Julio.....                                                  | 46 |
| Tabla 6 Parámetros Estadístico de la Encuesta realizada .....                                            | 48 |
| Tabla 7 ¿Desde cuándo trabaja en el Mercado de Abastos de Pano?                                          | 48 |
| Tabla 8 ¿Ha recibido capacitación sobre prácticas de Higiene en el Mercado?                              | 50 |
| Tabla 9 ¿Con que frecuencia limpia y desinfecta su puesto? .....                                         | 51 |
| Tabla 10 ¿Cree que la Calidad del Aire en el Mercado es adecuado? .....                                  | 52 |
| Tabla 11 ¿Ha notado algún problema de salud, relacionado con la calidad del<br>aire en el Mercado? ..... | 53 |
| Tabla 12 Comparación de los Resultados del Mes de Junio con la Normativa<br>UNE 100012 .....             | 58 |
| Tabla 13 Comparación de los Resultados del Mes de Julio con la Normativa<br>UNE 100012 .....             | 59 |
| Tabla 14 Procesamiento de Datos.....                                                                     | 60 |
| Tabla 15 Datos Descriptivos de la Carga Microbiana .....                                                 | 60 |
| Tabla 16 Prueba de Normalidad .....                                                                      | 63 |
| Tabla 17 Aplicación de la Prueba No Paramétrica.....                                                     | 64 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Sector 1, sector 2 y sector 3 .....                                                                                      | 40 |
| Figura 2 Sector 4 y sector 5 .....                                                                                                | 42 |
| Figura 3 Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Junio .....                                                               | 44 |
| Figura 4 Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Julio.....                                                                | 45 |
| Figura 5 Desde cuándo trabaja en el Mercado de Abastos de Panao? .....                                                            | 49 |
| Figura 6 Ha recibido capacitación sobre prácticas de Higiene en el Mercado?<br>.....                                              | 50 |
| Figura 7 ¿Con que frecuencia limpia y desinfecta su puesto? .....                                                                 | 51 |
| Figura 8 ¿Cree que la Calidad del Aire en el Mercado es adecuado? .....                                                           | 52 |
| Figura 9 ¿Ha notado algún problema de salud, relacionado con la calidad del<br>aire en el Mercado? .....                          | 53 |
| Figura 10 Comparación de temperaturas por sector durante los muestreos en<br>junio y julio en el mercado de Panao .....           | 55 |
| Figura 11 Comparación de la humedad relativa por sector durante los<br>muestreos en junio y julio en el mercado de Panao.....     | 56 |
| Figura 12 Comparación de la velocidad del viento por sector durante los<br>muestreos en junio y julio en el mercado de Panao..... | 57 |
| Figura 13 Comparación de los Resultados del Mes de Junio con la Normativa<br>UNE 100012 .....                                     | 58 |
| Figura 14 Comparación de los Resultados del Mes de Julio con la Normativa<br>UNE 100012 .....                                     | 59 |

## RESUMEN

Esta investigación se centra en la evaluación de los agentes biológicos que contribuyen a la contaminación atmosférica en el mercado del distrito de Panao, región Huánuco, durante los meses de junio y julio de 2024. El objetivo principal fue identificar y cuantificar la carga microbiana en el aire, analizar las prácticas de higiene de los comerciantes y determinar la relación entre las condiciones ambientales y la proliferación de agentes biológicos. Para ello, se utilizó un enfoque cuantitativo que incluyó el muestreo del aire en cinco puntos del mercado y la aplicación de encuestas a los comerciantes.

Los resultados mostraron que en junio, los puntos 1 y 2 excedieron los límites establecidos por la norma UNE 100012 para la carga microbiana total, con valores de 962.29 UFC/m<sup>3</sup> y 849.09 UFC/m<sup>3</sup> respectivamente. En julio, se observó una notable reducción en la carga bacteriana en el punto 1 (33.96 UFC/m<sup>3</sup>), pero un aumento significativo de hongos del género *Aspergillus* en los puntos 3, 4 y 5, con valores de 396.21, 509.41 y 452.85 UFC/m<sup>3</sup>, respectivamente. Las encuestas indicaron que el 100% de los comerciantes no recibió capacitación en higiene, y el 43% reportó problemas de salud relacionados con la calidad del aire.

En conclusión, se confirmó una alta presencia de agentes biológicos en el mercado, atribuible a la mala ventilación y prácticas de higiene deficientes. Se recomienda mejorar la ventilación, capacitar a los comerciantes y realizar monitoreos periódicos para reducir los riesgos de salud pública.

**Palabras clave:** Agentes, contribuyentes, contaminación, mercado, distrito.

## ABSTRACT

This research focuses on the evaluation of biological agents contributing to atmospheric contamination in the market of the district of Panao, Huánuco región, during June and July 2024. The main objective was to identify and quantify the microbial load in the air, analyze the hygiene practices of merchants, and determine the relationship between environmental conditions and the proliferation of biological agents. A quantitative approach was used, which included air sampling at five points in the market and conducting surveys with the merchants.

The results showed that in June, sampling points 1 and 2 exceeded the microbial load limits set by the UNE 100012 standard, with total values of 962.29 UFC/m<sup>3</sup> and 849.09 UFC/m<sup>3</sup>, respectively. In July, a notable reduction in bacterial load was observed at point 1 (33.96 UFC/m<sup>3</sup>), but there was a significant increase in **Aspergillus** fungi at points 3, 4, and 5, with values of 396.21, 509.41, and 452.85 UFC/m<sup>3</sup>, respectively. Surveys revealed that 100% of the merchants had not received hygiene training, and 43% reported health issues related to air quality.

In **conclusion**, there was a confirmed high presence of biological agents in the market, attributed to poor ventilation and inadequate hygiene practices. It is recommended to improve ventilation, provide hygiene training to merchants, and conduct periodic monitoring to reduce public health risks.

**Keywords:** Keywords: Agents, taxpayers, pollution, market, district.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación abordó la problemática de la contaminación atmosférica causada por agentes biológicos en el mercado del distrito de Panao, ubicado en la región Huánuco. Los mercados, al ser espacios cerrados con alta concurrencia de personas y productos alimenticios, pueden convertirse en focos de contaminación microbiana. La presencia de microorganismos en el aire puede afectar no solo la calidad de los alimentos, sino también la salud de los comerciantes y consumidores que frecuentan estos lugares. A pesar de la importancia de este tema, hasta la fecha no se han realizado estudios exhaustivos que cuantifiquen la presencia de estos agentes biológicos ni que evalúen su impacto en la salud pública local.

El objetivo general de esta investigación es evaluar los agentes biológicos que contribuyen a la contaminación atmosférica en el mercado del distrito de Panao durante el año 2024. Para lograr este objetivo, se establecieron tres objetivos específicos: (1) cuantificar la carga microbiana presente en el aire de diferentes sectores del mercado durante los meses de junio y julio de 2024, (2) analizar las prácticas de higiene y las percepciones sobre la calidad del aire entre los vendedores del mercado mediante encuestas, y (3) determinar la relación entre las condiciones ambientales (temperatura, humedad y ventilación) y la presencia de agentes biológicos en el mercado, comparando los resultados con los estándares de salud establecidos por la norma UNE 100012.

La justificación de este estudio radica en la necesidad de conocer los niveles de contaminación biológica en un espacio tan concurrido como el mercado de Panao, un punto clave en la economía y la vida social de la región. La evaluación de estos agentes permitirá no solo identificar los principales riesgos a la salud, sino también proponer medidas de control que mejoren la calidad del aire y, por ende, el bienestar de los usuarios del mercado. Además, los resultados del estudio proporcionarán una base científica para que las autoridades locales implementen políticas de higiene y manejo ambiental más efectivas.

La metodología de la investigación es cuantitativa y se desarrolló en dos fases: (1) la recolección de datos microbiológicos mediante el muestreo del aire en cinco puntos estratégicos del mercado y (2) la aplicación de encuestas a los comerciantes para evaluar sus prácticas de higiene y percepciones sobre la calidad del aire. Los resultados obtenidos fueron procesados utilizando herramientas estadísticas y comparados con los límites permitidos por la normativa UNE 100012, que establece estándares de calidad del aire en espacios interiores.

El contenido de este informe está estructurado en cinco capítulos. El primer capítulo expone el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación del estudio. El segundo capítulo revisa los antecedentes teóricos y los estudios previos sobre la contaminación biológica en espacios cerrados. En el tercer capítulo se describe detalladamente la metodología utilizada, desde la selección de los puntos de muestreo hasta los métodos de análisis estadístico. El cuarto capítulo presenta los resultados del estudio, organizados de acuerdo con los puntos de muestreo y las encuestas realizadas. Finalmente, el quinto capítulo discute los hallazgos más relevantes y ofrece conclusiones y recomendaciones para mejorar la calidad del aire en el mercado de Panao.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

La contaminación atmosférica representa uno de los desafíos ambientales más apremiantes del siglo XXI. A nivel mundial, la calidad del aire ha sido vinculada con una serie de problemas de salud, desde afecciones respiratorias hasta complicaciones reproductivas (Slama et al., 2008). Si bien la mayoría de las investigaciones se han centrado en la contaminación al aire libre, los espacios cerrados, como los mercados, no están exentos de estos problemas. De hecho, la concentración de agentes contaminantes puede ser incluso mayor en espacios cerrados debido a la falta de ventilación y la acumulación de agentes biológicos.

Los mercados, en particular, presentan un escenario complejo en términos de calidad del aire. Estos espacios no solo albergan una gran cantidad de personas, sino también una variedad de productos, muchos de los cuales, como los alimentos frescos, pueden ser susceptibles a la contaminación biológica. Perez et al. (2016) destacan cómo ciertos agentes biológicos, como hongos, pueden afectar la calidad postcosecha de productos como los cítricos, llevando a pérdidas económicas y potenciales riesgos para la salud. Además, la presencia de estos agentes en el aire puede contribuir a la propagación de enfermedades y al deterioro de la calidad del aire en el mercado.

En regiones específicas, como la Región Huánuco, la situación puede verse exacerbada por factores climáticos y de infraestructura. El Mercado del Distrito de Pano, por ejemplo, podría enfrentar desafíos únicos relacionados con la contaminación atmosférica y la presencia de agentes biológicos. La identificación y análisis de estos agentes es esencial para desarrollar estrategias que garanticen un ambiente limpio y seguro para vendedores y consumidores.

Por otro lado, es importante considerar alternativas sostenibles para combatir estos agentes contaminantes. La investigación de Perez et al. (2019) sobre el uso de agua activada por plasma para mejorar las defensas de las

plantas sugiere que hay soluciones innovadoras y sostenibles disponibles que podrían adaptarse a contextos como el Mercado de Pano.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuáles son las características de los agentes biológicos que contribuyen a la contaminación atmosférica en el mercado del distrito de Pano, región Huánuco, durante el año 2024?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la carga microbiana presente en el aire de los diferentes sectores del mercado de Pano durante los meses de junio y julio de 2024?
- ¿Cuáles son las prácticas de higiene y las percepciones sobre la calidad del aire entre los vendedores del mercado de Pano?
- ¿Cómo se relacionan las condiciones ambientales (temperatura, humedad y ventilación) con la presencia de agentes biológicos en el mercado?
- ¿Cuál de las concentraciones de las cargas microbianas exceden niveles de los estándares establecidos por la norma UNE 100012?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los agentes biológicos que contribuyen a la contaminación atmosférica en el mercado del distrito de Pano, región Huánuco, durante el año 2024.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar la carga microbiana presente en el aire de diferentes sectores del mercado de Pano durante los meses de junio y julio de 2024.

- Analizar las prácticas de higiene y las percepciones sobre la calidad del aire entre los vendedores del mercado de Panao mediante encuestas.
- Determinar la relación entre las condiciones ambientales (temperatura, humedad y ventilación) y la presencia de agentes biológicos en el mercado según los estándares de salud establecidos por la norma UNE 100012.
- Comparar las concentraciones de las cargas microbianas con los niveles de los estándares establecidos por la norma UNE 100012.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La calidad del medio atmosférico en espacios cerrados, como los mercados, tiene un impacto directo en la salud pública y en la integridad de los productos comercializados. El mercado del Distrito de Panao, al ser un punto de convergencia para numerosos vendedores y consumidores, se convierte en un espacio susceptible a la acumulación de agentes biológicos que pueden deteriorar la calidad del aire. La identificación y evaluación de estos agentes es esencial no solo para garantizar la salud de quienes frecuentan el mercado, sino también para mantener la calidad y seguridad de los productos vendidos.

Además, al entender la magnitud de la contaminación biológica, se pueden proponer medidas preventivas y correctivas para mejorar las condiciones atmosféricas del mercado. Esta investigación, por lo tanto, busca llenar un vacío de conocimiento en este ámbito y contribuir a la creación de un ambiente más seguro y saludable para la comunidad del Distrito de Panao.

#### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las limitaciones de una investigación son aquellos factores que pueden restringir el alcance y la interpretación de los resultados. Considerando el contexto de la investigación propuesta sobre la calidad del medio atmosférico en el mercado del Distrito de Panao, las limitaciones podrían incluir:

- **Alcance Geográfico:** La investigación se centró exclusivamente en el mercado del Distrito de Panao, por lo que los resultados obtenidos podrían no ser generalizables a otros mercados o regiones.
- **Variabilidad Temporal:** Dado que la investigación se llevó a cabo en un período específico (2024), los resultados podrían no reflejar las variaciones estacionales o anuales en la calidad del aire y en la presencia de agentes biológicos.
- **Métodos de Muestreo:** Las técnicas y herramientas utilizadas para recolectar y analizar las muestras pueden tener sus propias limitaciones en términos de sensibilidad y especificidad. Esto podría afectar la detección de ciertos microorganismos en bajas concentraciones.
- **Interferencias Externas:** Factores como la actividad humana, la ventilación, la limpieza del mercado y otros factores ambientales pueden influir en las mediciones y variar de un día a otro, lo que podría afectar la consistencia de los resultados.
- **Limitaciones de Recursos:** La investigación pudo estar limitada por el presupuesto, el tiempo y el acceso a equipos especializados o laboratorios avanzados, lo que podría restringir la profundidad o el alcance de los análisis realizados.

## 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La viabilidad de una investigación se refiere a la factibilidad de llevar a cabo el estudio considerando diversos factores como recursos, tiempo, acceso a la información, entre otros. A continuación, se presenta la viabilidad de la investigación sobre la calidad del medio atmosférico en el mercado del Distrito de Panao:

- **Viabilidad Técnica:** Se contó con las herramientas y técnicas necesarias para recolectar y analizar muestras del medio atmosférico. Los métodos de muestreo de aire y las técnicas de laboratorio para identificar agentes biológicos son ampliamente conocidos y accesibles.

- **Viabilidad Económica:** Aunque la investigación requiere de ciertos recursos para la recolección y análisis de muestras, se consideró que el presupuesto necesario es alcanzable. Es posible que se puedan obtener fondos o subvenciones de entidades interesadas en la mejora de la calidad del aire en espacios públicos.
- **Viabilidad Temporal:** El estudio está diseñado para llevarse a cabo en el año 2024, lo que proporciona un marco temporal adecuado para la planificación, recolección de datos, análisis y presentación de resultados.
- **Viabilidad Logística:** El mercado del Distrito de Panao es accesible, y se espera la colaboración de los administradores y vendedores del mercado para facilitar el proceso de muestreo. Además, se considera que hay laboratorios en la región o cercanos que pueden procesar las muestras recogidas.
- **Viabilidad Ética:** La investigación no implica ningún riesgo para los participantes ni para el público en general. Se seguirán todas las directrices éticas, y se obtendrán los permisos necesarios antes de comenzar con la recolección de muestras.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL INTERNACIONAL**

Maung et al. (2022) realizaron una revisión sistemática centrada en la materia particulada (PM) y compuestos orgánicos volátiles (VOCs) y sus efectos en niños y personas con enfermedades pulmonares preexistentes. Encontraron que las emisiones de materiales de construcción afectan la calidad del aire interior y que la ventilación también tiene influencia. Los principales contaminantes del aire interior son VOCs y PM, con diversas fuentes identificadas para cada uno. Se observó una asociación entre PM y síntomas de asma infantil y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Mata et al. (2022) revisaron las soluciones y tecnologías disponibles para limpiar el aire interior, destacando ventajas y desventajas de cada tecnología. Señalaron que la solución óptima podría involucrar una combinación de tecnologías para ampliar el alcance de la aplicación.

Lee et al. (2021) discutieron cómo las plantas pueden ser candidatas potenciales para eliminar contaminantes a través de diversos mecanismos biológicos. Esta estrategia ecológica y rentable se considera como una herramienta complementaria o alternativa a las técnicas de remediación basadas en la ingeniería.

Kraakman et al. (2021) presentaron avances recientes en métodos biológicos de purificación del aire interior como una alternativa verde a los métodos físico-químicos. Destacaron los desafíos actuales y las oportunidades que estos sistemas pueden ofrecer para mejorar la calidad del ambiente interior.

### **2.1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL NACIONAL**

La investigación desarrollada por Elizabet (2021), se llevó a cabo con el propósito de determinar la calidad microbiológica del aire en el interior del Mercado Central de Cajamarca. Esta indagación surge de la necesidad de evidenciar si existe una contaminación microbiológica en dicho ambiente. Para alcanzar este objetivo, se efectuaron monitoreos del aire utilizando el muestreador microbiológico Hycon. Este dispositivo aspira volúmenes de aire y captura la carga microbiológica presente en tiras de agar. Los monitoreos se efectuaron en horario matutino, específicamente de 10:00 am a 1:00 pm, y se recopilaron un total de 50 muestras. Se establecieron cinco puntos de muestreo dentro del mercado, identificados como: P-1 (zona de carnes), P-2 (zona de jugos), P-3 (zona de frutas), P-4 (zona de menús y ceviches) y P-5 (zona de artesanía y abarrotes). La recolección de las muestras se realizó durante cinco días consecutivos en febrero del 2020. De acuerdo con la Norma Española UNE 100012, se establece un estándar de calidad del aire en interiores con un límite máximo de 800 UFC/m<sup>3</sup>. Tras el análisis, se obtuvo un promedio general de 806 UFC/m<sup>3</sup> en los cinco días de monitoreo. Este resultado indica que el Mercado Central de Cajamarca excede el límite establecido por la norma UNE 100012, lo que sugiere una posible contaminación microbiológica en su ambiente interior.

Ander (2019), llevó a cabo un diagnóstico detallado sobre la contaminación ambiental causada por residuos sólidos en la sección minorista del mercado Moshoqueque. El propósito principal de este estudio es proponer estrategias efectivas para reducir la contaminación del aire, el deterioro visual del entorno urbano y los riesgos para la salud asociados con la propagación de enfermedades por la presencia de vectores. Para identificar estos impactos ambientales negativos, se empleó una metodología que combinó observación directa, entrevistas, encuestas y la matriz de Leopold. Esta metodología se aplicó específicamente en la sección minorista del mercado. A través de este enfoque, se pudo determinar las prácticas relacionadas con la gestión

de residuos, tanto orgánicos como inorgánicos, los factores ambientales involucrados y la diversidad de desechos producidos, que incluyen latas, plásticos, vidrios, papeles, restos de alimentos, desechos animales, entre otros. Se identificó una notable falta de educación ambiental y un desconocimiento generalizado sobre las etapas adecuadas para el manejo de residuos, desde su valorización hasta su disposición final. En el mercado Moshoqueque, es evidente la necesidad de mejorar la gestión de los desechos, tanto orgánicos como inorgánicos. Por lo tanto, algunas de las estrategias propuestas incluyen la promoción de la educación e información ambiental, la creación de un comité ambiental, la implementación de incentivos y la valorización de los residuos. Estas medidas buscan prevenir la disposición inadecuada de desechos en áreas públicas como aceras, calles y pasillos. Al implementar estas estrategias, se espera lograr un entorno más saludable que, a su vez, contribuya al desarrollo económico y social de la comunidad.

Rosario (2021) llevó a cabo con el objetivo de evaluar la calidad y seguridad microbiológica de los huevos vendidos en los mercados del distrito de Chíncha Alta, ubicado en la provincia de Chíncha. El enfoque principal fue determinar la presencia de la bacteria *Salmonella* spp, tomando como referencia la normativa vigente establecida en la RM-591-2008/MINSA. Se sometieron a análisis un total de 184 muestras de huevos. Los resultados mostraron que el 8.64% de las muestras (con un intervalo de confianza del 95% de 2.56%) estaban contaminadas con *Salmonella* sp. Estos hallazgos evidencian que los puntos de venta representan un área crítica en términos de contaminación microbiológica. Además, se identificaron problemas de contaminación cruzada en diversas etapas, desde el almacenamiento y transporte hasta la venta de los huevos. Estas contaminaciones cruzadas complican la erradicación de estos agentes patógenos en el producto final que llega al consumidor. Por lo tanto, es esencial implementar medidas de control y prevención para garantizar la seguridad y calidad de los huevos en el mercado.

### 2.1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL LOCAL

En Huánuco, una ciudad ubicada en la región central de Perú, el sector de la construcción ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por el desarrollo urbano y la inversión privada (Pérez, 2020). A pesar de los beneficios económicos asociados con este crecimiento, también ha generado una creciente preocupación por la gestión adecuada de los residuos de construcción y demolición (RCD) (García & Sánchez, 2021).

En una investigación realizada en el departamento de Huánuco, Magno (2018) buscó determinar la frecuencia y factores de riesgo asociados a la contaminación por *Salmonella* y *Staphylococcus aureus* en carnes vendidas en los mercados locales. Se recolectaron 120 muestras de carnes de los mercados M. modelo, M. antiguo y M. de Paucarbamba, analizándose en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNHEVAL. Los resultados mostraron una frecuencia de *Salmonella* del 5% (6/120 muestras contaminadas) y del 95% libres de esta bacteria. En cuanto a *Staphylococcus*, el 55% de las muestras presentaron valores superiores a 120 unidades formadoras de colonias (UFC), considerándolas no aptas para consumo. A pesar de que la higiene personal de los expendedores no influyó en la presencia de *Salmonella*, sí se relacionó con la presencia de *Staphylococcus*. Además, el saneamiento básico de los puestos estuvo vinculado a la frecuencia de *Salmonella* en la carne.

La investigación llevada por Francisco (2019) tuvo como objetivo determinar la presencia de coliformes fecales y la frecuencia de *Escherichia coli* en tres tipos de hortalizas vendidas en los principales mercados. Para recopilar la información, se emplearon dos métodos: a) análisis biológico de las muestras en el laboratorio de la Universidad de Huánuco (UDH) y b) encuestas relacionadas con enfermedades derivadas del consumo. La hipótesis planteada sugiere que las hortalizas cultivadas en el centro poblado de Colpa Baja contienen niveles de coliformes fecales que exceden los límites máximos permisibles (LMP),

representando un riesgo para la salud. Esta investigación, de enfoque cuantitativo y nivel explicativo, reveló que las muestras, específicamente de apio, poro y beterraga, presentaron altos niveles de coliformes fecales y una significativa presencia de *E. coli*. Estos hallazgos indican una preocupante contaminación fecal y resaltan la urgencia de implementar medidas de control para proteger la salud pública. Se propone una revisión y modificación de los estándares sanitarios peruanos para garantizar una mejor calidad en las hortalizas comercializadas.

Kelly (2021) detalla que, en Huánuco, una de las principales actividades productivas es el comercio, incluido el servicio de venta de jugos. Sin embargo, estos servicios deben cumplir con los criterios de calidad sanitaria e inocuidad establecidos por la norma sanitaria NTS N°071-MINSA/DIGESA. La tesis, Evaluación de la contaminación microbiológica y sanitaria de los puestos de servicio de jugos del mercado modelo y viejo de la ciudad de Huánuco, 2021 buscó evaluar la calidad de los jugos en estos mercados. Utilizando un enfoque mixto, se combinaron métodos cuantitativos y cualitativos. Los resultados mostraron que, aunque los niveles de Aerobios mesófilos estaban dentro de los límites aceptables, se encontraron niveles preocupantes de Coliformes, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Además, no se detectó *Salmonella* SPP. Desde el punto de vista sanitario, se observó la presencia de plagas en el 16.67% de los puestos, residuos sólidos en el 58.33%, y aunque el 100% tenía acceso a agua, el 75% de los vendedores no usaba protección en la cabeza y solo el 41.65% mantenía una adecuada higiene de manos. La conclusión es que los jugos vendidos en estos mercados no son aptos para el consumo humano debido a su contaminación microbiológica y sanitaria.

En un estudio realizado por Alexander (2010) en Tingo María, región Huánuco, Perú, entre octubre y diciembre de 2009, se evaluaron las condiciones microbiológicas de la carne de porcino y vacuno destinada al consumo público. Se analizaron 10 muestras de cada tipo de carne mediante el método no destructivo del hisopado en diferentes partes de las carcasas. El objetivo principal fue el recuento de bacterias mesófilos aerobios viables totales y coliformes totales, así como la

determinación de coliformes fecales. Los resultados mostraron un promedio de 5,58 log ufc/cm<sup>2</sup> en mesófilos para porcinos y 4,97 log ufc/cm<sup>2</sup> para vacunos. En cuanto a coliformes totales, se obtuvo un promedio de 2,91 log ufc/cm<sup>2</sup> para porcinos y 2,34 log ufc/cm<sup>2</sup> para vacunos. Al contrastar estos resultados con los límites establecidos por la NTP ISO 3100-2. 1999, se encontró una significativa diferencia en la contaminación entre las carcasas de porcinos y vacunos ( $P \leq 0,05$ ). En conclusión, las carcasas porcinas presentaron un mayor grado de contaminación en comparación con las vacunas, lo que indica una mayor susceptibilidad a la contaminación en las carcasas porcinas.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. INTRODUCCIÓN A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA BIOLÓGICA**

La contaminación atmosférica biológica se refiere a la presencia de agentes biológicos, como bacterias, virus, hongos y polen, en el aire. Estos agentes pueden ser liberados al ambiente a través de diversas fuentes, incluyendo actividades humanas, animales y plantas (Smith & Johnson, 2018).

La calidad del aire ha sido un problema de salud importante en áreas urbanas en las últimas décadas. Las actividades humanas liberan una gran cantidad de contaminantes en la atmósfera, lo que tiene un impacto directo en la salud de las plantas y conduce a la degradación del ecosistema (Lawson Tevi Atator et al., 2021) 1. Además, la presencia de uno o más contaminantes en la atmósfera, en una cantidad específica y durante un tiempo determinado, puede ser perjudicial para la salud humana, el bienestar, la vida animal o vegetal (K. Akbar & Taj Mohammad Khaksar, 2020).

La exposición a la contaminación atmosférica puede tener graves consecuencias para la salud, incluyendo enfermedades respiratorias y cáncer. Por ejemplo, la interacción del estrés oxidativo con la contaminación del aire dentro del cuerpo humano está relacionada con

enfermedades respiratorias crónicas, incluido el cáncer (M. Sierra-Vargas et al., 2023).

### **2.2.2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA EN MERCADOS**

Los mercados, en particular aquellos que se centran en la venta de alimentos frescos, son lugares donde la contaminación biológica puede ser especialmente prevalente. La combinación de una gran variedad de alimentos, la presencia constante de personas y las actividades comerciales diarias crean un ambiente propicio para la proliferación de agentes biológicos (Martínez & García, 2019).

- **Alimentos como fuente de contaminación**

Los alimentos frescos, especialmente aquellos que se venden a granel o que no están adecuadamente protegidos, pueden ser una fuente significativa de microorganismos. Las carnes, pescados, frutas y verduras pueden estar contaminados desde su origen o durante su manipulación y transporte (Osimani et al., 2020) 1. Además, la falta de refrigeración adecuada o el almacenamiento inapropiado pueden favorecer la multiplicación de patógenos en estos alimentos.

- **Personas y actividades comerciales**

La alta densidad de personas en los mercados facilita la dispersión de agentes patógenos. Las personas pueden ser portadoras de enfermedades y, al toser, estornudar o simplemente hablar, pueden liberar microorganismos al aire. Además, las actividades comerciales, como la manipulación de alimentos sin las medidas higiénicas adecuadas, pueden contribuir a la contaminación (Alonso-Calleja & Capita, 2022).

- **Infraestructura y saneamiento**

La infraestructura de muchos mercados, especialmente aquellos que son más antiguos o que no han sido renovados, puede no estar diseñada para prevenir la contaminación biológica. La falta de

instalaciones adecuadas para el lavado de manos, la ausencia de sistemas de ventilación adecuados o la acumulación de residuos pueden aumentar el riesgo de contaminación (Singh et al., 2021).

### **2.2.3. MICROORGANISMOS AERÓBICOS Y SU RELEVANCIA**

Los microorganismos aeróbicos son aquellos que requieren oxígeno para crecer y reproducirse. Estos organismos desempeñan un papel crucial en diversos procesos biológicos y ecológicos. En ambientes como mercados, donde hay una constante circulación de aire, estos microorganismos pueden proliferar y afectar la calidad del aire. Su presencia puede ser indicativa de condiciones insalubres y puede representar un riesgo para la salud pública (Gonzalez & Fernandez, 2020).

En un estudio realizado por Valéria Costa Salustiano et al. (2003), se evaluó la calidad microbiológica del aire en áreas de procesamiento de una planta lechera utilizando una técnica de sedimentación y un muestreador de aire de una sola etapa. Los resultados mostraron que, en todas las áreas de procesamiento, el número de bacterias aeróbicas mesófilas y levaduras y mohos recuperados por el muestreador de aire superaron los valores recomendados por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA). Este estudio destaca la importancia de monitorear y controlar la calidad del aire en áreas donde se manejan alimentos para garantizar la seguridad alimentaria y la salud pública.

Además, un estudio sistemático y metaanálisis realizado por Waseem Hiwar et al. (2021) investigó la relación entre los parámetros de calidad del aire interior y los microorganismos aerotransportados en entornos hospitalarios. Los resultados mostraron correlaciones significativas entre la concentración de bacterias aeróbicas y varios parámetros de calidad del aire. Sin embargo, se concluyó que, aunque existen correlaciones significativas, la relación no es definitiva, y se requieren más investigaciones para comprender completamente la dinámica entre la calidad del aire y los microorganismos aerotransportados.

#### **2.2.4. MEDICIÓN DE LA CARGA MICROBIANA**

La carga microbiana se refiere a la cantidad total de microorganismos presentes en una muestra. Esta medida es esencial para evaluar el nivel de contaminación en un ambiente y se expresa en unidades formadoras de colonias por metro cúbico (UFC/m<sup>3</sup>). La determinación de la carga microbiana en ambientes como mercados es crucial para garantizar la seguridad y salud de los consumidores y trabajadores (Lopez & Rodriguez, 2017).

Según un estudio realizado por Nevalainen, Täubel, y Hyvärinen (2015), la medición de la carga microbiana en ambientes interiores es esencial para evaluar la calidad del aire y los posibles riesgos para la salud. Los autores destacan que la exposición a altas concentraciones de microorganismos puede provocar enfermedades respiratorias y alergias, especialmente en individuos susceptibles.

En otro estudio llevado a cabo por Pasquarella et al. (2000), se evaluó la calidad del aire en diferentes ambientes hospitalarios utilizando métodos de muestreo activo y pasivo. Los resultados mostraron que la carga microbiana variaba según el área, con las áreas de cirugía y cuidados intensivos presentando las cargas más bajas. Este estudio subraya la importancia de monitorear regularmente la carga microbiana en ambientes críticos para prevenir infecciones nosocomiales.

#### **2.2.5. IMPACTO EN LA SALUD PÚBLICA**

La exposición a agentes biológicos en el aire puede tener diversos efectos en la salud, desde irritaciones leves hasta enfermedades graves. Los individuos con sistemas inmunológicos comprometidos, niños y ancianos son particularmente vulnerables. Es esencial monitorizar y controlar la calidad del aire en lugares públicos para proteger la salud de la comunidad (Torres & Mendoza, 2016).

La calidad del aire es una amenaza significativa para la salud pública, vinculada a malos resultados en el nacimiento, enfermedades

respiratorias y cardiovasculares y mortalidad prematura. Los grupos desfavorecidos y los niños se ven afectados de manera desproporcionada. Por ejemplo, en Bradford, se implementará una Zona de Aire Limpio como parte del Plan de Aire Limpio de Bradford para reducir la contaminación, proporcionando un experimento natural. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de este plan en los resultados de salud y la calidad del aire, las desigualdades y explorar la relación calidad-precio. Una evaluación de proceso e implementación también explorará las barreras y facilitadores para la implementación, el impacto en las actitudes y comportamientos y cualquier consecuencia adversa (McEachan et al., 2022).

Además, la contaminación del aire en interiores es una amenaza grave para la salud humana y el bienestar. Las personas en sociedades modernas en países desarrollados y en desarrollo pasan aproximadamente el 90% de su tiempo rutinario en interiores. Una amplia gama de contaminantes originados a partir de fuentes primarias y secundarias puede contribuir a la contaminación del aire en interiores. Por ejemplo, en bibliotecas en la región central de Brasil, se encontró una alta presencia de hongos en el aire interior, lo que sugiere que los ambientes evaluados presentan condiciones adecuadas para la proliferación microbiológica (Diniz Pereira Leite Júnior et al., 2018).

#### **2.2.6. ESTRATEGIAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN**

Para garantizar la calidad del aire en mercados y otros lugares públicos, es esencial implementar estrategias de control y prevención. Estas pueden incluir la mejora de la ventilación, la implementación de prácticas de higiene adecuadas, la educación del público y la monitorización regular de la calidad del aire. Diversos estudios han resaltado la importancia de estas estrategias para reducir la exposición a contaminantes atmosféricos y mejorar la salud pública (Perez & Soto, 2015).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Contaminación Atmosférica Biológica:** Se refiere a la presencia en el aire de agentes biológicos, como bacterias, virus, hongos y polen, que pueden afectar la salud de los seres vivos y la calidad del ambiente.
- **Microorganismos Aeróbicos:** Son aquellos microorganismos que requieren oxígeno para crecer y reproducirse. Su presencia en el aire puede indicar condiciones insalubres y representar un riesgo para la salud pública.
- **Carga Microbiana:** Es la cantidad total de microorganismos presentes en una muestra. Se utiliza para evaluar el nivel de contaminación en un ambiente y se expresa en unidades formadoras de colonias por metro cúbico (UFC/m<sup>3</sup>).
- **Agentes Biológicos:** Son microorganismos, células, endoparásitos y priones que pueden causar infecciones, alergias o toxicidades en los seres humanos.
- **Mercados:** Son lugares donde se venden y compran bienes y servicios. Debido a la concentración de alimentos, personas y actividades comerciales, pueden ser focos de contaminación biológica.
- **Calidad del Aire:** Se refiere a la pureza del aire y la ausencia de contaminantes. La calidad del aire puede verse afectada por diversos factores, incluidos los agentes biológicos.
- **Estrategias de Control y Prevención:** Son medidas implementadas para reducir o eliminar la exposición a contaminantes atmosféricos y mejorar la salud pública.
- **Salud Pública:** Es la disciplina que se encarga de la protección de la salud a nivel poblacional. Busca mejorar las condiciones de salud de las comunidades mediante la promoción de estilos de vida saludables, la investigación para la prevención de enfermedades y lesiones, y la detección y control de enfermedades infecciosas.

- **Norma Sanitaria:** Es un conjunto de reglas y estándares establecidos por las autoridades de salud para garantizar la protección de la salud pública.
- **Contaminación:** Es la introducción de sustancias o agentes contaminantes en un medio ambiente, lo que provoca un desequilibrio y hace que este medio sea inseguro o no apto para su uso.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**H0:** No existe diferencia significativa entre las concentraciones carga microbiana en los diferentes sectores identificados en el mercado del distrito de Panao.

**H1:** Existe diferencia significativa entre las concentraciones carga microbiana en los diferentes sectores identificados en el mercado del distrito de Panao.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

**H0.1:** No existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con los parámetros meteorológicos.

**H1.1:** Existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con los parámetros meteorológicos.

**H0.2:** El grado de contaminación biológica en la atmosfera se relaciona con las prácticas de higiene de los comerciantes del Mercado de Abastos de Panao.

**H1.2:** El grado de contaminación biológica en la atmosfera se relaciona con las prácticas de higiene de los comerciantes del Mercado de Abastos de Panao.

**H0.3:** No existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con las condiciones ambientales.

**H1.3:** Existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con las condiciones ambientales.

**H0.4:** Las concentraciones de las cargas microbianas no exceden los niveles de los estándares establecidos por la norma UNE 100012.

**H1.4:** Las concentraciones de las cargas microbianas exceden los niveles de los estándares establecidos por la norma UNE 100012.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

**Agentes Biológicos:** Estos son los factores que se supone afectan o contribuyen a la contaminación atmosférica. Son la causa o el factor que se manipula o categoriza para observar su efecto en la variable dependiente.

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

**Contaminación Atmosférica en el Mercado del Distrito de Panao:** Esta es la variable que se está observando o midiendo en el estudio. Es el efecto o resultado que se espera cambiar debido a las variaciones en la variable independiente.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 1**

*Matriz de operacionalización de variables*

| Variable                             | Dimensión                                                   | Indicadores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Instrumento de Medición                                                                                                |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agentes<br>Biológicos<br>En el aire. | Carga microbiana<br>bacteriana                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Concentración de bacterias ambientales (UFC/m<sup>3</sup>)</li> <li>Presencia específica de bacterias patógenas (e.g., <i>Escherichia coli</i>)</li> </ul>                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestreo de aire con placas de agar nutritivo</li> <li>Conteo de UFC</li> </ul> |
|                                      | Carga microbiana<br>fúngica                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Concentración de hongos ambientales (UFC/m<sup>3</sup>)</li> <li>Presencia específica de hongos (e.g., <i>Aspergillus sp.</i>, <i>Penicillium sp.</i>)</li> </ul>                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestreo de aire con placas de agar Sabouraud</li> <li>Conteo de UFC</li> </ul> |
| Contaminación<br>Atmosférica         | Prácticas de higiene y<br>percepciones de los<br>vendedores | <ul style="list-style-type: none"> <li>Frecuencia de limpieza y desinfección del puesto (diaria, semanal, raramente, nunca)</li> <li>Recepción de capacitación en prácticas de higiene (sí/no)</li> <li>Opinión sobre la adecuación de la calidad del aire en el mercado (sí/no)</li> <li>Presencia de problemas de salud relacionados con el aire (sí/no)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta estructurada a los vendedores.</li> </ul>                              |
|                                      | Condiciones<br>ambientales                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura ambiental en cada sector (°C)</li> <li>Porcentaje de humedad relativa en cada sector (%)</li> <li>Velocidad del viento en cada sector (m/s)</li> </ul>                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Termómetro digital</li> <li>Higrómetro digital</li> <li>Anemómetro</li> </ul>   |

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es de tipo descriptiva porque se centra en detallar y caracterizar los agentes biológicos presentes en el aire del mercado de Panao, las prácticas de higiene de los vendedores y las condiciones ambientales. A diferencia de investigaciones teóricas que buscan ampliar el conocimiento sin un fin práctico inmediato, este estudio tiene un propósito directo: determinar los microorganismos aeróbicos presentes, cuantificar la carga microbiana y evaluar el impacto de la contaminación biológica en la salud pública y la calidad de los productos. Esta orientación hacia la solución de problemas concretos y la generación de intervenciones prácticas es característica de las investigaciones aplicadas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

##### **3.1.1. ENFOQUE**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se centra en la recolección y análisis de datos numéricos para evaluar la influencia de los agentes biológicos en la calidad del medio atmosférico del mercado del distrito de Panao. A través de este enfoque, se busca medir objetivamente los fenómenos, utilizando herramientas estadísticas para interpretar los resultados. El enfoque cuantitativo permite establecer relaciones causales y hacer generalizaciones a partir de los datos recopilados. Además, se caracteriza por seguir un proceso sistemático y secuencial, donde las hipótesis y variables están claramente definidas desde el inicio (Creswell & Creswell, 2016).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

El nivel de la investigación es exploratorio-descriptivo. Es exploratorio porque aborda un tema poco estudiado en el contexto específico del mercado de Panao, buscando identificar patrones y

tendencias en la contaminación biológica. Es descriptivo porque describe detalladamente las características de los agentes biológicos y las condiciones presentes sin buscar explicar causas o efectos. Las investigaciones explicativas se centran en entender las razones o causas subyacentes de ciertos fenómenos, permitiendo establecer relaciones de causalidad entre las variables. Estas investigaciones son útiles para comprender en profundidad los factores que influyen en un fenómeno y para desarrollar soluciones basadas en evidencia (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).

### **3.1.3. DISEÑO**

El diseño es no experimental, ya que se observarán los fenómenos en su contexto natural sin manipular las variables de estudio. En este tipo de diseño, el investigador no tiene control directo sobre las variables, ya que se limita a observar los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural para luego analizarlos. Es especialmente útil cuando se busca describir situaciones y contextos o establecer relaciones entre variables en situaciones donde no es posible o ético manipular las variables (Babbie, 2020).

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población de estudio se refiere al conjunto total de individuos, objetos o eventos que comparten características comunes y que son objeto de estudio. En este caso, la población está definida por los 147 puestos fijos y activos del Mercado de Abastos de Pachitea, un centro de abastecimiento zonal de tipo Minorista con 25 años de existencia, ubicado en el jirón Pachitea 1 piso 1 kilómetro 0, Frontis a la Plaza de Armas de Panao, en el distrito de Panao, provincia de Pachitea, región de Huánuco. Este mercado, administrado por la Municipalidad, se ha convertido en un referente tradicional en su comunidad.

### 3.2.2. MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra, se ha considerado un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95%. Aplicando la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra en poblaciones finitas y teniendo en cuenta las características de la población, se ha determinado que el tamaño de muestra adecuado es de 59 puestos.

Por lo tanto, para llevar a cabo la investigación, se estudiarán 59 de los 147 puestos activos del Mercado de Abastos de Pachitea. Estos puestos serán seleccionados de manera aleatoria para garantizar la representatividad de la muestra.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para llevar a cabo una investigación exhaustiva y obtener datos precisos sobre la influencia de los agentes biológicos en la calidad del medio atmosférico del mercado del distrito de Panao, se emplearán las siguientes técnicas de recolección de datos:

- **Muestreo Atmosférico:** Esta técnica implica la recolección de muestras de aire en diferentes puntos del mercado utilizando dispositivos especializados. Estos dispositivos capturan partículas y microorganismos presentes en el aire, que luego se analizan en un laboratorio para identificar y cuantificar los agentes biológicos presentes.
- **Encuestas:** Se diseñará un cuestionario estructurado que se administrará a los vendedores y administradores del mercado. Las preguntas se centrarán en las prácticas de higiene, la percepción de la calidad del aire, y cualquier problema de salud que puedan haber experimentado que podría estar relacionado con la calidad del aire en el mercado.

- **Observación Directa:** Esta técnica implica visitar el mercado y observar directamente las condiciones y prácticas que podrían influir en la calidad del aire. Esto incluye la observación de prácticas de almacenamiento de alimentos, limpieza, disposición de residuos, entre otros.
- **Análisis Microbiológico:** Las muestras recolectadas del aire serán analizadas en un laboratorio especializado para determinar la presencia y cantidad de microorganismos aeróbicos. Se utilizarán medios de cultivo específicos para cultivar y contar las colonias de microorganismos presentes.
- **Revisión Documental:** Se revisarán documentos y registros relacionados con el mercado, como informes anteriores sobre la calidad del aire, registros de salud de los trabajadores, y cualquier otra documentación relevante que pueda proporcionar información sobre la calidad del aire y los agentes biológicos presentes.

### 3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para garantizar la precisión y confiabilidad de los datos recopilados en la investigación, se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Dispositivos de Muestreo de Aire:** Son herramientas especializadas que capturan partículas y microorganismos del aire. Estos dispositivos, como los impactares de aire o las placas de sedimentación, permiten recolectar muestras representativas del ambiente atmosférico del mercado para su posterior análisis microbiológico.
- **Cuestionario Estructurado:** Se diseñará un cuestionario que incluirá preguntas cerradas y algunas abiertas para obtener información detallada de los vendedores y administradores del mercado. Este instrumento se validará previamente para asegurar su eficacia en la recolección de datos pertinentes a los objetivos de la investigación.

- **Guía de Observación:** Se elaborará una guía que detallará los aspectos específicos a observar durante las visitas al mercado. Esta guía ayudará a mantener un enfoque sistemático durante la observación directa y garantizará que se recojan datos consistentes y relevantes.
- **Placas de Petri y Medios de Cultivo:** Se utilizarán para el análisis microbiológico de las muestras de aire. Los medios de cultivo específicos permitirán el crecimiento de microorganismos aeróbicos y la posterior identificación y cuantificación.
- **Formulario de Revisión Documental:** Se diseñará un formulario que guiará la revisión de documentos y registros relacionados con el mercado. Este instrumento ayudará a organizar y registrar la información obtenida de fuentes documentales de manera sistemática.
- **Termohigrómetro:** Este instrumento se utilizará para medir la temperatura y humedad relativa del ambiente en el mercado, ya que estas variables pueden influir en la proliferación de microorganismos.

### 3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para garantizar un análisis coherente y sistemático de los datos recopilados, se emplearán las siguientes técnicas:

- **Codificación de Datos:** Una vez recopilada la información, se procederá a codificarla. Esto implica asignar códigos específicos a las respuestas o datos obtenidos, facilitando su ingreso en software estadístico y su posterior análisis.
- **Ingreso de Datos en Software Estadístico:** Los datos codificados se ingresarán en un software estadístico como SPSS o R para su análisis cuantitativo. Este software permite realizar análisis descriptivos e inferenciales de los datos.

- **Análisis Descriptivo:** Se realizará un análisis descriptivo para obtener medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (desviación estándar) de los datos. Esto proporcionará una visión general de la distribución y características de los datos recopilados.
- **Análisis Inferencial:** Dependiendo de la naturaleza de los datos y los objetivos de la investigación, se podrían realizar pruebas estadísticas como t-tests, ANOVA o regresiones para determinar relaciones o diferencias significativas entre variables.
- **Análisis Microbiológico:** Las muestras recolectadas se analizarán en un laboratorio especializado. Se identificarán y contarán las colonias de microorganismos para determinar la carga microbiana en el ambiente atmosférico del mercado.
- **Análisis Cualitativo:** Las respuestas abiertas y las observaciones recopiladas se analizarán mediante técnicas de análisis de contenido. Se identificarán patrones, temas o categorías recurrentes en los datos.
- **Interpretación de Resultados:** Una vez analizados los datos, se interpretarán en función de los objetivos de la investigación y el marco teórico establecido. Se buscará dar sentido a los hallazgos y relacionarlos con la literatura existente.
- **Representación Gráfica:** Se utilizarán gráficos y tablas para representar visualmente los resultados y facilitar su comprensión. Estos pueden incluir histogramas, gráficos de barras, gráficos circulares, entre otros.
- **Validación de Resultados:** Para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados, se contrastarán con estudios previos, se discutirán con expertos en el área y se someterán a revisión por pares.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

En este capítulo se presentan los hallazgos del estudio realizado en la presente investigación el cual se dividió en dos fases a lo largo de dos meses, las cuales se recolectaron datos microbiológicos de aire en puntos estratégicos del mercado y se aplicaron encuestas a comerciantes para conocer sus prácticas de higiene y percepciones sobre la calidad del aire. Los resultados se han organizado de manera descriptiva, enfocándose en la identificación de tendencias y patrones de contaminación biológica, considerando tanto la temporalidad de los muestreos como las condiciones ambientales observadas.

#### 4.1. PROCESAMIENTOS DE LOS DATOS

##### 4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y CONDICIONES AMBIENTALES

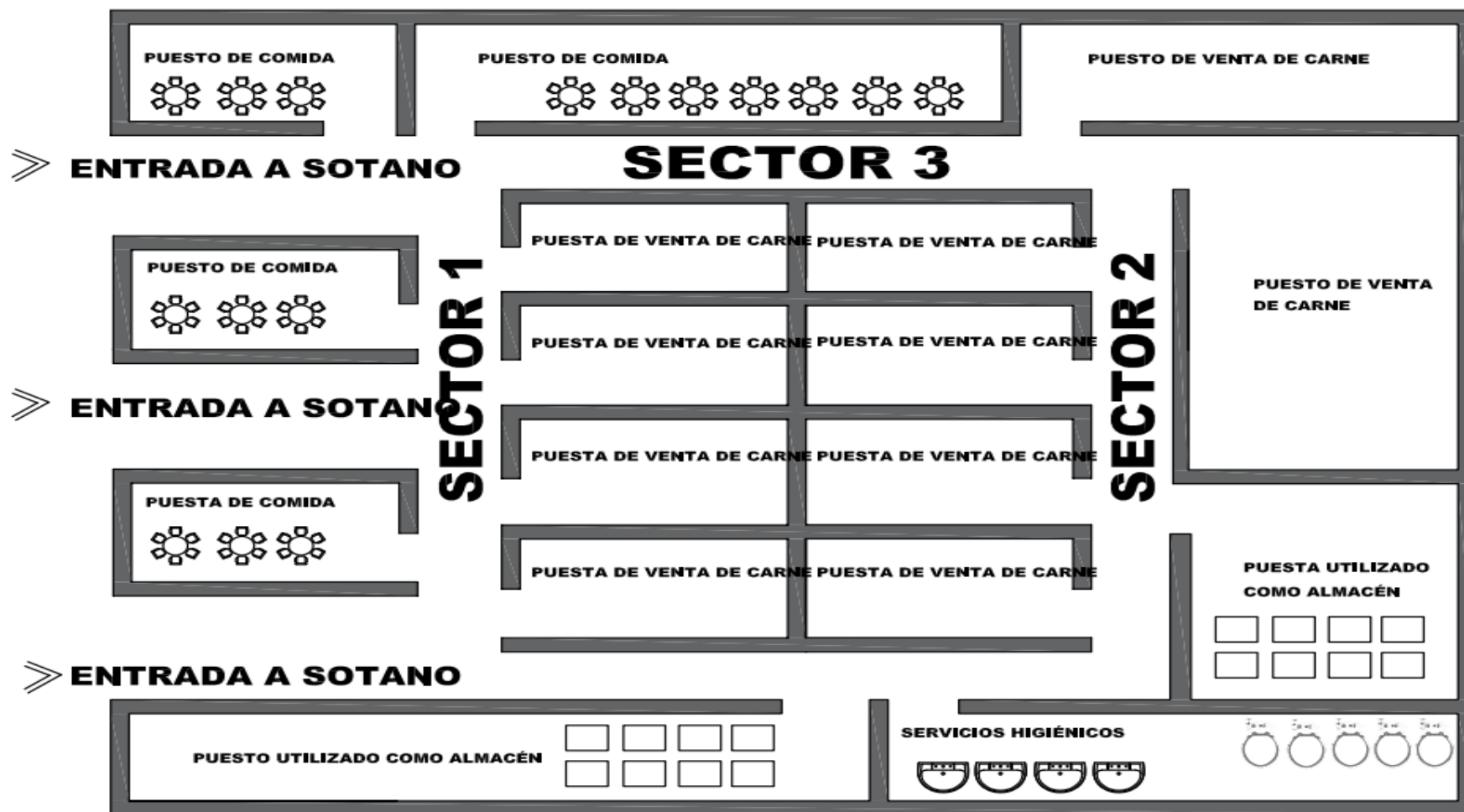
Se seleccionaron cinco puntos de muestreo en el mercado de Panao para capturar diferentes áreas con posibles variaciones en la exposición a la contaminación biológica:

- **Sector 1:** Este punto está ubicado en el sótano del mercado modelo de Panao, específicamente en un puesto de venta de carne de cerdo. Alrededor de este puesto se encuentran dos locales dedicados a la venta de alimentos preparados y otro de carnes diversas. Además, está situado cerca de las escaleras de ingreso a la zona del sótano, lo que limita la circulación de aire y genera condiciones de poca ventilación. Se observó la presencia de roedores, ya que en la zona funcionan pequeños locales que operan como almacenes para otros puestos del mercado.
- **Sector 2:** Este punto también se encuentra en el sótano del mercado, en un puesto de venta de carnes diversas, ubicado cerca de los servicios higiénicos. A su alrededor se encuentran puestos de venta

de carne de cerdo y res. La ventilación es deficiente y se identificaron ventanas en mal estado, cubiertas con calaminas. Además, las instalaciones de agua presentan fallos y varios puestos de mercado están abandonados o se utilizan como almacenes. Los servicios higiénicos del mercado no cuentan con ventilación adecuada y su sistema de drenaje está deteriorado, con inodoros en mal estado e instalaciones dañadas.

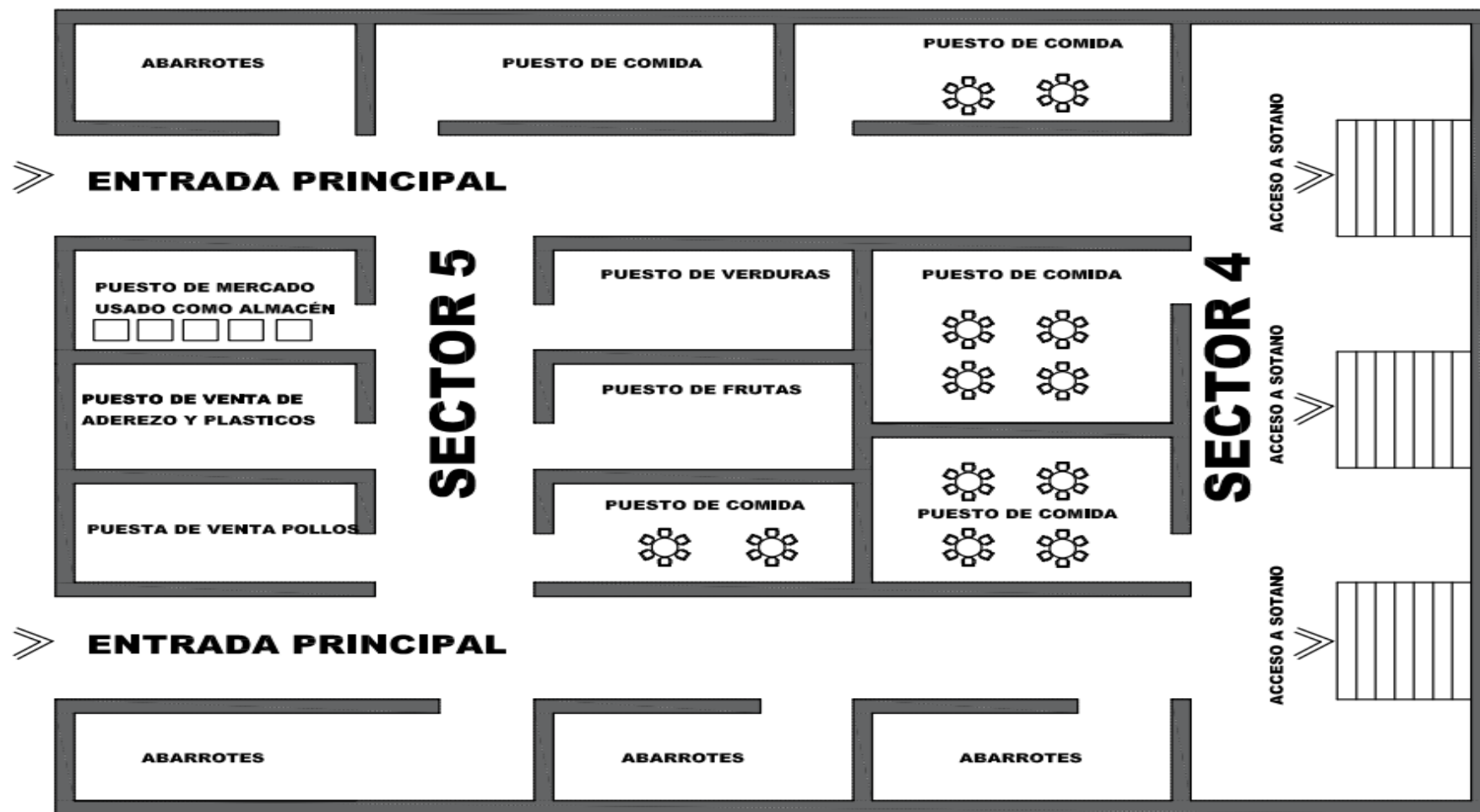
- **Sector 3:** Este punto está situado en un puesto de venta de alimentos preparados, que colinda con otros locales similares y puestos de venta de carne. Se encuentra próximo a las escaleras que conectan con el primer piso del mercado, lo que incrementa la afluencia de personas, especialmente durante las horas de la mañana y el mediodía, cuando el público acude a consumir alimentos. Esta área presenta una alta concurrencia.

**Figura 1**  
Sector 1, sector 2 y sector 3



- **Sector 4:** Ubicado en el primer piso, en la parte interna trasera del mercado central de Pano, este punto está en un puesto de venta de alimentos preparados, colindante con puestos de venta de jugos, condimentos, accesorios diversos y abarrotes. Se encuentra cercano a las escaleras que llevan al sótano del mercado. Este espacio presenta un flujo constante de personas y una diversidad de actividades comerciales en los alrededores.
- **Sector 5:** Este punto está en la zona frontal del mercado central de Pano, en un puesto de venta de alimentos preparados que colinda con puestos de frutas y verduras, condimentos, artículos de menaje de cocina y abarrotes. Está ubicado cerca de los accesos principales y la rampa de salida. Aunque se percibe una ligera corriente de aire, la proximidad a la salida introduce otras deficiencias que afectan la ventilación adecuada del área.

**Figura 2**  
Sector 4 y sector 5



#### 4.1.2. IDENTIFICACIÓN LA CARGA MICROBIANA EN EL MERCADO DE ABASTOS DE PANAÓ

**H0.1:** No existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con los parámetros meteorológicos.

**H1.1:** Existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con los parámetros meteorológicos.

El muestreo de aire se realizó en cinco puntos del mercado durante dos meses consecutivos para identificar los microorganismos aeróbicos presentes. Los datos fueron obtenidos mediante cultivos en agar nutritivo para bacterias y agar Sabouraud para hongos. La siguiente tabla resume los resultados:

**Tabla 2**  
*Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Junio*

| Punto de Muestreo | Agar Nutritivo                 | Agar Sabouraud                                      |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1                 | Bacterias ambientales: 150 UFC | Aspergillus Sp.: 20 UFC                             |
| 2                 | Bacterias ambientales: 50 UFC  | Penicillium Sp.: 50 UFC,<br>Aspergillus Sp.: 50 UFC |
| 3                 | Bacterias ambientales: 30 UFC  | Penicillium Sp.: 20 UFC                             |
| 4                 | Bacterias ambientales: 50 UFC  | Aspergillus Sp.: 50 UFC                             |
| 5                 | Bacterias ambientales: 50 UFC  | Aspergillus Sp.: 50 UFC                             |

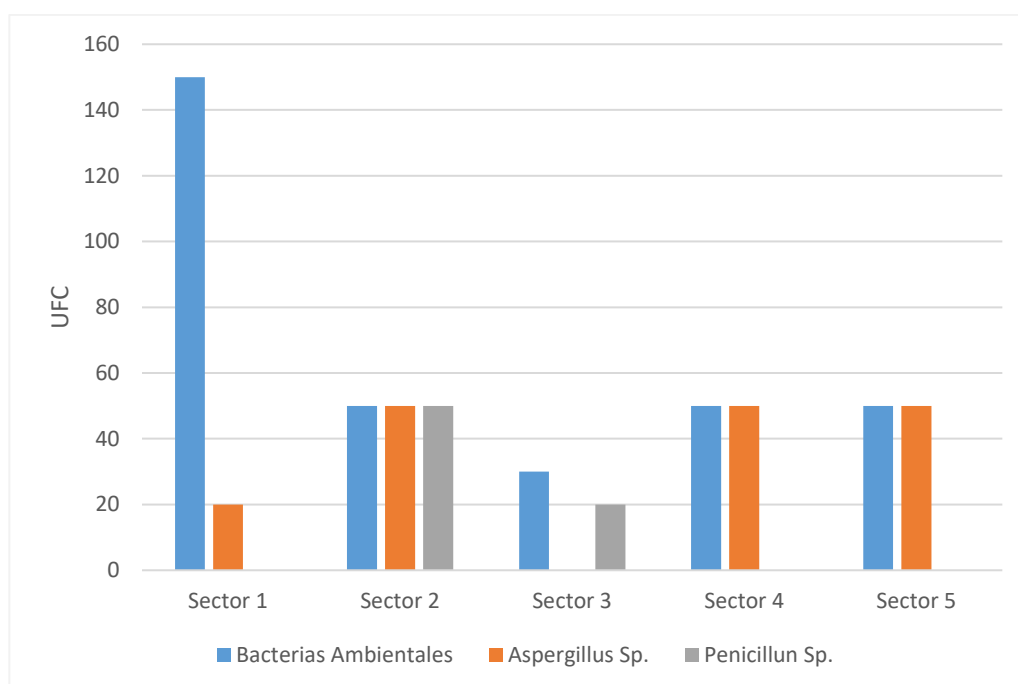
*Nota.* Estos resultados reflejan las mediciones realizadas durante el mes de junio, con cada sector seleccionado del mercado.

**Tabla 3**  
**Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Julio**

| Punto de Muestreo | Agar Nutritivo                                            | Agar Sabouraud                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1                 | Bacterias ambientales: 06 UFC                             | Levaduras: 10 UFC                                  |
| 2                 | Bacterias ambientales: 10 UFC<br>Escherichia Coli: 05 UFC | Aspergillus Sp.: 03 UFC                            |
| 3                 | Bacterias ambientales: 10 UFC<br>Escherichia Coli: 01 UFC | Aspergillus Sp.: 70 UFC<br>Penicillium Sp.: 20 UFC |
| 4                 | Bacterias ambientales: 10 UFC<br>Escherichia Coli: 04 UFC | Aspergillus Sp.: 90 UFC                            |
| 5                 | Bacterias ambientales: 15 UFC                             | Aspergillus Sp.: 80 UFC                            |

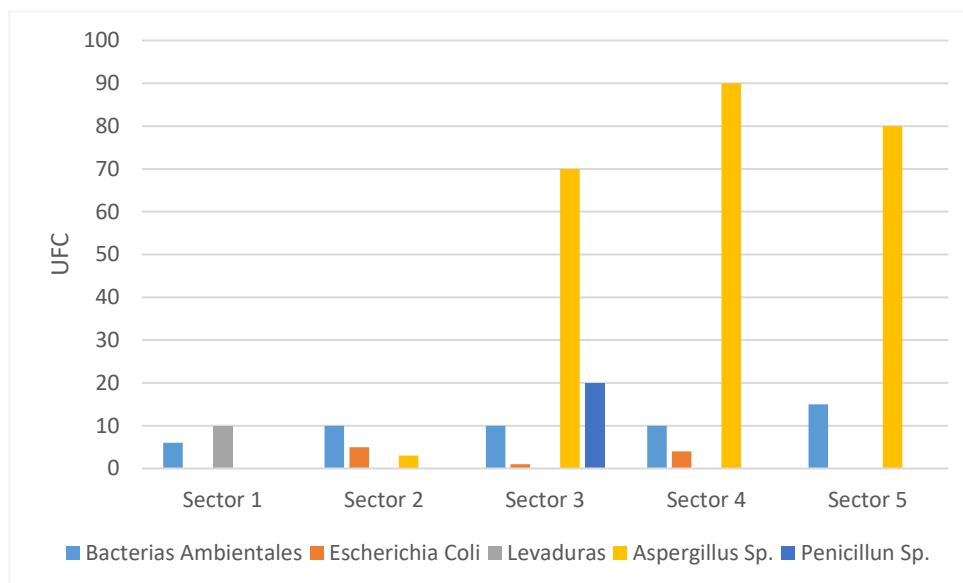
*Nota.* Estos resultados reflejan las mediciones realizadas durante el mes de Julio, con cada sector seleccionado del mercado.

**Figura 3**  
**Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Junio**



*Nota.* En la figura se observa que en el sector 1 existen la mayor presencia de bacterias ambientales, debiéndose a ser un área de mayor ventas y menor ventilación.

**Figura 4**  
**Muestreo de Microorganismos Aeróbicos - Mes de Julio**



*Nota.* En la figura se observa que en los sectores 3, 4 y 5 existe mayor presencia del hongo *Aspergillus Sp*, esto se debe a que estos sectores no realizan una limpieza adecuada de su sitio de trabajo y que no seleccionan sus productos de manera adecuada.

### **Análisis de la Hipótesis**

- ✓ En el agar nutritivo, se identificaron predominantemente bacterias ambientales, con concentraciones que varían desde 30 UFC hasta 150 UFC. El punto de muestreo 1 presentó la mayor concentración de bacterias (150 UFC).
- ✓ En el agar Sabouraud, se detectaron hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, con una frecuencia elevada de *Aspergillus* en varios puntos de muestreo. Las cargas más altas de hongos se encontraron en los puntos 2, 3, 4, y 5.

#### **4.1.2.1. DETERMINACIÓN DE LA CARGA MICROBIANA, EXPRESADA EN UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC/M<sup>3</sup>)**

A continuación, se presentan los cálculos y resultados correspondientes a los dos meses de muestreo, agrupados por mes y expresada en unidades formadoras de colonias (UFC/m<sup>3</sup>):

**Tabla 4**  
**Muestreo de Microorganismos - Mes de Junio**

| Punto de Muestreo | Agar Nutritivo                 | UFC/m <sup>3</sup><br>(bacterias) | Agar Sabouraud                                      | UFC/m <sup>3</sup><br>(hongos) |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1                 | Bacterias ambientales: 150 UFC | 849.08                            | Aspergillus Sp.: 20 UFC                             | 113.21                         |
| 2                 | Bacterias ambientales: 50 UFC  | 283.03                            | Penicillium Sp.: 50 UFC,<br>Aspergillus Sp.: 50 UFC | 283.03<br>283.03               |
| 3                 | Bacterias ambientales: 30 UFC  | 169.82                            | Penicillium Sp.: 20 UFC                             | 113.21                         |
| 4                 | Bacterias ambientales: 50 UFC  | 283.03                            | Aspergillus Sp.: 50 UFC                             | 283.03                         |
| 5                 | Bacterias ambientales: 50 UFC  | 283.03                            | Aspergillus Sp.: 50 UFC                             | 283.03                         |

*Nota.* Durante el mes de junio, el punto de muestreo 1 mostró la mayor carga de bacterias (849.08 UFC/m<sup>3</sup>), lo que puede estar relacionado con el mayor nivel de actividad comercial y la menor ventilación en esa área. En cuanto a los hongos, el punto de muestreo 2 presentó las mayores concentraciones de *Penicillium Sp.* y *Aspergillus Sp.*, con 283.03 UFC/m<sup>3</sup> cada uno, lo que sugiere una posible contaminación por hongos en esa área, posiblemente debido a prácticas de higiene insuficientes.

**Tabla 5**  
**Muestreo de Microorganismos - Mes de Julio**

| Punto de Muestreo | Agar Nutritivo                                            | UFC/m <sup>3</sup><br>(bacterias) | Agar Sabouraud                                      | UFC/m <sup>3</sup><br>(hongos) |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1                 | Bacterias ambientales: 06 UFC                             | 33.96                             | Levaduras: 10 UFC                                   | 56.60                          |
| 2                 | Bacterias ambientales: 10 UFC<br>Escherichia Coli: 05 UFC | 56.60                             | Escherichia Coli: 5 UFC<br>Aspergillus Sp.: 3 UFC   | 28.30<br>16.98                 |
| 3                 | Bacterias ambientales: 10 UFC<br>Escherichia Coli: 01 UFC | 56.60                             | Escherichia Coli: 1 UFC,<br>Aspergillus Sp.: 70 UFC | 5.66<br>396.21                 |
| 4                 | Bacterias ambientales: 10 UFC<br>Escherichia Coli: 04 UFC | 56.60                             | Escherichia Coli: 4 UFC,<br>Aspergillus Sp.: 90 UFC | 22.64<br>509.41                |
| 5                 | Bacterias ambientales: 15 UFC                             | 84.90                             | Aspergillus Sp.: 80 UFC                             | 452.85                         |

*Nota.* En julio, los puntos de muestreo 3, 4 y 5 mostraron una mayor presencia de hongos del género *Aspergillus Sp.* (396.21, 509.41 y 452.85 UFC/m<sup>3</sup>, respectivamente). Esto puede deberse a la falta de limpieza adecuada en estas áreas

y a la acumulación de productos orgánicos que favorecen el crecimiento de hongos. En contraste, las bacterias ambientales se redujeron notablemente en comparación con junio, lo que podría estar relacionado con un cambio en las condiciones climáticas o una mayor ventilación en el mercado durante ese mes.

### **Análisis:**

Los resultados indican que las áreas con mayor actividad de ventas y menor ventilación presentan una mayor carga microbiana. Esto sugiere que la ubicación dentro del mercado influye en los niveles de contaminación biológica.

Al comparar los resultados de ambos meses, se observa una notable disminución en la carga microbiológica durante el mes de julio, especialmente en el punto de muestreo 1, que pasó de 849.08 UFC/m<sup>3</sup> en junio a solo 33.96 UFC/m<sup>3</sup> en julio. Esta disminución puede estar relacionada con la menor actividad comercial o con la implementación de medidas de limpieza más estrictas en esa área. Sin embargo, la presencia de hongos, especialmente *Aspergillus* *Spaumentó*; significativamente en los puntos 3, 4 y 5, lo que sugiere que estas áreas requieren una mayor atención en cuanto a prácticas de higiene y manejo de productos.

### **4.1.3. RESULTADOS DE PRÁCTICAS DE HIGIENE DE LOS VENEDORES EN EL MERCADO DE ABASTOS DE PANAÓ**

**H0.2:** El grado de contaminación biológica en la atmosfera se relaciona con las prácticas de higiene de los comerciantes del Mercado de Abastos de Panao.

**H1.2:** El grado de contaminación biológica en la atmosfera se relaciona con las prácticas de higiene de los comerciantes del Mercado de Abastos de Panao.

**Tabla 6**  
*Parámetros Estadístico de la Encuesta realizada*

|                |                 | ¿Desde cuándo trabaja en el Mercado de Abastos de Panao? | ¿Ha recibido capacitación sobre prácticas de Higiene en el Mercado? | ¿Con qué frecuencia limpia y desinfecta su puesto? | ¿Cree que la Calidad del Aire en el Mercado es adecuado? | ¿Ha notado algún problema de salud, relacionado o con la calidad del aire en el Mercado? |
|----------------|-----------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>N</b>       | <b>Válido</b>   | 13                                                       | 13                                                                  | 13                                                 | 13                                                       | 13                                                                                       |
|                | <b>Perdidos</b> | 0                                                        | 0                                                                   | 0                                                  | 0                                                        | 0                                                                                        |
| <b>Media</b>   |                 | <b>1,54</b>                                              | <b>2,00</b>                                                         | <b>2,31</b>                                        | <b>2,00</b>                                              | <b>1,46</b>                                                                              |
| <b>Mediana</b> |                 | <b>1,00</b>                                              | <b>2,00</b>                                                         | <b>2,00</b>                                        | <b>2,00</b>                                              | <b>1,00</b>                                                                              |
| <b>Moda</b>    |                 | <b>1</b>                                                 | <b>2</b>                                                            | <b>2</b>                                           | <b>2</b>                                                 | <b>1</b>                                                                                 |

*Nota.* En el procesamiento de parámetros estadísticos, se observa que los datos evaluados no existen ningún caso perdido, eso significa que las encuestas realizadas son válidas.

- **Perfil de los Vendedores Encuestados**

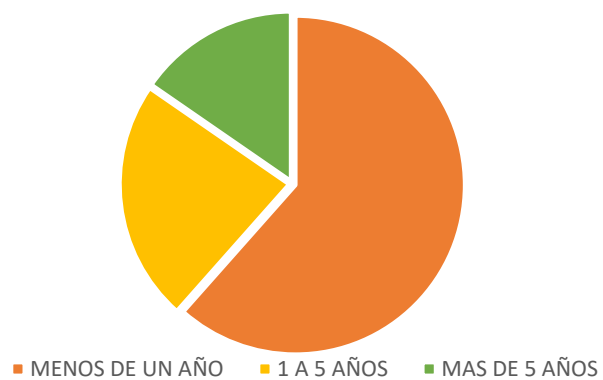
**Tabla 7**  
*¿Desde cuándo trabaja en el Mercado de Abastos de Panao?*

|        |                 | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Porcentaje válido</b> | <b>Porcentaje acumulado</b> |
|--------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Válido | Menos de un Año | 8                 | 61,5              | 61,5                     | 61,5                        |
|        | 1 a 5 años      | 3                 | 23,1              | 23,1                     | 84,6                        |
|        | Mas de 5 años   | 2                 | 15,4              | 15,4                     | 100,0                       |
|        | <b>Total</b>    | <b>13</b>         | <b>100,0</b>      | <b>100,0</b>             |                             |

*Nota.* En la tabla se observa el porcentaje de validación de la pregunta realizada.

**Figura 5**

*Desde cuándo trabaja en el Mercado de Abastos de Panao?*



*Nota.* En la figura indica que el 57% de los vendedores encuestados son nuevos en el mercado, el 21% tienen entre 1 y 5 años de experiencia, y el 21% son considerados antiguos, con más de 5 años trabajando en el mercado

- **Prácticas de Higiene y Limpieza**

**Tabla 8**

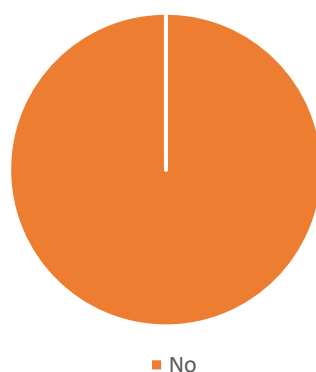
*¿Ha recibido capacitación sobre prácticas de Higiene en el Mercado?*

|        |    | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Porcentaje<br/>válido</b> | <b>Porcentaje<br/>acumulado</b> |
|--------|----|-------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Válido | No | 13                | 100,0             | 100,0                        | 100,0                           |

*Nota.* En la tabla se observa el porcentaje de validación de la pregunta realizada.

**Figura 6**

*Ha recibido capacitación sobre prácticas de Higiene en el Mercado?*

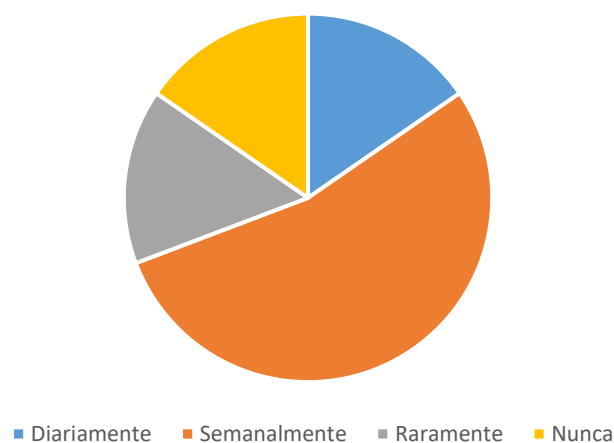


*Nota.* En la figura manifiesta que el 100% de los vendedores encuestados no recibieron ninguna capacitación sobre las buenas prácticas de Higiene.

**Tabla 9***¿Con que frecuencia limpia y desinfecta su puesto?*

|        |              | Frecuencia | Porcentaje   | Porcentaje<br>e válido | Porcentaje<br>acumulado |
|--------|--------------|------------|--------------|------------------------|-------------------------|
| Válido | Diariamente  | 2          | 15,4         | 15,4                   | 15,4                    |
|        | Semanalmente | 7          | 53,8         | 53,8                   | 69,2                    |
|        | Raramente    | 2          | 15,4         | 15,4                   | 84,6                    |
|        | Nunca        | 2          | 15,4         | 15,4                   | 100,0                   |
|        | <b>Total</b> | <b>13</b>  | <b>100,0</b> | <b>100,0</b>           |                         |

*Nota.* En la tabla se observa el porcentaje de validación de la pregunta realizada.

**Figura 7***¿Con que frecuencia limpia y desinfecta su puesto?*

*Nota.* En la figura indica que el 50% de los vendedores informo limpiar y desinfectar sus puestos semanalmente, mientras que el 30% lo realiza diariamente y el 14% lo hace raramente o nunca, lo que es evidencia de la diferencia de la concentración de microorganismos.

- **Percepción de la Calidad del Aire**

**Tabla 10**

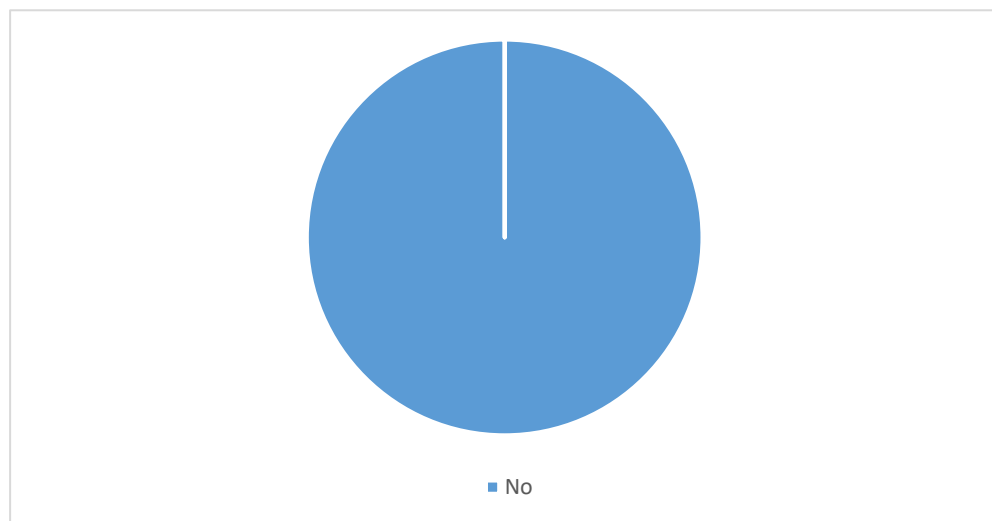
*¿Cree que la Calidad del Aire en el Mercado es adecuado?*

|        |    | Frecuenci<br>a | Porcentaj<br>e | Porcentaje<br>válido | Porcentaje<br>acumulado |
|--------|----|----------------|----------------|----------------------|-------------------------|
| Válido | No | 13             | 100,0          | 100,0                | 100,0                   |

*Nota.* En la tabla se observa el porcentaje de validación de la pregunta realizada.

**Figura 8**

*¿Cree que la Calidad del Aire en el Mercado es adecuado?*



*Nota.* En la figura manifiesta que el 100% de los vendedores manifiesta que no cree que la calidad del aire en el mercado de Panao no es adecuada, estos resultados coinciden con los niveles elevados de microorganismos detectados en los sectores trabajados.

- **Problemas de Salud Relacionados con la Calidad del Aire**

**Tabla 11**

*¿Ha notado algún problema de salud, relacionado con la calidad del aire en el Mercado?*

|        |              | Frecuencia | Porcentaje   | Porcentaje<br>válido | Porcentaje<br>acumulado |
|--------|--------------|------------|--------------|----------------------|-------------------------|
| Válido | Si           | 7          | 53,8         | 53,8                 | 53,8                    |
|        | No           | 6          | 46,2         | 46,2                 | 100,0                   |
|        | <b>Total</b> | <b>13</b>  | <b>100,0</b> | <b>100,0</b>         |                         |

*Nota.* En la tabla se observa el porcentaje de validación de la pregunta realizada.

**Figura 9**

*¿Ha notado algún problema de salud, relacionado con la calidad del aire en el Mercado?*

¿Ha notado algún problema de salud, relacionado con la calidad del aire en el Mercado?



*Nota.* En la figura indica que el 43% de los vendedores reporto haber experimentado problemas en la salud como síntomas respiratorios y alergias, enfermedades relacionadas con la calidad del Aire. Y el 57% manifestaron que no tienen problemas de salud.

#### **4.1.4. RELACIÓN DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS CON LAS CONDICIONES AMBIENTALES**

**H0.3:** No existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con las condiciones ambientales.

**H1.3:** Existen microorganismos aeróbicos significativos en el medio atmosférico del mercado del Distrito de Panao que se relacionan con las condiciones ambientales.

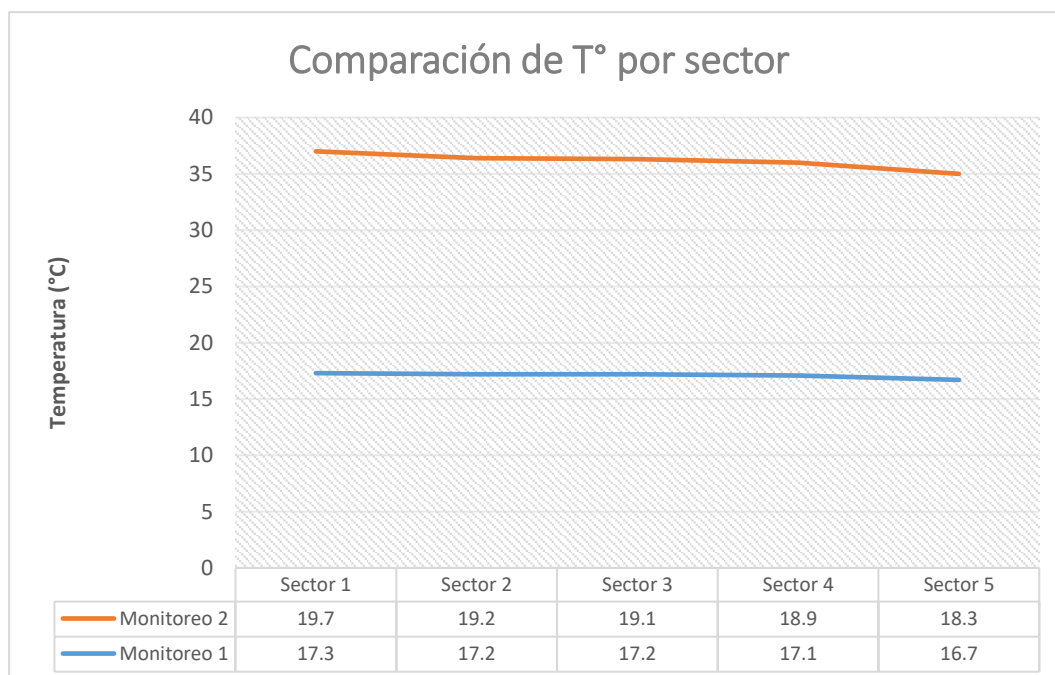
Las siguientes figuras muestran la comparación de las condiciones ambientales en los cinco sectores del mercado de Panao durante los dos períodos de monitoreo: Monitoreo N°1, correspondiente al Análisis de Junio, y Monitoreo N°2, correspondiente al Análisis de Julio. A continuación, se presenta el análisis de cada variable medida:

##### **a) Temperatura**

Durante el Análisis de Junio (Monitoreo N°1), las temperaturas registradas en los sectores variaron entre 18.3°C y 19.7°C. En el Análisis de Julio (Monitoreo N°2), se observaron temperaturas más bajas, entre 16.7°C y 17.3°C. Esta disminución de temperatura se visualiza en la Figura 12, donde se puede observar cómo cada sector experimentó un descenso en la temperatura entre los dos períodos. Esta disminución podría deberse a cambios estacionales o variaciones en las condiciones meteorológicas externas. Las temperaturas más bajas observadas en julio pueden afectar la actividad de ciertos microorganismos, aunque su impacto dependerá también de otros factores ambientales, como la humedad.

**Figura 10**

*Comparación de temperaturas por sector durante los muestreos en junio y julio en el mercado de Panao*



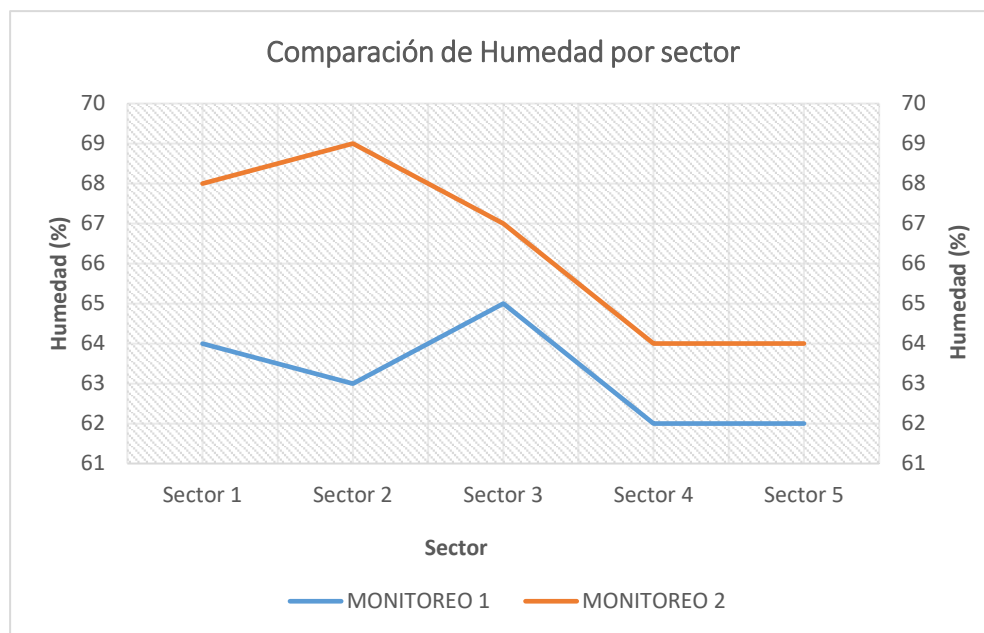
*Nota.* En la figura se observa la medición de las temperaturas en los 5 sectores identificados en la investigación.

## **b) Humedad Relativa**

La humedad relativa mostró un incremento entre los dos períodos de muestreo. En el Análisis de Junio, la humedad relativa fluctuó entre 62% y 65%, mientras que en el Análisis de Julio se incrementó a valores entre 64% y 69%. Este aumento de la humedad se refleja en la Figura 2, que muestra cómo los valores de humedad relativa subieron en todos los sectores durante el segundo monitoreo. Este incremento es relevante porque ambientes más húmedos pueden favorecer la proliferación de hongos como *Aspergillus* y *Penicillium*, detectados en el análisis microbiológico. Los sectores con mayor humedad relativa durante el segundo monitoreo sugieren un mayor riesgo de concentraciones de estos hongos.

**Figura 11**

*Comparación de la humedad relativa por sector durante los muestreos en junio y julio en el mercado de Panao*



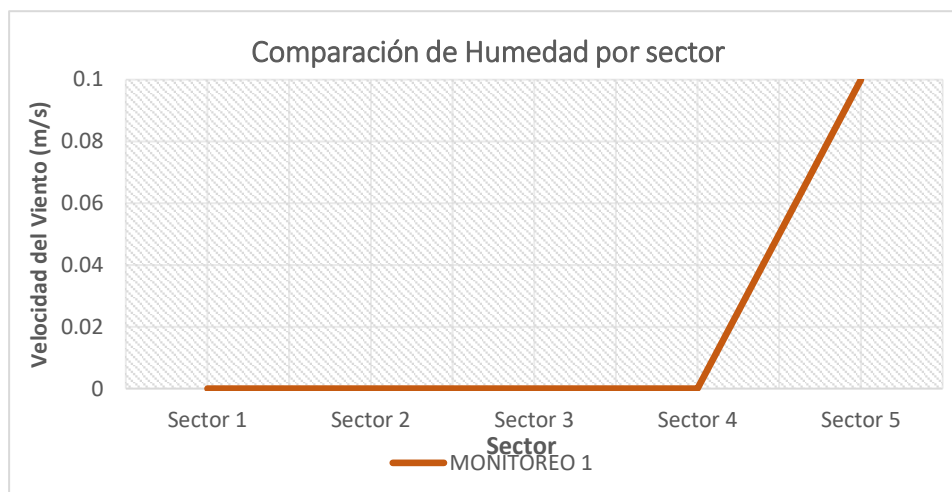
*Nota.* En la figura se observa la medición de humedad en los sectores del mercado de Panao.

### **c) Velocidad del Viento**

La velocidad del viento se mantuvo baja en ambos monitoreos, como se observa en la Figura 3. En el Análisis de Junio, la velocidad del viento fue de 0.0 m/s en la mayoría de los sectores, con una ligera variación a 0.1 m/s en el Sector 5. Estas mismas condiciones se registraron durante el Análisis de Julio. Las condiciones de baja ventilación, evidentes en la Figura 14, sugieren un ambiente estancado, lo que puede facilitar la acumulación de contaminantes biológicos en el aire, ya que la falta de circulación de aire impide la dispersión de partículas suspendidas, incluyendo microorganismos.

**Figura 12**

*Comparación de la velocidad del viento por sector durante los muestreos en junio y julio en el mercado de Panao*



*Nota.* En la figura se observa la medición de la velocidad del viento por sectores del mercado de Panao.

### **Análisis de la Hipótesis**

Los datos obtenidos de los monitoreos realizados en junio y julio indican que la combinación de un aumento en la humedad y una constante baja ventilación, como se muestra en las Figuras 1, 2 y 3, crea un ambiente propicio para la proliferación y acumulación de microorganismos en el aire del mercado de Panao.

#### **4.1.5. COMPARACIÓN DE LA CARGA MICROBIANA DEL MEDIO ATMOSFÉRICO EN EL MERCADO DE ABASTOS DE PANAO CON LA NORMA UNE 100012 DE HIGIENIZACIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

**H0.4:** Las concentraciones de las cargas microbianas no exceden los niveles de los estándares establecidos por la norma UNE 100012.

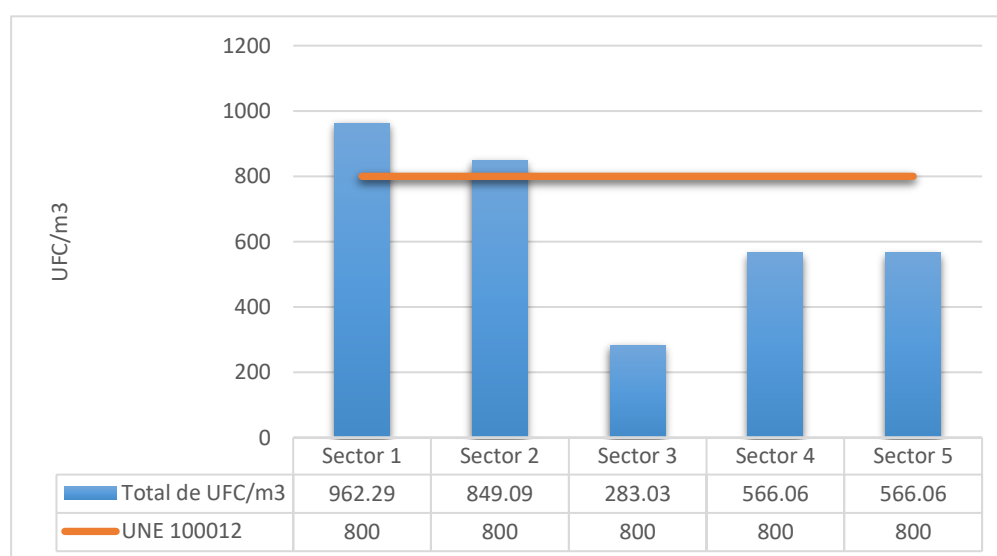
**H1.4:** Las concentraciones de las cargas microbianas exceden los niveles de los estándares establecidos por la norma UNE 100012.

A continuación, se compararán los resultados obtenidos en nuestros agentes biológicos en el mercado de Abastos de Panao con la Norma UNE 100012 de Higienización de Sistemas de Climatización:

**Tabla 12***Comparación de los Resultados del Mes de Junio con la Normativa UNE 100012*

| Punto de Muestreo | UFC/m <sup>3</sup> (bacterias) | UFC/m <sup>3</sup> (hongos) | Total de UFC/m <sup>3</sup> | Norma UNE 100012 UFC/m <sup>3</sup> | Supera el Estándar (SI/NO) |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1                 | 849.08                         | 113.21                      | 962.29                      | 800                                 | <b>Si</b>                  |
| 2                 | 283.03                         | 566.06                      | 849.09                      | 800                                 | <b>Si</b>                  |
| 3                 | 169.82                         | 113.21                      | 283.03                      | 800                                 | No                         |
| 4                 | 283.03                         | 283.03                      | 566.06                      | 800                                 | No                         |
| 5                 | 283.03                         | 283.03                      | 566.06                      | 800                                 | No                         |

*Nota.* Los resultados que se encuentran en negrita son los que sobrepasan el estándar de comparación con la Norma UNE 100012 (800 UFC/m<sup>3</sup>). En el mes de junio solo el sector 1 y sector 2 sobrepasaron los límites del estándar.

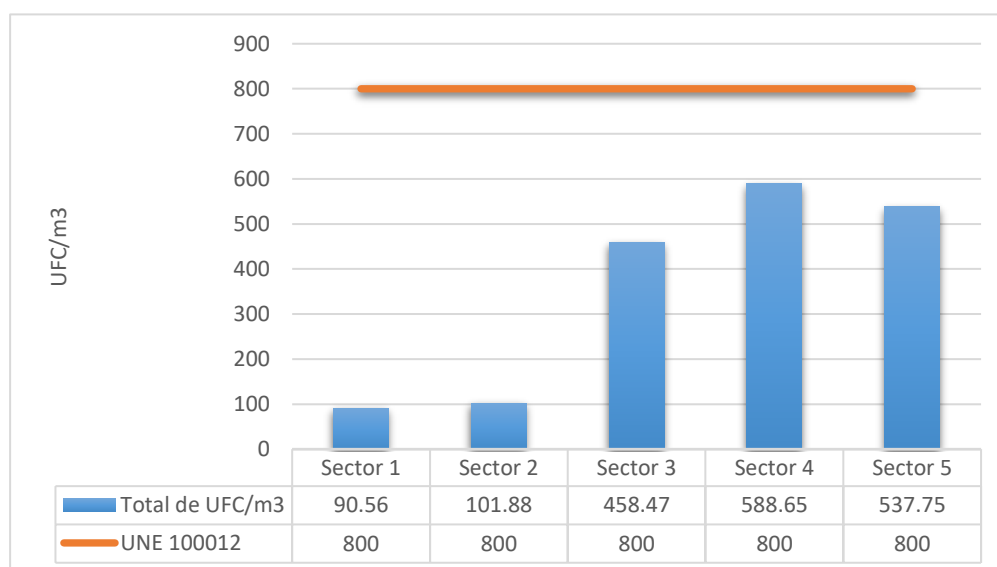
**Figura 13***Comparación de los Resultados del Mes de Junio con la Normativa UNE 100012*

*Nota.* En el gráfico se observa que en el mes de junio que el sector 1 y sector 2 sobrepasaron los límites del estándar de la Norma UNE 100012 (800 UFC/m<sup>3</sup>).

**Tabla 13***Comparación de los Resultados del Mes de Julio con la Normativa UNE 100012*

| Punto de Muestreo | UFC/m <sup>3</sup> (bacterias) | UFC/m <sup>3</sup> (hongos) | Total de UFC/m <sup>3</sup> | Norma UNE 100012 UFC/m <sup>3</sup> | Supera el Estándar (SI/NO) |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1                 | 33.96                          | 56.60                       | 90.56                       | 800                                 | No                         |
| 2                 | 56.60                          | 45.28                       | 101.88                      | 800                                 | No                         |
| 3                 | 56.60                          | 401.87                      | 458.47                      | 800                                 | No                         |
| 4                 | 56.60                          | 532.05                      | 588.65                      | 800                                 | No                         |
| 5                 | 84.90                          | 452.85                      | 537.75                      | 800                                 | No                         |

*Nota.* Los resultados obtenidos en el mes de julio de los 5 sectores del mercado de Abastos de Pano de no sobrepasan el estándar de comparación con la Norma UNE 100012 (800 UFC/m<sup>3</sup>).

**Figura 14***Comparación de los Resultados del Mes de Julio con la Normativa UNE 100012*

*Nota.* En el gráfico se observa que las muestras obtenidas en los sectores no sobrepasan los límites del estándar de la Norma UNE 100012 (800 UFC/m<sup>3</sup>).

## 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

**H0:** No existe diferencia significativa entre las concentraciones carga microbiana en los diferentes sectores identificados en el mercado del distrito de Panao.

**H1:** Existe diferencia significativa entre las concentraciones carga microbiana en los diferentes sectores identificados en el mercado del distrito de Panao.

### 4.2.1. APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD

**Tabla 14**  
*Procesamiento de Datos*

|                                | Sectores<br>del<br>Mercado | Válidos |            | Casos<br>Perdidos |            | Total |            |
|--------------------------------|----------------------------|---------|------------|-------------------|------------|-------|------------|
|                                |                            | N       | Porcentaje | N                 | Porcentaje | N     | Porcentaje |
| AGENTES<br>MICROBIOLÓGIC<br>OS | SECTOR 1                   | 4       | 100,0%     | 0                 | 0,0%       | 4     | 100,0%     |
|                                | SECTOR 2                   | 4       | 100,0%     | 0                 | 0,0%       | 4     | 100,0%     |
|                                | SECTOR 3                   | 4       | 100,0%     | 0                 | 0,0%       | 4     | 100,0%     |
|                                | SECTOR 4                   | 4       | 100,0%     | 0                 | 0,0%       | 4     | 100,0%     |
|                                | SECTOR 5                   | 4       | 100,0%     | 0                 | 0,0%       | 4     | 100,0%     |

*Nota.* En la tabla se observa que el 100% de las muestras utilizado para la Prueba de Normalidad son válidos, por ende, no se encontró casos perdidos.

**Tabla 15**  
*Datos Descriptivos de la Carga Microbiana*

| Descriptivos               |          |                                             |            |
|----------------------------|----------|---------------------------------------------|------------|
| Sectores del Mercado       |          | Estadístico                                 | Error típ. |
| AGENTES<br>MICROBIOLÓGICOS | SECTOR 1 | Media                                       | 263,2125   |
|                            |          | Intervalo de confianza para la media al 95% | 195,99892  |
|                            |          | Límite inferior                             | -360,5435  |
|                            |          | Límite superior                             | 886,9685   |
|                            |          | Media recortada al 5%                       | 243,4006   |
|                            |          | Mediana                                     | 84,9050    |
|                            |          | Varianza                                    | 153662,304 |
|                            |          |                                             |            |

| Descriptivos         |                                             |                             |            |
|----------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Sectores del Mercado |                                             | Estadístico                 | Error típ. |
| SECTOR<br>2          | Desv. típ.                                  | 391,99784                   |            |
|                      | Mínimo                                      | 33,96                       |            |
|                      | Máximo                                      | 849,08                      |            |
|                      | Rango                                       | 815,12                      |            |
|                      | Amplitud                                    | 625,49                      |            |
|                      | intercuartil                                |                             |            |
|                      | Asimetría                                   | 1,957                       | 1,014      |
|                      | Curtosis                                    | 3,851                       | 2,619      |
|                      | Media                                       | 161,3250                    | 70,60752   |
|                      | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior<br>-63,3797 |            |
|                      |                                             | Límite superior<br>386,0297 |            |
|                      | Media recortada al 5%                       | 162,2683                    |            |
|                      | Mediana                                     | 169,8150                    |            |
|                      | Varianza                                    | 19941,690                   |            |
|                      | Desv. típ.                                  | 141,21505                   |            |
|                      | Mínimo                                      | 22,64                       |            |
|                      | Máximo                                      | 283,03                      |            |
| SECTOR<br>3          | Rango                                       | 260,39                      |            |
|                      | Amplitud                                    | 251,90                      |            |
|                      | intercuartil                                |                             |            |
|                      | Asimetría                                   | -,050                       | 1,014      |
|                      | Curtosis                                    | -5,713                      | 2,619      |
|                      | Media                                       | 135,1425                    | 31,86142   |
|                      | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior<br>33,7453  |            |
|                      |                                             | Límite superior<br>236,5397 |            |
|                      | Media recortada al 5%                       | 135,8506                    |            |
|                      | Mediana                                     | 141,5150                    |            |
|                      | Varianza                                    | 4060,600                    |            |
|                      | Desv. típ.                                  | 63,72283                    |            |
|                      | Mínimo                                      | 56,60                       |            |
|                      | Máximo                                      | 200,94                      |            |

| Descriptivos         |                                             |                                        |            |
|----------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|------------|
| Sectores del Mercado |                                             | Estadístico                            | Error típ. |
| SECTOR<br>4          | Rango                                       | 144,34                                 |            |
|                      | Amplitud                                    | 122,41                                 |            |
|                      | intercuartil                                |                                        |            |
|                      | Asimetría                                   | -,434                                  | 1,014      |
|                      | Curtosis                                    | -1,678                                 | 2,619      |
|                      | Media                                       | 212,1725                               | 53,56958   |
|                      | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior<br>41,6902<br>382,6548 |            |
|                      | Media recortada al 5%                       | Límite superior<br>216,8789            |            |
|                      | Mediana                                     | 254,5300                               |            |
|                      | Varianza                                    | 11478,801                              |            |
|                      | Desv. típ.                                  | 107,13917                              |            |
|                      | Mínimo                                      | 56,60                                  |            |
|                      | Máximo                                      | 283,03                                 |            |
|                      | Rango                                       | 226,43                                 |            |
|                      | Amplitud                                    | 184,07                                 |            |
|                      | intercuartil                                |                                        |            |
|                      | Asimetría                                   | -1,654                                 | 1,014      |
|                      | Curtosis                                    | 2,595                                  | 2,619      |
| SECTOR<br>5          | Media                                       | 183,9650                               | 57,19520   |
|                      | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior<br>1,9443<br>365,9857  |            |
|                      | Media recortada al 5%                       | Límite superior<br>183,9650            |            |
|                      | Mediana                                     | 183,9650                               |            |
|                      | Varianza                                    | 13085,166                              |            |
|                      | Desv. típ.                                  | 114,39041                              |            |
|                      | Mínimo                                      | 84,90                                  |            |
|                      | Máximo                                      | 283,03                                 |            |
|                      | Rango                                       | 198,13                                 |            |
|                      | Amplitud Inter cuartil                      | 198,13                                 |            |

| Descriptivos         |             |            |
|----------------------|-------------|------------|
| Sectores del Mercado | Estadístico | Error típ. |
| Asimetría            | ,000        | 1,014      |
| Curtosis             | -6,000      | 2,619      |

*Nota:* En la tabla se encuentran datos estadísticos como la media, mediana, desviación estándar, varianza de la carga microbiana.

**Tabla 16**  
*Prueba de Normalidad*

|                         | Sectores del Mercado | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|-------------------------|----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                         |                      | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| AGENTES MICROBIOLÓGICOS | SECTOR 1             | ,399                            | 4  | .    | ,704         | 4  | ,013 |
|                         | SECTOR 2             | ,306                            | 4  | .    | ,784         | 4  | ,077 |
|                         | SECTOR 3             | ,207                            | 4  | .    | ,968         | 4  | ,832 |
|                         | SECTOR 4             | ,301                            | 4  | .    | ,792         | 4  | ,088 |
|                         | SECTOR 5             | ,307                            | 4  | .    | ,729         | 4  | ,024 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*Nota.* Se usa la prueba de Shapiro – Wilk porque es para menor a 50 muestras. Para cumplir con la prueba de normalidad se debe de cumplir con dos criterios: **P – Valor**  $\Rightarrow \alpha \rightarrow$  Los datos provienen de una distribución normal y **P – Valor**  $< \alpha \rightarrow$  Los datos No provienen de una distribución normal.

En la tabla se observa que la carga microbiana varía entre los diferentes sectores identificados en el mercado de Panao. Algunos sectores presentan datos con distribución normal, mientras que otros muestran una distribución no normal. En los casos con distribución no normal, se opta por aplicar una prueba no paramétrica.

## 4.2.2. APLICACIÓN DE LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA KRUSKALL WALLIS

**Tabla 17**  
*Aplicación de la Prueba No Paramétrica*

| <b>Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup></b>  |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| <b>AGENTES MICROBIOLÓGICOS</b>                  |       |
| Chi-cuadrado                                    | 1,344 |
| gl                                              | 4     |
| Sig. asintót.                                   | ,854  |
| a. Prueba de Kruskal-Wallis                     |       |
| b. Variable de agrupación: Sectores del Mercado |       |

*Nota.* Se usa la prueba Kruskal Wallis porque los datos de la investigación no tienen una distribución normal, y además se evalúan varias varianzas.

El resultado obtenido indica que no ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, en virtud de que el valor obtenido (0.854) es superior al nivel de significancia considerado (0.05), por lo que se concluye que la concentración de la carga microbiana no depende de la ubicación de los sectores identificados del mercado de Panao.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo se analiza e interpreta los hallazgos obtenidos durante la investigación sobre la contaminación biológica en el mercado del distrito de Pano. Los resultados se discuten en función de la carga microbiana detectada, las prácticas de higiene de los comerciantes y las condiciones ambientales observadas. Además, se comparan los datos obtenidos con investigaciones previas a nivel internacional, nacional y local, así como con la normativa UNE 100012 de higienización de sistemas de climatización, para evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire.

#### **5.1. CARGA MICROBIANA EN EL MERCADO DE PANA**

##### **5.1.1. VARIACIÓN DE LA CARGA MICROBIANA ENTRE JUNIO Y JULIO**

Los resultados indican una variación significativa en la carga microbiana entre los meses de junio y julio. En junio, se observó una alta concentración de bacterias ambientales en el sector 1, alcanzando 849.08 UFC/m<sup>3</sup>, y en el sector 2 con 283.03 UFC/m<sup>3</sup>. Estos valores superan el límite establecido por la norma UNE 100012 (800 UFC/m<sup>3</sup>), lo que sugiere una contaminación bacteriana preocupante en estas áreas.

Estos hallazgos son consistentes con la investigación realizada por Elizabet (2021) en el Mercado Central de Cajamarca, donde se encontró un promedio general de 806 UFC/m<sup>3</sup>, excediendo también el límite establecido por la norma UNE 100012. Ambos estudios evidencian que los mercados pueden ser focos de contaminación microbiológica debido a la alta afluencia de personas y prácticas inadecuadas de higiene.

En contraste, en julio se registró una disminución notable en la carga bacteriana en todos los sectores, especialmente en el sector 1,

donde se redujo a 33.96 UFC/m<sup>3</sup>. Esta disminución podría atribuirse a factores como una menor actividad comercial, cambios en las condiciones ambientales o la implementación de medidas de limpieza, aunque las encuestas indican que no se realizaron capacitaciones ni cambios significativos en las prácticas de higiene.

### **5.1.2. PRESENCIA DE HONGOS Y BACTERIAS PATÓGENAS**

Durante julio, a pesar de la disminución de bacterias ambientales, se detectó un aumento en la presencia de hongos del género *Aspergillus* en los sectores 3, 4 y 5, con valores de 396.21, 509.41 y 452.85 UFC/m<sup>3</sup> respectivamente. *Aspergillus* es un hongo potencialmente patógeno que puede causar afecciones respiratorias, especialmente en personas inmunodeprimidas.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Maung et al. (2022), quienes destacaron que la materia particulada y los compuestos orgánicos volátiles en ambientes interiores pueden afectar la salud respiratoria, especialmente en individuos con enfermedades pulmonares preexistentes. La presencia de hongos como *Aspergillus* contribuye a la carga de material particulado en el aire, agravando los riesgos para la salud.

Además, se identificó la presencia de *Escherichia coli* en los sectores 2, 3 y 4 durante julio. La detección de *E. coli* es un indicador de contaminación fecal y representa un riesgo significativo para la salud pública, ya que puede causar infecciones gastrointestinales. Estos hallazgos son similares a los reportados por Magno (2018) en Huánuco, donde se encontró presencia de *Salmonella* y altos niveles de *Staphylococcus aureus* en carnes vendidas en mercados locales, indicando una deficiente higiene y manipulación de alimentos.

## **5.2. PROBLEMAS DE LA SALUD RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AIRE**

### **5.2.1. PRÁCTICAS DE HIGIENE Y PERCEPCIÓN DE LOS VENDEDORES**

Las encuestas realizadas a los comerciantes proporcionan información valiosa sobre las prácticas de higiene y la percepción de la calidad del aire:

Capacitación en Higiene: Ninguno de los vendedores ha recibido capacitación sobre prácticas de higiene en el mercado. Esta falta de formación puede contribuir a la persistencia de hábitos inadecuados que favorecen la contaminación microbiana. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Ander (2019), quien identificó una notable falta de educación ambiental y desconocimiento sobre el manejo adecuado de residuos en mercados, lo que contribuye a la contaminación ambiental.

Frecuencia de Limpieza: Solo el 15.4% de los vendedores limpia y desinfecta su puesto diariamente, mientras que el 53.8% lo hace semanalmente y el 30.8% raramente o nunca. La limpieza insuficiente puede explicar la alta carga microbiana encontrada, especialmente la proliferación de hongos en julio. Rosario (2021) también encontró que los puntos de venta son áreas críticas en términos de contaminación microbiológica debido a prácticas inadecuadas de higiene y manipulación.

### **5.2.2. IMPLICACIONES PARA LA SALUD PÚBLICA**

La presencia de microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y hongos potencialmente tóxicos representa un riesgo para la salud de las personas que trabajan y compran en el mercado. La inhalación de esporas de hongos y la exposición a bacterias fecales pueden provocar infecciones respiratorias y gastrointestinales.

Este riesgo es similar al identificado por Kelly (2021) en Huánuco, donde se encontró que los jugos vendidos en mercados no eran aptos para el consumo humano debido a contaminación microbiológica y sanitaria. La falta de higiene y las condiciones insalubres en los puntos de venta aumentan la probabilidad de enfermedades transmitidas por alimentos.

Además, la percepción negativa de la calidad del aire por parte de los vendedores y la incidencia de problemas de salud relacionados sugieren que la contaminación biológica está afectando directamente al bienestar de los comerciantes. Esto es preocupante, ya que afecta no solo la salud individual sino también la productividad y economía local.

### **5.2.3. RELACIÓN ENTRE PRÁCTICAS DE HIGIENE Y CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA**

La falta de capacitación y las prácticas de limpieza insuficientes están directamente relacionadas con la alta carga microbiana detectada. Los sectores con menor frecuencia de limpieza y desinfección presentaron mayores concentraciones de microorganismos, especialmente hongos.

La acumulación de residuos orgánicos, la manipulación inadecuada de alimentos y la ausencia de medidas de control sanitario contribuyen a crear un ambiente propicio para el crecimiento microbiano. Francisco (2019) también evidenció que las hortalizas vendidas en mercados de Huánuco presentaban altos niveles de coliformes fecales y E. coli, atribuido a prácticas agrícolas y de venta inadecuadas.

Percepción de la Calidad del Aire: Todos los encuestados consideran que la calidad del aire en el mercado no es adecuada. Además, el 53.8% ha notado problemas de salud relacionados con la calidad del aire, como síntomas respiratorios y alergias, lo que coincide con la detección de microorganismos potencialmente patógenos en el ambiente.

### 5.3. INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales juegan un papel crucial en la proliferación de microorganismos:

- *Temperatura:* Hubo una disminución de la temperatura entre junio (18.3 °C - 19.7 °C) y julio (16.7 °C - 17.3 °C). Las temperaturas más bajas pueden reducir la actividad de ciertas bacterias, lo que podría explicar la disminución de bacterias ambientales en julio.
- *Humedad Relativa:* Se observó un incremento en la humedad relativa de 62%-65% en junio a 64%-69% en julio. La alta humedad favorece el crecimiento de hongos como *Aspergillus* y *Penicillium*, lo que explica su mayor presencia en julio. Este fenómeno es consistente con lo discutido por Lee et al. (2021), quienes señalaron que las condiciones ambientales, como la humedad, influyen en la proliferación de contaminantes biológicos y que las plantas pueden ser utilizadas para mejorar la calidad del aire interior.
- *Ventilación:* La velocidad del viento se mantuvo baja en ambos meses, con valores de 0.0 m/s a 0.1 m/s. La falta de ventilación contribuye a la acumulación de microorganismos en el aire, aumentando el riesgo de exposición para comerciantes y clientes. Mata et al. (2022) destacaron la importancia de la ventilación y tecnologías complementarias para limpiar el aire interior y reducir la concentración de contaminantes.

### 5.4. COMPARACIÓN CON LA NORMA UNE 100012

La comparación de los resultados con la norma UNE 100012 reveló que en junio, los sectores 1 y 2 excedieron el límite de 800 UFC/m<sup>3</sup>. Este exceso puede estar asociado con la alta concentración de bacterias y la deficiente ventilación en estas áreas, especialmente en el sótano del mercado donde se ubican estos sectores.

En julio, ningún sector superó el límite establecido, aunque la elevada presencia de hongos en los sectores 3, 4 y 5 sigue siendo preocupante. Este

comportamiento refleja la necesidad de considerar no solo la carga total de microorganismos, sino también la presencia de patógenos específicos que puedan representar un riesgo para la salud, tal como sugieren Kraakman et al. (2021) al enfatizar en métodos biológicos de purificación del aire como alternativa para mejorar la calidad ambiental interior.

## CONCLUSIONES

En la evaluación de los agentes biológicos que contribuyen a la contaminación atmosférica en el mercado de Panao, se concluyó que existen niveles significativos de contaminación microbiana, principalmente debido a prácticas de higiene inadecuadas de los vendedores y a condiciones ambientales desfavorables, lo que resalta la necesidad de acciones correctivas urgentes.

Estas acciones deben centrarse en la capacitación de los comerciantes, la mejora de la infraestructura para optimizar la ventilación y el control de la humedad, así como en una supervisión sanitaria más estricta. La presencia de microorganismos patógenos en el aire y los alimentos comercializados en este entorno representa un riesgo considerable para la salud pública, tanto de comerciantes como de consumidores, lo que subraya la importancia de reducir la exposición a estos agentes biológicos para prevenir posibles enfermedades.

### ➤ **Sobre la Cuantificación de la Carga Microbiana**

- **Alta Carga Microbiana en Sectores Específicos del Mercado:** Se cuantificó la carga microbiana presente en el aire de cinco sectores del mercado de Panao durante los meses de junio y julio de 2024. Los resultados indican que en el mes de junio, los sectores 1 y 2 presentaron cargas microbianas totales que excedieron el límite establecido por la norma UNE 100012 (800 UFC/m<sup>3</sup>), con valores de 962.29 y 849.09 UFC/m<sup>3</sup> respectivamente. Esto evidencia una contaminación biológica significativa en áreas con deficiente ventilación y alta actividad comercial.
- **Variaciones Temporales en la Carga Microbiana:** Durante el mes de julio, se observó una disminución en la carga bacteriana en todos los sectores, sin exceder el límite de la norma UNE 100012. Sin embargo, se detectó un incremento en la presencia de hongos, especialmente del género *Aspergillus*, en los sectores 3, 4 y 5, con valores que, aunque no

superaron el límite de la norma, representan una preocupación debido a su potencial patogénico.

- **Detección de Microorganismos Patógenos:** Se identificó la presencia de *Escherichia coli* en los sectores 2, 3 y 4 durante el mes de julio, lo cual es indicativo de contaminación fecal y representa un riesgo para la salud pública. Además, la presencia significativa de hongos como *Aspergillus* y *Penicillium* sugiere un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos que pueden causar afecciones respiratorias.

#### ➤ **Sobre las Prácticas de Higiene y Percepciones de los Vendedores**

- **Falta de Capacitación y Conciencia Sanitaria:** Mediante las encuestas realizadas a los vendedores, se determinó que ninguno ha recibido capacitación sobre prácticas de higiene en el mercado. Esta carencia contribuye a la persistencia de hábitos inadecuados que favorecen la contaminación microbiana.
- **Prácticas de Higiene Inadecuadas:** Solo el 15.4% de los vendedores limpia y desinfecta su puesto diariamente, mientras que el 53.8% lo hace semanalmente y el 30.8% raramente o nunca. Estas prácticas insuficientes de limpieza facilitan la acumulación de residuos orgánicos y la proliferación de microorganismos.
- **Percepción Negativa de la Calidad del Aire:** El 100% de los encuestados considera que la calidad del aire en el mercado no es adecuada, y el 53.8% ha notado problemas de salud relacionados, como síntomas respiratorios y alergias. Esto refleja una conciencia sobre la problemática, pero también evidencia la necesidad de acciones para mejorar las condiciones.

#### ➤ **Sobre la Relación entre las Condiciones Ambientales y la Presencia de Agentes Biológicos**

- **Influencia de la Humedad y Temperatura en la Proliferación Microbiana:** Se determinó que las condiciones ambientales, particularmente el incremento de la humedad relativa y la disminución de la temperatura

entre junio y julio, favorecieron el crecimiento de hongos. La humedad relativa aumentó de 62% - 65% en junio a 64% - 69% en julio, mientras que la temperatura disminuyó de 18.3 °C-19.7 °C a 16.7 °C-17.3 °C.

- Deficiente Ventilación como Factor Contributivo: La velocidad del viento registrada fue baja en ambos meses (0.0 m/s a 0.1 m/s), lo que indica una ventilación deficiente en el mercado, especialmente en áreas cerradas como el sótano. Esta falta de circulación de aire contribuye a la acumulación y proliferación de agentes biológicos en el ambiente.
- Relación entre Condiciones Ambientales y Carga Microbiana: Se establece una correlación directa entre las condiciones ambientales adversas (alta humedad, baja temperatura y deficiente ventilación) y el incremento de la carga microbiana, especialmente de hongos, en el mercado. Estas condiciones crean un ambiente propicio para la supervivencia y dispersión de microorganismos.

## RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos por la presente investigación, se recomienda lo siguiente:

### ➤ **Recomendaciones desde el punto de vista metodológico**

- **Incorporación de Métodos Avanzados de Monitoreo:** Se recomienda que futuras investigaciones sobre la contaminación biológica utilicen tecnologías avanzadas, como la secuenciación genética, para identificar microorganismos con mayor precisión. Esto proporcionaría una comprensión más detallada de los patógenos presentes en el aire.
- **Ampliación del Estudio a Largo Plazo:** Es necesario realizar estudios a lo largo de diferentes estaciones del año para identificar cómo varían los niveles de contaminación biológica con el tiempo. Esto ofrecería un panorama más completo sobre la relación entre las condiciones ambientales y la proliferación de microorganismos.
- **Aplicación de la Metodología en Otros Espacios Públicos:** La metodología utilizada en este estudio puede aplicarse a la evaluación de la calidad del aire en otros entornos públicos, como hospitales, centros educativos y mercados, permitiendo así la comparación de resultados y la implementación de medidas correctivas en diversos contextos.

### ➤ **Recomendaciones desde el punto de vista académico**

- **Fomento de la Investigación en Contaminación Biológica:** Se recomienda a la universidad y facultades relacionadas incentivar la investigación continua sobre la contaminación biológica en ambientes cerrados. Es fundamental profundizar en este tema debido a su relevancia para la salud pública y el impacto en las comunidades locales.
- **Integración del Estudio de la Calidad del Aire en los Programas Académicos:** Se sugiere que los programas de ingeniería ambiental, microbiología y salud pública incluyan el monitoreo y la evaluación de la

calidad del aire en espacios interiores como parte de su currículo, fortaleciendo la formación de futuros profesionales en este campo.

➤ **Recomendaciones prácticas**

- **Capacitación en Higiene para los Comerciantes:** Es crucial implementar programas de capacitación periódicos para los vendedores del mercado, enfocados en prácticas de higiene y manejo adecuado de alimentos. Esto reduciría significativamente la carga microbiana presente en el ambiente.
- **Mejoras en la Ventilación del Mercado:** Se recomienda mejorar la ventilación en las áreas con mayor concentración de microorganismos, especialmente en el sótano. La instalación de sistemas de ventilación adecuada reducirá la acumulación de agentes biológicos en el aire.
- **Monitoreo Sanitario Permanente:** Es necesario establecer un monitoreo continuo de la calidad del aire y la higiene en el mercado, supervisado por las autoridades locales, para asegurar que se mantengan los estándares adecuados y se minimicen los riesgos de salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agriopoulou, S., Stamatelopoulou, E., & Varzakas, T. (2020). Advances in occurrence, importance, and mycotoxin control strategies: Prevention and detoxification in foods. *Foods*, 9(2), 137. <https://doi.org/10.3390/foods9020137>
- Akbar, K., & Khaksar, T. M. (2020). Impact of air pollution on reproductive health in Afghanistan. *Journal of applied pharmaceutical sciences and research*, 1-8. <https://doi.org/10.31069/japsr.v3i2.1>
- Alexander, J. B. A. (2010). *Evaluación microbiológica de canales porcinos y vacunas expendidas en el mercado Modelo de Tingo María*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAS\\_bd86f6fd2480c105aba6483caceaa2bf](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAS_bd86f6fd2480c105aba6483caceaa2bf)
- Ander, S. B. H. (2019). *Diagnóstico de la contaminación ambiental en la sección minorista del Mercado Moshoqueque del distrito de José Leonardo Ortiz* – 2019. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD\\_88cd8a00ac878e7f8123e1a5f8c2125c](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD_88cd8a00ac878e7f8123e1a5f8c2125c)
- Atator, L. T., Kamou, H., Bawa, A., Agbodan, K. M. L., Polo, A. A., Akpavi, S. B., & Akpagana, K. (2021). Determination of air pollutant concentrations in plant species in relation to pollution sources. *Open journal of air pollution*, 10(03), 53-62. <https://doi.org/10.4236/ojap.2021.103004>
- Babbie, E. R. (2020). *The practice of social research*. Cengage AU.
- Borislav, V. (2016). Creswell J.W.: Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, London: Sage Publications, 2009. *Politeia*, 6(12), 191-194. <https://doaj.org/article/93549d21a31d4560bd57db4ac5c30b23>
- Bulla, F., & Clara, M. (2010). Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. Metodología de la investigación,

5a ed., México: Mc Graw Hill, 2010. *Revista docencia universitaria*, 11, 169-172. <https://biblat.unam.mx/pt/revista/revista-docencia-universitaria/articulo/hernandez-sampieri-roberto-fernandez-collado-carlos-baptista-lucio-pilar-metodologia-de-la-investigacion-5a-ed-mexico-mc-graw-hill-2010>

Elizabet, C. V. D. (2021). *Calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca - 2020*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_785294096e1a4ddd6ec1e733e7dfde69](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_785294096e1a4ddd6ec1e733e7dfde69)

Francisco, V. Q. (2019). *Contaminación de la salud por coliformes fecales debido al consumo de los cultivos de hortalizas del centro poblado de Colpa Baja, Huánuco - 2017*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE\\_ee36d770e190a184074b5f02c4cdebf1](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_ee36d770e190a184074b5f02c4cdebf1)

Hiwar, W., King, M., Shuweihdi, F., Fletcher, L., Dancer, S. J., & Noakes, C. (2021). What is the relationship between indoor air quality parameters and airborne microorganisms in hospital environments? A systematic review and meta-analysis. *Indoor Air*, 31(5), 1308-1322. <https://doi.org/10.1111/ina.12846>

Javed, F., Shahbaz, H. M., Nawaz, A., Olaimat, A. N., Stratakis, A. C., Wahyono, A., Munir, S., Mueen-Ud-Din, G., Ali, Z., & Park, J. (2021). Formation of furan in baby food products: identification and technical challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2699-2715. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12732>

Júnior, D. P. L., Pereira, R. S., De Almeida, W. S., De Almeida Alves Simões, S., Yamamoto, A. C. A., De Souza, J. V. R., Martins, E. N., Santos, F. A. L. D., & Hahn, R. C. (2018). Indoor air mycological survey and occupational exposure in libraries in Mato Grosso-Central Region—Brazil. *Advances in microbiology*, 08(04), 324-353. <https://doi.org/10.4236/aim.2018.84022>

- Kelly, M. C. R. (2021). *Evaluación de la contaminación microbiológica y sanitaria de los puestos de servicio de jugos del mercado Modelo y viejo de la Ciudad de Huánuco, 2021*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDHR\\_560e7c6fbc64de2306cb997b9bee9d16](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDHR_560e7c6fbc64de2306cb997b9bee9d16)
- Kraakman, N., González-Martín, J., Pérez, C., Lebrero, R., & Muñoz, R. (2021). Recent advances in biological systems for improving indoor air quality. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 20(2), 363-387. <https://doi.org/10.1007/s11157-021-09569-x>
- Lee, H., Jun, Z., & Zahra, Z. (2021). Phytoremediation: the sustainable strategy for improving indoor and outdoor air quality. *Environments*, 8(11), 118. <https://doi.org/10.3390/environments8110118>
- Magno, G. C. (2018). *Frecuencia y factores de riesgo asociados a la contaminación por salmonella SP. y Staphylococcus aureus en las principales carnes comercializadas en los mercados de Huánuco – 2017*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE\\_a500978ba26c93b8de14d4d8e98130ee](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_a500978ba26c93b8de14d4d8e98130ee)
- Mata, T. M., Martins, A. A., Calheiros, C. S. C., Villanueva, F., Alonso-Cuevlla, N. P., Gabriel, M. F., & Silva, G. V. (2022). Indoor Air Quality: A review of Cleaning technologies. *Environments*, 9(9), 118. <https://doi.org/10.3390/environments9090118>
- Maung, T. Z., Bishop, J. E., Holt, E., Turner, A., & Pfrang, C. (2022). Indoor air pollution and the health of vulnerable groups: A systematic review focused on particulate Matter (PM), Volatile Organic Compounds (VOC's) and their effects on children and people with Pre-Existing Lung Disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8752. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148752>
- McEachan, R., Rashid, R., Santorelli, G., Tate, J., Thorpe, J., McQuaid, J. B., Wright, J., Pickett, K. E., Pringle, K., Bojke, L., Jones, S., Islam, S.,

- Walker, S., Yang, T., & Bryant, M. (2022). Study Protocol. Evaluating the life-course health impact of a city-wide system approach to improve air quality in Bradford, UK: a quasi-experimental study with implementation and process evaluation. *Environmental Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00942-z>
- Nevalainen, A., Täubel, M., & Hyvärinen, A. (2015). Indoor fungi: companions and contaminants. *Indoor Air*, 25(2), 125-156. <https://doi.org/10.1111/ina.12182>
- Pasquarella, C., Pitzurra, O., & Savino, A. (2000). The index of microbial air contamination. *Journal of Hospital Infection*, 46(4), 241-256. <https://doi.org/10.1053/jhin.2000.0820>
- Perez, M. F., Contreras, L., Garnica, N. M., Fernández-Zenoff, M. V., Farías, M. E., Sepúlveda, M., Ramallo, J. C., & Dib, J. R. (2016). Native killer yeasts as biocontrol agents of postharvest fungal diseases in lemons. *PLOS ONE*, 11(10), e0165590. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165590>
- Perez, S., Biondi, E., Laurita, R., Proto, M., Sarti, F., Gherardi, M., Bertaccini, A., & Colombo, V. (2019). Plasma activated water as resistance inducer against bacterial leaf spot of tomato. *PLOS ONE*, 14(5), e0217788. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217788>
- Perez, & Soto. (2018). *Plan de Trabajo para mejorar la Calidad del Aire en la Región Fronteriza del Condado de Imperial – Mexicali*. California AIR Resources Board.
- Rosario, V. M. P. (2021). *Evaluación de contaminación por salmonella SP. en huevos que se expenden en los mercados de Chincha, 2018*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIC\\_0fe4f93b9b2c1f5523275109fe7777c8](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIC_0fe4f93b9b2c1f5523275109fe7777c8)
- Salustiano, V. C., De Andrade, N. J., Brandão, S. C. C., De Azeredo, R. M. C., & Lima, S. A. K. (2003). Microbiological air quality of processing

areas in a dairy plant as evaluated by the sedimentation technique and a one-stage air sampler. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34(3). <https://doi.org/10.1590/s1517-83822003000300015>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la investigación*.

Sierra-Vargas, M. P., Montero-Vargas, J. M., Debray-García, Y., Vizuet-De-Rueda, J. C., Loaeza-Román, A., & Teran, L. M. (2023). Oxidative Stress and Air Pollution: Its impact on chronic respiratory diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 853. <https://doi.org/10.3390/ijms24010853>

Slama, R., Darrow, L. A., Parker, J. D., Woodruff, T. J., Strickland, M., Nieuwenhuijsen, M., Glinianaia, S. V., Hoggatt, K. J., Kannan, S., Hurley, F., Kalinka, J., Šrám, R. J., Bräuer, M., Wilhelm, M., Heinrich, J., & Ritz, B. (2008). Meeting Report: Atmospheric Pollution and Human Reproduction. *Environmental Health Perspectives*, 116(6), 791-798. <https://doi.org/10.1289/ehp.11074>

Yang, L., Yao, Q., Chen, C., & Wang, F. (2012). Assessing the establishment of agro-food control systems based on a relevant officials survey in China. *Food Control*, 26(2), 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.01.048>

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Carbajal Rubio, A. (2025). *Agentes biológicos contribuyentes a la contaminación atmosférica en el mercado del Distrito de Panao, Región Huánuco, 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Objetivos                                                                                                                                                                | Hipótesis                                                                                                                                                                                                 | Variables                                                                                                     | Indicadores                                                                                       | Instrumentos                                                                                                                    | Metodología                                                                                 | Población                                                      | Muestra                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hipótesis General</b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                                                 |                                                                                             |                                                                |                                                                                          |
| <b>Objetivo General:</b><br>Describir los agentes biológicos que contribuyen a la contaminación atmosférica en el mercado de Panao, región Huánuco, durante el año 2024. | <b>(H1):</b> Se espera que en el mercado del distrito de Panao la contaminación atmosférica por agentes biológicos sea alta, especialmente en sectores con menor ventilación y mayor actividad comercial. | <b>Variable dependiente:</b><br>Contaminación atmosférica por agentes biológicos (bacterias y hongos)         | Concentración de bacterias (UFC/m <sup>3</sup> )<br>Concentración de hongos (UFC/m <sup>3</sup> ) | Muestreo de aire con agar nutritivo y agar Sabouraud<br>Conteo de UFC<br>Identificación microbiológica en laboratorio           | Investigación descriptiva-exploratoria, no experimental, de corte transversal.              | Comerciantes y áreas del mercado de Panao.                     | 5 puntos de muestreo en diferentes sectores del mercado.<br>13 comerciantes encuestados. |
| <b>Hipótesis Específica</b>                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                                                 |                                                                                             |                                                                |                                                                                          |
| <b>Objetivo Específico 1:</b> Cuantificar la carga microbiana presente en el aire de los diferentes sectores del mercado de Panao durante los meses                      | <b>(H1.1):</b> Se espera que los sectores con menor ventilación y mayor afluencia de personas en el mercado de Panao presenten una mayor carga microbiana, tanto                                          | <b>Variable independiente:</b><br>Condiciones ambientales<br><b>Variable dependiente:</b><br>Carga microbiana | Temperatura (°C)<br>Humedad relativa (%)<br>Velocidad del viento (m/s)<br>Carga bacteriana y      | Termómetro digital<br>Higrómetro digital<br>Anemómetro<br>Muestreo de aire con agar nutritivo y agar Sabouraud<br>Conteo de UFC | Investigación descriptiva, no experimental, con muestreo de aire en sectores seleccionados. | Áreas del mercado donde se manipulan alimentos (carnes, jugos, | 5 puntos de muestreo en diferentes sectores del mercado.                                 |

| Objetivos                                                                                                                                         | Hipótesis                                                                                                                                                                                                                                             | Variables                                       | Indicadores                                                         | Instrumentos                                                                                | Metodología                                                                             | Población                          | Muestra                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| de junio y julio de 2024.                                                                                                                         | bacteriana como fúngica.                                                                                                                                                                                                                              |                                                 | fúngica (UFC/m³)                                                    |                                                                                             |                                                                                         | verduras, etc.)                    |                                     |
| Objetivo Específico 2: Describir las prácticas de higiene y las percepciones sobre la calidad del aire entre los vendedores del mercado de Panao. | Hipótesis Específica (H1.2): Se espera que los comerciantes que no han recibido capacitación sobre prácticas de higiene presenten áreas de trabajo con mayores niveles de contaminación biológica en comparación con aquellos que sí la han recibido. |                                                 |                                                                     |                                                                                             |                                                                                         |                                    |                                     |
|                                                                                                                                                   | Variable independiente: Prácticas de higiene                                                                                                                                                                                                          | Variable dependiente: Contaminación biológica   | Frecuencia de limpieza (diaria, semanal, raramente, nunca)          | Encuesta estructurada aplicada a los comerciantes                                           | Investigación descriptiva basada en encuestas aplicadas a los comerciantes.             | Comerciantes del mercado de Panao. | 13 comerciantes encuestados.        |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                 |                                                                     |                                                                                             |                                                                                         |                                    |                                     |
| Objetivo Específico 3: Analizar la relación entre las condiciones ambientales y la presencia de                                                   | Hipótesis Específica (H1.3): Se espera que las condiciones ambientales como la alta humedad relativa y la baja ventilación estén                                                                                                                      | Variable independiente: Condiciones ambientales | Humedad relativa (%)<br>Ventilación (m/s)<br>Carga fúngica (UFC/m³) | Higrómetro digital<br>Anemómetro<br>Muestreo de aire con agar<br>Sabouraud<br>Conteo de UFC | Investigación descriptiva con mediciones de condiciones ambientales y carga microbiana. | Áreas del mercado de Panao.        | 5 puntos de muestreo seleccionados. |

| Objetivos                                                                                                     | Hipótesis                                                                    | Variables                                     | Indicadores | Instrumentos | Metodología | Población | Muestra |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|-----------|---------|
| agentes biológicos en el mercado, comparando los niveles obtenidos con los estándares de la norma UNE 100012. | asociadas con una mayor presencia de hongos en el aire del mercado de Panao. | <b>Variable dependiente:</b><br>Carga fúngica |             |              |             |           |         |

**ANEXO 2**  
**CUESTIONARIO PARA LOS VENDEDORES DEL MERCADO**  
**DE ABASTOS DE PACHITEA**

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**

---

**Objetivo:** Recopilar información sobre las prácticas de higiene y conocimientos relacionados con la calidad del aire en el mercado.

**Instrucciones:** Por favor, responda las siguientes preguntas con sinceridad. Sus respuestas serán confidenciales y solo se utilizarán con fines de investigación.

1. ¿Desde cuándo trabaja en el Mercado de Abastos de Pachitea?
  - Menos de 1 año
  - 1-5 años
  - Más de 5 años
2. ¿Ha recibido capacitación sobre prácticas de higiene en el mercado?
  - Sí
  - No
3. ¿Con qué frecuencia limpia y desinfecta su puesto?
  - Diariamente
  - Semanalmente
  - Raramente
  - Nunca
4. ¿Cree que la calidad del aire en el mercado es adecuada?
  - Sí
  - No
5. ¿Ha notado algún problema de salud relacionado con la calidad del aire en el mercado?
  - Sí (especifique: \_\_\_\_\_)
  - No

### ANEXO 3

## FORMATO PARA EL REGISTRO DE DATOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
*PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL*

---

**Objetivo:** Registrar los resultados del análisis microbiológico de las muestras de aire tomadas en el Mercado de Abastos de Pachitea.

| N° de<br>Muestra | Ubicación en<br>el Mercado | Fecha<br>de Toma | Microorganismo | UFC/m <sup>3</sup> | Observaciones |
|------------------|----------------------------|------------------|----------------|--------------------|---------------|
|------------------|----------------------------|------------------|----------------|--------------------|---------------|

## ANEXO 4

### RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



**HOSPITAL MATERNO INFANTIL" CARLOS SHIWING FERRARI"**

**LABORATORIO DE ANALISIS CLINICOS Y MICROBIOLOGICOS**

#### 1-DATOS

|              |                                 |                            |                                 |
|--------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| SOLICITANTE  | CARBAJAL RUBIO ALISSON CRISTINA | MUESTREADO POR             | CARBAJAL RUBIO ALISSON CRISTINA |
| DEPARTAMENTO | HUANUCO                         | FECHA DE RECEPCION         | 08/06/2024                      |
| PROVINCIA    | PACHITEA                        | FECHA DE INICIO DEL ENSAYO | 09/06/2024                      |
| DISTRITO     | PANAO                           | FECHA DE REPORTE           | 11/06/2024                      |
| SECTOR       | MERCADO ABASTOS PANAO           | OBSERVACIONES              |                                 |

#### 2-RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO: BACTERIAS AMBIENTALES

| N° | PUNTOS | AGAR NUTRITIVO                | AGAR SABORAUD          |
|----|--------|-------------------------------|------------------------|
| 1  | 1      | Bacterias ambientales 150 UFC | Aspergillus Sp. 20 UFC |
| 2  | 2      | Bacterias ambientales 50 UFC  | Penicillun Sp. 50 UFC  |
|    |        |                               | Aspergillus Sp. 50UFC  |
| 3  | 3      | Bacterias ambientales 30 UFC  | Penicillum SP. 20 UFC  |
| 4  | 4      | Bacterias ambientales 50 UFC  | Aspergillus Sp. 50 UFC |
| 5  | 5      | Bacterias ambientales 50 UUFC | Aspergillus Sp. 50 UFC |

MINISTERIO DE SALUD  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD-HUANUCO  
 HOSPITAL MATERNO INFANTIL  
 CARLOS SHIWING FERRARI  
 -----  
 BIGO, ALEJANDRO R. DURAN NEVA  
 CBP 2068



## HOSPITAL MATERNO INFANTIL" CARLOS SHIWING FERRARI"

### LABORATORIO DE ANALISIS CLINICOS Y MICROBIOLOGICOS1-DATOS

#### 1-DATOS

|              |                                 |                            |                                 |
|--------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| SOLICITANTE  | CARBAJAL RUBIO ALISSON CRISTINA | MUESTREADO POR             | CARBAJAL RUBIO ALISSON CRISTINA |
| DEPARTAMENTO | HUANUCO                         | FECHA DE RECEPCION         | 08/07/2024                      |
| PROVINCIA    | PACHITEA                        | FECHA DE INICIO DEL ENSAYO | 09/07/2024                      |
| DISTRITO     | PANAO                           | FECHA DE REPORTE           | 11/07/2024                      |
| SECTOR       | MERCADO ABASTOS PANAO           | OBSERVACIONES              |                                 |

#### 2-RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO: BACTERIAS AMBIENTALES

| N° | PUNTOS | AGAR NUTRITIVO                                          | AGAR SABORAUD                            |
|----|--------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1  | 1      | Bacterias ambientales 6 UFC                             | Levaduras 10 UFC                         |
| 2  | 2      | Bacterias ambientales 10 UFC<br>Escherichia coli 5 UFC  | Aspergillus 03 UFC                       |
| 3  | 3      | Bacterias ambientales 10 UFC<br>Escherichia coli 01 UFC | Aspergillus 70 UFC<br>Penicillium 20 UFC |
| 4  | 4      | Bacterias ambientales 10 UFC<br>Escherichia coli 04 UFC | Aspergillus 90 UFC                       |
| 5  | 5      | Bacterias ambientales 15 UFC                            | Aspergillus 80 UFC                       |

MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO  
HOSPITAL MATERNO INFANTIL  
CARLOS SHIWING FERRARI  
BIGO, ALEJANDRO R. DURAN NIEVA  
CBP 2068

## ANEXO 5

### PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS MUESTRAS DE MONITOREO

#### MUESTRA SECTOR N°01

**AGAR NUTRITIVO**



**AGAR SABOURAUD**



EL SECTOR ESTA  
COMPRENDIDO  
POR:

- PUESTOS DE VENTA DE COMIDA.
- PUESTOS DE VENTA DE CARNE.

#### MUESTRA SECTOR N°02

**AGAR NUTRITIVO**



**AGAR SABOURAUD**



EL SECTOR ESTA  
COMPRENDIDO  
POR:

- PUESTOS DE VENTA DE CARNE.

## MUESTRA SECTOR N°03

**AGAR NUTRITIVO**



**AGAR SABOURAUD**



EL SECTOR ESTA  
COMPRENDIDO  
POR:

- PUESTOS DE VENTA DE COMIDA.
- PUESTOS DE VENTA DE CARNES.

## MUESTRA SECTOR N°04

**AGAR NUTRITIVO**



**AGAR SABOURAUD**



EL SECTOR ESTA  
COMPRENDIDO POR:

- PUESTOS DE VENTA DE COMIDA.
- PUESTOS DE VENTA DE JUGOS.
- PUESTO DE VENTA DE DIVERSOS ARTICULOS.

## MUESTRA SECTOR N°05

**AGAR NUTRITIVO**



**EL SECTOR ESTA  
COMPRENDIDO POR:**

- PUESTOS DE VENTA DE COMIDA.
- PUESTOS DE VENTA DE CARNES, VERDURAS, FRUTAS.
- PUESTOS DE VENTA DE ABARROTES

**AGAR SABOURAUD**

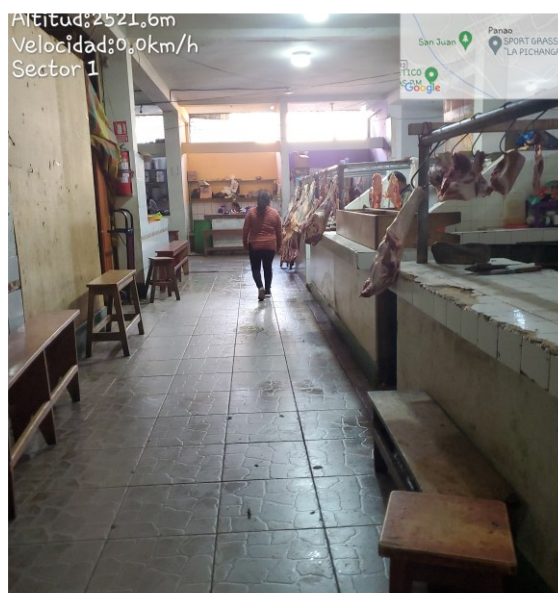


## ANEXO 6

### PANEL FOTOGRÁFICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS SECTORES DEL MERCADO DE

#### PANAO



**Sector N° 01 del Mercado**



**Sector N° 02 del Mercado**



**Sector N° 03 del Mercado**



**Sector N° 04 del Mercado**

## RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



**Muestra N° 01**



**Recoleccion de la Muestra  
N° 01**



**Muestra N° 02**



**Recoleccion de la Muestra  
N° 02**



**Muestra N° 03**



**Recoleccion de la Muestra N° 03**



**Muestra N° 04**



**Recoleccion de la Muestra N° 04**



**Toma de Muestra N° 04 Sector N° 04, juntamente con el Asesor de Tesis.**



**Muestra N° 05**



**Recoleccion de la Muestra N° 05**



**Toma de Muestra N° 05 Sector N° 05, juntamente con el Asesor de Tesis.**

## ANEXO 7

### PLANOS DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

