

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN EL INTERIOR DEL MERCADO
MODELO PRIVADO DE HUÁNUCO Y DEL MERCADO DE PAUCARBAMBA,
HUÁNUCO – 2021.

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

BACH. ROSI NELLY CAMONES TRAVEZAÑO

Tingo María – Perú.

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°44 -2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 30 de mayo del 2023 a horas 9:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN EL INTERIOR DEL MERCADO MODELO PRIVADO DE HUÁNUCO Y DEL MERCADOS DE PAUCARBAMBA, HUÁNUCO –2021”

Presentado por la Bachiller: **ROSI NELLY CAMONES TRAVEZAÑO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del título correspondiente.

Tingo María, 20 de junio de 2023


Ing. M.Sc. **LUIS ALBERTO SANCHEZ ROMERO**
PRÉSIDENTE


Dr. **LUIS EDUARDO ORE CIERTO**
MIEMBRO


Ing. MSc. **JENRI RUIZ GONZALES**
MIEMBRO




Dr. **VICTOR MANUEL BETETA ALVARADO**
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 174 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN EL INTERIOR DEL MERCADO MODELO PRIVADO DE HUÁNUCO Y DEL MERCADO DE PAUCARBAMBA, HUÁNUCO – 2021.	ROSI NELLY CAMONES TRAVEZAÑO	14% Catorce

Tingo María, 30 de junio de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN EL INTERIOR DEL MERCADO
MODELO PRIVADO DE HUÁNUCO Y DEL MERCADO DE PAUCARBAMBA,
HUÁNUCO – 2021.

Autor : Rosi Nelly Camones Travezaño
Asesor (es) : Dr. Victor Manuel Beteta Alvarado
Programa de investigación : Ciencias y tecnologías ambientales
Línea de investigación : Niveles de contaminación ambiental
Eje temático : Contaminación del aire
Lugar de ejecución : Laboratorio de microbiología - UNAS
Duración :
Fecha de inicio : 17 de marzo 2021
Termino : 17 de setiembre del 2021
Financiamiento : MONTO S/.
FEDU : S/. 0.00 soles
Propios : S/. 5, 890.00 soles
Otros : S/. 0.00 soles

Tingo María – Perú.

2023

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad de Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis	: Calidad microbiológica del aire en el interior del mercado Modelo Privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba, Huánuco – 2021.
Autor	: Camones Travezaño, Rosi Nelly.
Asesor de tesis	: Beteta Alvarado, Victor Manuel.
Escuela Profesional	: Ingeniería Ambiental.
Programa de investigación	: Ciencias y tecnologías ambientales.
Línea(s) de investigación	: Niveles de contaminación ambiental.
Eje Temático	: Contaminación del aire.
Lugar de ejecución	: Laboratorio de microbiología – UNAS.
Duración	: Inicio : Marzo 2021 Término : Setiembre 2021
Financiamiento	: FEDU : S/0.00 Propio : S/5,890.00 Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, junio 2023.

Rosi Nelly Camones Travezaño

Tesista

Victor Manuel Beteta Alvarado

Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por hacer que en mi vida nunca falte nada.

A mi madre Fernanda y a mi padre Erasmo, que son los seres más maravillosos que Dios quiso que sean mis padres, gracias a sus consejos, los ánimos, el apoyo y amor incondicional. Nunca perdieron la fe y la esperanza en mí.

A mi hermano Einsten Felix por los consejos, a mi hermana Solina y mi Cuñado y padrino Edín por el apoyo incondicional, a mis hermanas Denia, Belinda y Jenifer por los ánimos brindados en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por la enseñanza que se me brindó en los años de estudios.

A los encargados del funcionamiento del Mercado modelo privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba por la información brindada y el permiso para la ejecución de esta investigación.

Al Dr. MSc. Mcblgo. César Samuel López López por la autorización de usar el laboratorio de Microbiología General para el análisis microbiológico de las muestras de aire.

Al Ing. Richard Sías Rodríguez por la orientación y el apoyo en todo momento de la ejecución de esta investigación.

Al Ing. MSc. Víctor Manuel Beteta Alvarado por la asesoría brindada, al Mcblgo MSc. Luis Alberto Sánchez Romero, Dr. Luis Eduardo Ore Cierzo, Ing. MSc. Jenri Ruiz Gonzales miembros del jurado calificador.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Aire	3
2.1.2. Calidad del aire	3
2.1.3. Calidad microbiológica del aire en interiores	3
2.1.4. Microorganismos en el aire en interiores.....	7
2.1.5. Microclima.....	18
2.1.6. Métodos de muestreos	20
2.1.7. Mercados de abasto en la provincia de Huánuco.....	21
2.2. Estado del arte	22
2.2.1. Internacional	23
2.2.2. Nacional	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Lugar de ejecución	25
3.1.1. Ubicación geográfica	25
3.1.2. Ubicación política.....	25
3.2. Materiales y métodos.....	26
3.2.1. Materiales y equipos	26
3.2.2. Estrategias de investigación.....	27
3.2.3. Metodología.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Comportamiento del microclima en el interior de los mercados.....	35
4.2. Área del mercado con mayor concentración de bacterias y hongos en el aire.....	38
4.3. Área del mercado con mayor presencia de microorganismos patógenos en el aire.....	39
V. CONCLUSIONES	46
VI. PROPUESTAS A FUTURO	47
VII. REFERENCIAS	48

ANEXOS	53
--------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Clasificación del agente biológico según el riesgo.....	4
2. Componentes biológicos de aerosoles	6
3. Nivel de contaminación de la concentración de Bacterias en el aire.....	7
4. Nivel de contaminación de la concentración de Hongos en el aire	7
5. Enfermedades causadas por bacterias en el aire	9
6. Ubicación geográfica de los mercados	25
7. Ubicación política de los mercados	26
8. Modelo del diseño factorial	29
9. Los resultados de la prueba TSI y LIA.....	33
10. Datos del microclima en las diferentes áreas de muestreo	35
11. Concentración de bacterias y hongos en UFC/m ³ de aire.....	38
12. Diversidad de microorganismos identificadas en el aire	40
13. Bacterias patógenas y las enfermedades que ocasionan.....	42
14. Hongos patógenos y las enfermedades que ocasionan	43
15. Análisis de Varianza para Temperatura - Suma de Cuadrados Tipo III.....	54
16. Medias por Mínimos Cuadrados para Temperatura con intervalos de confianza del 95.0%	54
17. Pruebas de Múltiple Rangos para Temperatura por Mercado de abastos.....	55
18. Pruebas de Múltiple Rangos para Temperatura por Área de muestreo	56
19. Análisis de Varianza para Humedad relativa (%) - Suma de Cuadrados Tipo III.....	57
20. Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad relativa (%) con intervalos de confianza del 95.0%	57
21. Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad relativa (%) por Mercado de abastos	59
22. Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad relativa (%) por Área de muestreo	60
23. Análisis de Varianza para Microorganismos Aerobios Viables (UFC/m ³) – Suma de Cuadrados Tipo III	61
24. Medias por Mínimos Cuadrados para Aerobios Viables (UFC/m ³) con intervalos de confianza del 95.0%	61
25. Pruebas de Múltiple Rangos para Aerobios Viables (UFC/m ³) por mercado de abastos	63

26. Pruebas de Múltiple Rangos para Aerobios Viables (UFC/m ³) por Área de muestreo	63
27. Análisis de Varianza para Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m ³) – Suma de Cuadrados Tipo III	64
28. Medias por Mínimos Cuadrados para los Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m ³) con intervalos de confianza del 95.0%	65
29. Pruebas de Múltiple Rangos para Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m ³) por mercado de abastos	67
30. Pruebas de Múltiple Rangos para Mohos y Levaduras (UFC/m ³) por Área de muestreo	67
31. Datos de temperatura en grados centígrados.	69
32. Datos de humedad relativa en porcentaje.	69
33. Concentración de microorganismos bacterias	70
34. Concentración de microorganismos hongos	71
35. Identificación de bacterias en el primer muestreo por el método de coloración Gram	72
36. Identificación de bacterias en el segundo muestreo por el método de coloración Gram	72
37. Identificación de bacterias en el tercer muestreo por el método de coloración Gram	73
38. Identificación de bacterias de los tres muestreos por el método de diferenciación bioquímica.....	73
39. Identificación de hongos de los tres muestreos	74
40. Las tres bacterias identificadas	75
41. Los cinco géneros de Hongos identificadas.	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Morfología bacteriana.....	8
2. Micromorfológicamente de <i>Geotrichum</i> ssp. a. Artrosporas b. Micelio y c. Ascosporas.....	15
3. Cuerpo de fructificación microscópico de <i>Aspergillus</i> spp.....	16
4. <i>fusarium</i> : macroconidios y microconidios agrupados. También se muestra una parte de una hifa que contiene clamidosporas.....	17
5. Mapa de ubicación política y geográfica.....	25
6. Esquema del trabajo de investigación.....	28
7. Promedio de la temperatura en las diferentes áreas de muestreo en el interior de los mercados de abastos.....	36
8. Promedio de la humedad relativa en las diferentes áreas de muestreo en el interior de los mercados de abastos.....	37
9. Concentración de microorganismos (bacterias y hongos) en las diferentes áreas y mercados.....	39
10. Especies de bacterias y hongos en el aire de los mercados.....	41
11. Correlación de los mercados de abastos con la temperatura.....	55
12. Correlación del área de muestreo con la temperatura.....	55
13. Gráfico de interacción entre la temperatura, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.....	57
14. Correlación de los mercados de abastos con la humedad relativa.....	58
15. Correlación del área de muestreo con la humedad relativa.....	59
16. Gráfico de interacción entre la humedad relativa, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.....	61
17. Correlación de los mercados de abastos con los Microorganismos Aerobios Viabiles (Bacterias).....	62
18. Correlación del área de muestreo con los Microorganismos Aerobios Viabiles (Bacterias).....	62
19. Gráfico de interacción entre los microorganismos aerobios viabiles, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.....	64
20. Correlación de los mercados de abastos con los microorganismos mohos y levaduras (Hongos).....	66

21. Correlación del área de muestreo con los microorganismos mohos y levaduras (Hongos)	66
22. Gráfico de interacción entre los microorganismos mohos y levaduras, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.....	68
23. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Comida (P1) mercado de Paucarbamba	78
24. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Carnes (P3) mercado de Paucarbamba.....	78
25. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Comida (P4) mercado modelo privado de Huánuco	79
26. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Verduras (P5) mercado modelo privado de Huánuco	79
27. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Carnes (P6) mercado modelo privado de Huánuco.....	80
28. Recuento de bacterias.....	80
29. Cantidad de colonias de hongos en las siguientes áreas: Comida (P1), Verduras (P2) y Carnes (P3) mercado de Paucarbamba.	81
30. Cantidad de colonias de hongos en las siguientes áreas: Comida (P4), Verduras (P5) y Carnes (P6) mercado modelo privado de Huánuco.	81
31. Crecimiento de bacterias en Agar MacConkey en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.....	82
32. Crecimiento de bacterias en Agar M77 en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.....	82
33. Crecimiento de bacterias en Agar CLED en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.....	83
34. Crecimiento de bacterias en Agar Manitol Salado en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.....	83
35. Crecimiento de bacterias en Agar Manitol Salado en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.....	84
36. Crecimiento de bacterias en Agar MacConkey en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.....	84
37. Crecimiento de bacterias en Agar M77 en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.....	85

38. Crecimiento de bacterias en Agar CLED en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.....	85
39. Siembra por enjuague en caldo.....	86
40. Rotulados y colocados en la incubadora a una temperatura de 37°C por 48 horas.....	86
41. Lectura de la diferenciación bioquímica.	87
42. Coloración de las bacterias.....	87
43. Microcultivo de hongos.....	88
44. Coloración de hongos.....	88

RESUMEN

La investigación evaluó la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado de Paucarbamba y del mercado modelo privado de Huánuco; seleccionando 3 áreas de muestreo en el mercado de Paucarbamba y lo mismo en el mercado modelo privado de Huánuco (P1, P4: Comidas; P2, P5: Verduras y P3, P6: Carnes); determinando el comportamiento del microclima (T °C y HR %), la mayor temperatura fue 24.9 °C en el P6 (Carnes) del mercado modelo privado de Huánuco y menor temperatura 22.6 °C en el P3 (Carnes) del mercado de Paucarbamba; la mayor humedad relativa 59 % en el P3 (Carnes) del mercado de Paucarbamba y menor humedad relativa 59 % el P1 (Comidas) del mercado modelo privado de Huánuco. Por el método borboteo en líquido se obtuvieron los siguientes resultados: la mayor concentración de bacterias fue en el P3 (50×10^3 UFC/m³) y menor en el P5 (2×10^3 UFC/m³), la mayor concentración de hongos fue en el P2 (35×10^3 UFC/m³) y menor en el P5 (4×10^3 UFC/m³). Se identificaron 4 géneros de bacterias (*Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Lactobacillus sp.* y *Enterobacter Agglomerans*) y 5 géneros de hongos (*Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Geotrichum sp.* y *Trichophyton sp.*) concluyendo que la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado de Paucarbamba es muy buena en el P1 Comida y buena en el P2 Verduras y P3 Carnes; el mercado modelo privado de Huánuco es buena en el P4 Comida y muy buena en el P5 Verduras y P6 Carnes.

Palabras clave: calidad microbiológica del aire interior, microclima y microorganismos.

The Microbiological Quality of the Air Inside the Huanuco Private Model Market and the Paucarbamba Market in Huanuco During 2021

Abstract

In the research the microbiological quality of the air inside the Paucarbamba market and the private model market in Huanuco was evaluated. Three areas of sampling were selected in the Paucarbamba market, as well as in the Huanuco private model market (P1, P4: food; P2, P5: vegetables, and P3, P6: meat). The behavior of the microclimate was determined (T °C and RH %; HR in Spanish), [where] the highest temperature was 24.9°C at P6 (meat) in the Huanuco private model market and the lowest temperature was 22.6 °C at P3 (meat) in the Paucarbamba market; the highest relative humidity was 59 % at P3 (meat) in the Paucarbamba market and the lowest relative humidity was 59 at P1 (food) in the Huanuco private model market. The following results were obtained with the bubbling method: the greatest concentration of bacteria was at P3 (50×10^3 UFC/m³) and the least was at P5 (2×10^3 UFC/m³); the greatest concentration of fungi was at P2 (35×10^3 UFC/m³) and the least was at P5 (4×10^3 UFC/m³). Four genres of bacteria (*Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Lactobacillus sp.* and *Enterobacter Agglomerans*) and five genres of fungi (*Fusarium sp.*, *Aspergillius sp.*, *Geotrichum sp.* and *Trichophyton sp.*) were identified, thus, it was concluded that the microbiological quality of the air inside the Paucarbamba market was “very good” at P1 (food) and “good” at P2 (vegetables) and P3 (meat); for the private model market in Huanuco it was “good” at P4 (food) and “very good” at P5 (vegetables) and P6 (meat).

Keywords: microbiological quality of inside air, microclimate, microorganisms

I. INTRODUCCIÓN

El aire está compuesto por el 21 % de oxígeno, un gas importante para el sistema respiratorio y esencial para los seres vivos, pero también contiene contaminantes gaseosos, microorganismos y material particulado; muchas veces se hace caso sumiso a los microorganismos que se ubican en el aire ya que estos no se pueden ver a simple vista. Los microorganismos como los hongos, bacterias y virus al hacer contacto con la piel y al ser inhalados al momento de respirar generan infecciones cutáneas, trayendo consigo enrojecimiento, picazón y descamación, como también infecciones respiratorias siendo severas en pacientes inmunocomprometidas.

El ambiente cálido y húmedo coopera en el desarrollo de los microorganismos mientras que el polvo, el aire seco y un movimiento suave y constante del aire, favorecen su diseminación, algunos microorganismos sobreviven en condiciones de sequedad y humedad muy extremas, como también en condiciones muy extremo de frío y calor; cuando la cantidad de los microorganismos excede a lo recomendado o existe la presencia de microorganismos patógenos estos alteran a la calidad del aire

Los mercados son considerados como un ambiente cerrado porque no disponen de ventilación, además los espacios que son destinado para la circulación de personas y los espacios para los comerciantes exceden a lo recomendado; los productos industriales, vegetales y animales son acumulado en grandes volúmenes; toda esas situaciones nos lleva a evaluar la concentración de microorganismos en el aire ya que afecta a la calidad biológica del aire, causando contaminación y transmisión de enfermedades. El aire que se concentra en el interior del mercado de Paucarbamba y del mercado modelo privado de Huánuco no es ajeno a tal contaminación por ser considerados ambientes cerrados. El mercado modelo privado Huánuco se ubica en el distrito de Huánuco, este distrito es la más poblada en la provincia de Huánuco y siendo también la capital; el mercado de Paucarbamba se ubica en el distrito de Amarilis y este distrito es el segundo distrito más poblado de la provincia de Huánuco; la siguiente investigación evalúa la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba.

Los microorganismos presentes en ambientes cerrados, como el mercado modelo privado de Huánuco y el mercado de Paucarbamba, son patógenas, no patógenos y oportunistas como las bacterias del género *Staphylococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* y *Enterobacter sp.* y otros; en hongos los *Aspergillus*, *Geotrichum sp.*, *Fusarium sp.* y otros; la presencia de

estos microorganismos se debe a la cantidad de personas que ingresan para realizar sus compras, la falta de higiene en el interior y exterior del mercado, algunos frutos y verduras en descomposición, la falta de mantenimiento de la infraestructura del mercado, el desorden en la ubicación de los puestos. Los comerciantes permanecen en el interior del mercado durante un tiempo prolongado, respirando en promedio 14 m^3 aire por día, un lugar que no cuenta con ventilación; el problema de este estudio se focaliza en evaluar la calidad microbiológica del aire en tres áreas en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y las mismas áreas en el interior del mercado de Paucarbamba, formulando la interrogante ¿Cómo es la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y el mercado de Paucarbamba?; de esa interrogante se planteó como hipótesis, que es mala la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba.

1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y mercado de Paucarbamba, Huánuco – 2021.

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento del microclima en el interior de los mercados.
- Identificar el área del mercado con mayor concentración de bacterias y hongo en el aire.
- Identificar el área del mercado con mayor presencia de microorganismos patógenos en el aire.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.3. Marco teórico

1.3.1. Aire

Rivera (2012) el aire es una combinación de elementos y esta compuesto por 78 % nitrógeno, 21 % oxígeno y el 1 % restante contiene una pequeña cantidad de sustancias; el aire contiene cientos de contaminantes en forma de gases, partículas y vapores; el aire es fundamental para la vida en el planeta, el hombre respira 14 000 litros de aire al día; se considera al aire como un recurso natural y renovable y se repone constantemente a través del proceso químico denominado fotosíntesis que realizan las plantas y se trata de absorber el CO₂ y liberan O₂, como también través del ciclo del agua.

1.3.2. Calidad del aire

La ley general del ambiente (2005) describe que la calidad del aire es el nivel o grado de conglomeración de sustancias, elementos o parámetros biológicos, físicos y químicos contenidos en el aire. Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (2016) la calidad del aire indica cuando el aire se encuentra libre de contaminantes y es válido para respirar. Un entorno que no se beneficia de una buena calidad del aire es una cuestión que supone una inseguridad o daño para el medio ambiente, la confianza y el bienestar de las personas y los bienes de diferente naturaleza.

1.3.3. Calidad microbiológica del aire en interiores

El real decreto 664/1997 (2021) clasifica a los agentes biológicos en relación al riesgo de infección proveniente de la exposición que esta sometido el personal que labora con respecto a los agentes biológicos durante el trabajo y así proteger la salud y la seguridad del personal e anticipar a dichos riesgos.

Tabla 1. Clasificación del agente biológico según el riesgo

Grupo de riesgo del agente biológico	Riesgo infeccioso (causa enfermedad)	Riesgo de propagación a la colectividad	Profilaxis o tratamiento eficaz
1	Poco probable	-	-
2	Probable, peligro para los trabajadores	Poco probable	Posible generalmente
3	Probablemente grave, serio peligro para los trabajadores	Probable	Posible generalmente
4	Probablemente grave, serio peligro para los trabajadores	Elevado	No conocido en la actualidad

Fuente: Real Decreto 664/1997 (2021)

Romero et al. (2016) para indicar como es la calidad del aire interior de las edificaciones es importante realizar el recuento e identificar especies de bacterias que se localizan en el aire. Ortiz y Catalán (2007) menciona que el número total de gérmenes que necesitan el oxígeno para respirar debe ser menor a 800 UFC/m³ (UFC: unidades formadoras de colonia); en los últimos años se ha manifestado una creciente inquietud por la calidad del medio ambiente dentro de los inmuebles, denominados edificios enfermos (aquellos con problemas que causan daño a la salud de las personas que se encuentran en el interior), y se trata de proponer sugerencias sobre algunos niveles microbianos máximos recomendados para las industrias, los hospitales, entornos de trabajo, compañías farmacéuticas, otros. Castañeda et al. (2003) debido al inadecuado sistema de ventilación en el interior de cualquier área de una infraestructura ocasiona una deficiencia en la calidad del aire originando edificio enfermo. Ortiz y Catalán (2007) los factores más importantes que afectan la calidad del aire interior son: la eficiencia y el nivel de renovar el aire, ya que el ingreso del aire exterior dispersa la aglomeración de los bioaerosoles; la eficacia y el grado de aire filtrado; desinfecte con luz ultravioleta u otro método que inactivar a los microorganismos; el grado de circulación del aire interior, que perjudica el traslado de los bioaerosoles por diferentes partes del edificio; la cantidad de ocupantes, aconsejando usar barreras entre residentes para el distanciamiento entre personas; la humedad y la temperatura del aire que afectan la viabilidad de los microorganismos y bioaerosoles que se encuentran en el interior; las sustancias tóxicas o los hongos presentes aumentan la susceptibilidad del huésped a la infección.

Ortiz y Catalán (2007) se estima que el interior de un ambiente está contaminado microbianamente si presenta bioaerosoles, estas son diminutas partículas suspendidas en el aire que presenta contaminantes biológicos: organismos vivos o productos provenientes de ellos que pueden causar enfermedades o afectar negativamente la salud de las personas que se localizan en el interior. Los diminutos seres vivos que son transmitidos por los bioaerosoles al contactar con las personas a través de la ingestión, la inhalación o el simple roce con la piel genera irritación, hipersensibilidad, inflamación y otras enfermedades. Los estudios aclaran que los microorganismos transportados a través del aire no sólo son patógenos humanos, también incluye organismos oportunistas y productos de los organismos vivos en forma de aerosoles.

Daza et al. (2015) las flores y plantas, los alimentos, el polvo, las alfombras, cortinas y textiles y mobiliarios en mal estado, especialmente la madera, contribuyen a la contaminación biológica del aire; también las actividades que desarrollan las personas frecuentemente como caminar, hablar, peinarse, estornudar, saludar de mano o abrazos entre otros, parecen ser los principales factores para la transmisión de hongos, bacterias, esporas, toxinas y virus, ya que estos se presentan en forma de aerosoles para facilitar su transporte y generando así en el aire interior un mayor problema al estar expuesto a dichas partículas biológicas. Los bioaerosoles considerados como partículas biológicas en suspensión utilizan el aire para transportarse y dispersarse y así llegar a las seres humanos que inhala diariamente un aproximado de 14 m³ de aire.

Tabla 2. Componentes biológicos de aerosoles

Agente Biológico	Ejemplos	Efectos en humanos	Efectos ambientales
Bacterias	Legionella pneumophila	Infecciones, Alergias, Irritaciones mucosas	Deterioro de materiales de construcción
Endotoxinas	Mycobacterium tuberculosis	Tos, Dolor de cabeza	Problemas de olor
	-	Fiebre, Dolor muscular, Nauseas, Alteraciones respiratorias	-
Hongos	Alternaria spp. Trychphyton spp. Histoplasma capsulatum Aspergillus spp. Mucor spp. Rhizopus spp.	Alergias, Asma, Infecciones, Irritaciones mucosas	Deterioro de materiales de construcción Problemas de olor
Micotoxinas	-	Dolor de cabeza, Alteraciones neurológicas y respiratorias	-
Virus	Influenza (gripe) Rhinovirus	Infecciones	-
Protozoos	Naegleria Acanthamoeba	Infecciones Reacciones de hipersensibilidad	Refuerzan la protección de otros microorganismos frente a biocidas
Algas	Chlorococcus	Alergias, Asma, Rinitis	Problemas de olor
Otros	Polen	Asma y alergias	-

Fuente: Ortiz y Catalán (2007).

La O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) y el documento Cos Projec 613 Report n°12 editado por la Comisión de las Comunidades Europeas en el año 1993 establecen el nivel de contaminación según la concentración de bacterias y hongos en el aire (U.F.C./m³ de aire), en las Bacterias el nivel de contaminación es muy baja cuando es < 50

U.F.C./m³ y muy alta >2 000 U.F.C./m³, en Hongos es muy baja < 25 U.F.C./m³ y muy alta >2 000 U.F.C./m³.

Tabla 3. Nivel de contaminación de la concentración de Bacterias en el aire

Nivel de contaminación	Concentración de Bacterias (U.F.C./m ³ en el aire)
Muy baja	< 50
Baja	50 - 100
Intermedio	100 - 500
Alta	500 - 2 000
Muy alta	> 2 000

Fuente: Organización Mundial de la Salud (1993).

Tabla 4. Nivel de contaminación de la concentración de Hongos en el aire

Nivel de contaminación	Concentración de Hongos (U.F.C./m ³ en el aire)
Muy baja	< 25
Baja	25 - 100
Intermedio	100 - 500
Alta	500 - 2 000
Muy alta	> 2 000

Fuente: Organización Mundial de la Salud (1993).

1.3.4. Microorganismos en el aire en interiores

De La Rosa et al. (2002) varios tipos de microorganismos, especialmente hongos y bacterias, están suspendidos en el aire. La existencia de bacterias u hongos se debe a la fuente, la dirección y fuerza del flujo de aire y la supervivencia de los microorganismos. Daza et al. (2015) los microorganismos que habitan en el aire de los edificios no solo provocan el deterioro de la infraestructura y los materiales, sino que también son patógenos que producen sustancias volátiles y toxinas, causando alergias, enfermedades sistémicas y respiratorias.

1.3.4.1. Bacterias

Pérez y Mota (2008) la mayoría de las bacterias son de vida libre y otros están obligados a ser intracelulares, también son consideradas como microorganismos unicelulares y su reproducción es asexual por fisión binaria,. Las bacterias varían en tamaño de 0.5 a 3 µm, algunas especies pueden medir hasta 10 µm; microscópicamente las bacterias tienen la forma de bacilos (cilíndrico o de bastones; recto o con curva), cocos (ovalado o esférico) y espirilos (espiral); estas formas están determinadas por la dureza de su pared celular. Después de la división celular las bacterias pueden mantenerse adheridas entre sí, pero siempre permanecerán independientes de las células; si la división es única pueden ser cocos en cadena

o diplococos (género *Streptococcus*), si los cocos llegan a ser divididas en varios y se agrupan en racimos o tétradas (*Staphylococcus*). Los bacilos llegan a ser extremadamente largos o cortos (cocobacilos) como se muestra en la figura 1. Las bacterias se pueden clasificar según su respuesta a la reacción química, si se colorean azul violeta son grampositivas o si se tiñe de color rosado o rojo son gramnegativas.



Fuente: Pérez y Mota (2008).

Figura 1. Morfología bacteriana

Romero et al. (2016) evidencia en su investigación que las bacterias grampositivas se encuentran en mayor cantidad que las bacterias gramnegativas en el aire del laboratorio de microbiología; también se identificaron diez colonias de bacterias grampositivas del género *Micrococcus*, siendo la especie *M. Sedentarius*, cinco especies del género *Staphylococcus*, una especie de *Leuconostoc*, de *Bacillus* y de *Corynebacterium*; también menciona que en los ambientes internos predomina más las bacterias grampositivas que las bacterias gramnegativas, todo esto está ocasionado a que las bacterias grampositivas tienen buena resistencia y sobreviven por mucho tiempo porque la pared celular es muy rígida. De La Rosa et al. (2002) en el aire seco algunas especies del género *Clostridium* y *Bacillus* pueden sobrevivir de 200 años a más, en el caso del género *Mycobacterium* solo 1 mes y la *Salmonella* solo 10 minutos. Castañeda et al. (2003) los microorganismos más representativos en el aire interior del área de producción de la industria textil fueron los géneros bacterianos *Escherichia*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*. Por tanto, la industria textil en estudio presenta características similares al síndrome del edificio enfermo.

Tabla 5. Enfermedades causadas por bacterias en el aire

Géneros y especies de Bacterias	Enfermedades que ocasionan
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Amigdalitis, faringitis, bronquitis, escarlatina
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Difteria
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Neumonía clásica
<i>Staphylococcus aureus</i>	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	Neumonía atípica, bronquitis
<i>Chlamydophila pneumoniae</i>	
<i>Chlamydophila psittaci</i>	
<i>Neisseria meningitidis</i>	Meningitis
<i>Haemophilus influenzae</i>	Meningitis, epiglotitis, neumonía
<i>Bordetella pertussis</i>	Tosferina
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Tuberculosis
<i>Legionella pneumophila</i>	Legionelosis
<i>Actinomyces israelii</i>	Actinomicosis
<i>Nocardia asteroides</i>	Nocardiosis
<i>Coxiella burnetii</i>	Fiebre Q
<i>Bacillus anthracis</i>	Carbunco pulmonar
<i>Yersinia pestis</i>	Peste

Fuente: De La Rosa et al. (2002).

Ortiz y Catalán (2007) existe gran cantidad de bacterias que son transportados por el aire y al contactar con las personas puede que causen enfermedades, entre ellas destaca la especie *Legionella pneumophila*, que causa la legionelosis y otra especie que destaca es *Mycobacterium tuberculosis* que causa la tuberculosis. El incremento de las bacterias conlleva al daño de los materiales de construcción o la formación de olores desagradables; por otra parte, las personas también aportan gran cantidad de bacterias al ambiente, como la piel que alberga a millones de bacterias, entre todas destaca más el *Micrococcus* sp., *Staphylococcus aureus* y *Corynebacterium* sp., así como millones de estreptococos viven en la boca de los seres humanos y son exhalados al exterior al momento de respirar. Los géneros de bacterias más comunes que se encontraron en investigaciones realizadas a la calidad microbiológica del aire interior son: *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus* y *Enterobacter*,

a. *Staphylococcus*

Cervantes et al. (2014) las bacterias de género *Staphylococcus* son anaerobio facultativo consta de cocos grampositivos, su diametro se encuentra en un rango de 0,5 a 1,5 μm , dispuestos como células en forma de racimos de uvas, individuales, pares, tétradas o cadenas cortas; no son móviles, no es esporulado, tampoco posee cápsula, aunque existen poblaciones que generan cápsula de limo; la mayoría produce catalasa, una enzima que separa el peróxido de hidrogeno (H_2O_2) en H_2O y oxígeno; Ibareuren et al. (2019) menciona que el género *Staphylococcus* oxida y fermenta la glucosa; también, es capaz de soportar cloruro de sodio en un 10%, las colonias son redondas, lisas, cremosas o poco convexa con diámetro 1 a 4 mm; también es mesófilo y velogénico. Cervantes et al. (2014) el genero *Staphylococcus* cuenta con treinta y dos especies, dieciséis de ellas se encuentran en las personas conformando la microbiota cutánea y mucosa, otras se localizan entre la flora de aves y mamíferos; algunas pueden ser patógenos cuando en el huésped esta inmunosupresión y predisposición o en presencia de cuerpos extraños.

Núñez et al. (2008) algunas especies del género *Staphylococcus* pueden denominarse 'patógenos perfectos' y son totalmente capaces de colonizar, invadir, propagar y causar graves enfermedades; también coexiste armoniosamente con sus huéspedes humanos y animales, formando parte inofensiva de su microbiota. Los estafilococos son patógenos importantes y ubicuo en las infecciones adquiridas dentro y fuera de los hospitales. Prefieren permanecer en la nasofaringe, a veces en la piel y rara vez en la vagina; algunas veces contamina cualquier parte de la piel o la mucosa o a otras personas transmitido por aerosoles o por contacto directo; ocasionando amplia gama de malestares en personas como en animales, desde enfermedades sencillas sin complicaciones, como es el caso de la foliculitis, forunculosis, a enfermedades graves tales como la septicemias, endocarditis, meningitis, bacteriemias o neumonías. Las principales patologías alérgicas están relacionadas con la especie *S. aureus* en estado de portador nasal y la expresión determinante para causar enfermedades muy graves en la atopia son: la dermatitis atópica, infección grave y frecuente que daña la piel y se representa por lesiones con enrojecimiento, picazón intenso y resequedad en diversas partes del cuerpo; la rinitis alérgica afecta a la mucosa nasal, los síntomas más comunes son congestión nasal, picazón nasal y ocular, secreción nasal y estornudos; el asma es una enfermedad muy común del aparato respiratorio, consiste en el estrechamiento de los bronquios causado por muchos factores, hay trabajos donde se evidencia que el asma está relacionada con la infección por *S. aureus*; la sinusitis es una enfermedad que inflama los senos paranasales por lo general es causado por infección fúngica, viral o bacteriana, la sinusitis tiene

muchos factores causales entre ellos está la *S. aureus* que también ha sido relacionado con la inflamación eosinofílica en la rinosinusitis.

b. Bacillus

Koneman (2001) el tamaño de las células de este género de bacterias están en un rango de 0,5 a 2,5 μm x 1,2-10 μm , se ubican frecuentemente en el suelo y en las plantas son clave en el ciclo de carbono y nitrógeno, residen por lo general en agua estancada y fresca, especialmente en sedimentos se encuentran activos. Campaña (2018) los *Bacillus* están distribuidos ampliamente en la naturaleza, formando parte de la flora o considerados como un contaminante. Valencia (2014) los *Bacillus spp* compiten por el espacio, los nutrientes, inducción de resistencia y antibiosis. La capacidad de los bacilos para sobrevivir en condiciones adversas y formar esporas que mantienen la actividad metabólica los hace adecuados para la formulación de productos de control biológico viable y estable. Campaña (2018) en muchas especies del *Bacillus* la óptima temperatura para la esporulación y crecimiento está en un rango de 32 a 37 °C.

Koneman (2001) El género *Bacillus* en la actualidad cuenta con más de sesenta especies de bacilos grampositivos, quimioheterótrofos formadores de endosporas, suelen ser móviles y les rodea flagelos periticos. Es anaeróbico o facultativamente aeróbico con catalasa positivo. Macedo (2008) entre los bacilos grampositivos encontramos patógenos muy agresivos para las personas y no todos son patógenos importantes. Mucho de ellos son parte de la flora normal del cuerpo humano (piel, cavidad oral, tracto gastrointestinal), otros están dispersos en el ambiente, por esta razón se debe tener cuidado al interpretar el bacilo grampositivo en un estudio microbiológico ya que a menudo se trata de un contaminante; este género provoca enfermedades en los seres humanos según forma de infección y genera dos tipos de infección: infecciones cutáneas parcialmente benignas e infecciones respiratorias potencialmente mortales. Las infecciones de la piel se producen por contacto directo con animales infectados. Las infecciones del tracto respiratorio requieren una ruta de inhalación que, para ser efectiva, requiere la aerolización de esporas bacterianas o el procesamiento masivo de pelos y lanas contaminados de los animales en pequeños espacios cerrados.

Campaña (2018). para clasificar este género se tiene en cuenta las siguientes características: tinción Gram, las formas del bacilo y finalmente la ubicación de las endosporas. Sosa et al. (2011) las pruebas fenotípicas del género *Bacillus sp.*, no es suficiente para identificarla, por esta razón los investigadores realizan ensayos moleculares y así analizan las especies que les interesa a un nivel genotípico.

c. *Enterobacter agglomerans*

La especie Decuadro et al. (2015) *Enterobacter agglomerans* es conocida como *Pantoea agglomerans*, Silva y Martínez (2018) las bacterias del género *Enterobacter* pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilo gramnegativo, sin cápsula y anaerobio facultativo que fermentan de glucosa; se encuentra presente en el suelo, en el agua y también son parte del microbiota gastrointestinal de animales, insectos y humanos; Decuadro et al. (2015) esta especie habita en plantas, frutas, vegetales, la piel humana, heces animales y humanas. Shrestha et al. (2021) *Enterobacter agglomerans* es oportunista en humanos y puede llegar a causar infecciones si el sistema inmunológico está comprometido, Kratz et al. (2003) responsable de la mayoría de enfermedades nosocomiales, provocando infecciones principalmente asociadas con fluidos intravenosos, así como la meningitis en los neonatos y artritis séptica causadas por espinas de cactus, rosas y plantas de palmeras.

Shrestha et al. (2021) naturalmente a la especie *P. agglomerans* podemos encontrarlo en el algodón y se ha demostrado que es un posible contribuidor patológico en la bisinosis y la neumonitis por hipersensibilidad, cuando se inhala, esta especie provoca un proceso patológico inducido por endotoxinas similar al polvo de algodón, lo que lleva a la activación de endotoxinas, macrófagos alveolares y mediadores como la interleucina-1, los mediadores acumulan plaquetas en los capilares pulmonares, ocasionando la inflamación aguda y crónica relacionado con la bisinosis. Estos cambios generan la broncoconstricción. La *P. agglomerans* predomina casi en un 31,25 % en las muestras respiratorias de pacientes inmunocomprometidos que presentan síntomas respiratorios, lo que plantea la posibilidad de su efecto entre pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica mal controlada con exposición crónica a esteroides.

d. *Lactobacillus*

Estela et al. (2007) la forma bacteriana del *Lactobacillus* es pleomórfica bacilar (0,5 - 1,2 x 1,0 - 10,0 μm), son anaerobios facultativos o microaerófilos, auxótrofos quimioorganotróficos, grampositivos, agrupados en empalizada, inmóviles, no esporulados; pueden o no poseer motilidad con ayuda de flagelos que rodean su contorno, producen lactosa y para eso consumen la sacarosa. Sin et al. (2017) el *Lactobacillus* está clasificado como bacterias lácticas por la capacidad que tiene para producir ácido láctico, por esa razón es sustancial para prevenir la caries. De 30 a 40 °C es la temperatura idónea para el desarrollo de lactobacilos. Lo encontramos en el aparato gastrointestinal de aves y mamíferos, también en alimentos provenientes de animales y vegetales. Rodríguez et al. (2021) los

Lactobacillus tienen necesidades muy complejas para su nutrición y podemos encontrarlo en el organismo de los animales, frutos, plantas y alimentos fermentados.

Morales (2022) a lo largo del tiempo el *Lactobacillus* tradicional son precisados como adecuadas y seguras para el consumo humano, la mayoría de los probióticos pertenecen a *Lactobacillus spp*, se ha evidenciado un menor caso de enfermedades ocasionados por esta bacteria, hay muchos estudios que se han publicados y menciona de manera específica su seguridad; los estudios in vitro muestran evidencia de que los probióticos pueden estimular respuestas inmunitarias similares a las de las infecciones respiratorias y modular las respuestas inmunitarias. Du et al. (2022), en su investigación sobre el papel beneficioso de los probióticos *Lactobacillus* en enfermedades respiratorias, la ruta de administración fue vía oral e intranasal, llegando a la conclusión que el *Lactobacillus* tiene una excelente capacidad inmunomoduladora y pueden aliviar los síntomas de enfermedades respiratorias como infecciones del tracto respiratorio, asma, cáncer de pulmón y fibrosis quística en estudios con animales y ensayos clínicos.

1.3.4.2. Hongos

Conde et al. (2004) los hongos están ubicados en el reino Fungi, su característica morfológica, fisiológica y genética hacen que estos organismos sean muy peculiares y diferentes a las plantas y animales. Se reproducen de manera sexual (vegetativamente) o asexual (por esporas: fragmentos o “retoños”).

Ortiz y Catalán (2007) los hongos que se encuentran en el ambiente al contactar con las células internas producen infecciones severas, por esta razón es importante mantener el rango recomendable de los hongos considerados oportunistas como el caso del *Aspergillus spp*. Hay hongos que generan micotoxinas y sustancias químicas tóxicas que también pueden transportarse por el aire, de todo ello sobresale las micotoxinas y aflatoxinas que son hepatotóxicas y carcinogénicas producidas por el *Aspergillus spp.*, los hongos pueden causar cambios en los materiales de construcción y producir desagradables olores (moho), especialmente cuando la superficie está húmeda. En los materiales aislantes como el papel de las paredes y la pintura que se utilizan en la construcción de edificios, se evidencia el aumento de diferentes especies de hongos como el *Cladosporium spp*, *Aspergillus spp*. o *Penicillium spp*. Duarte y Roa (2018) en el mar, el aire y la tierra se encuentra gran cantidad el genero *Cladosporium*, pero tambien comúnmente se encontra mohos, como el *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* y *Alternaria* y la levadura *Rhodotorula*.

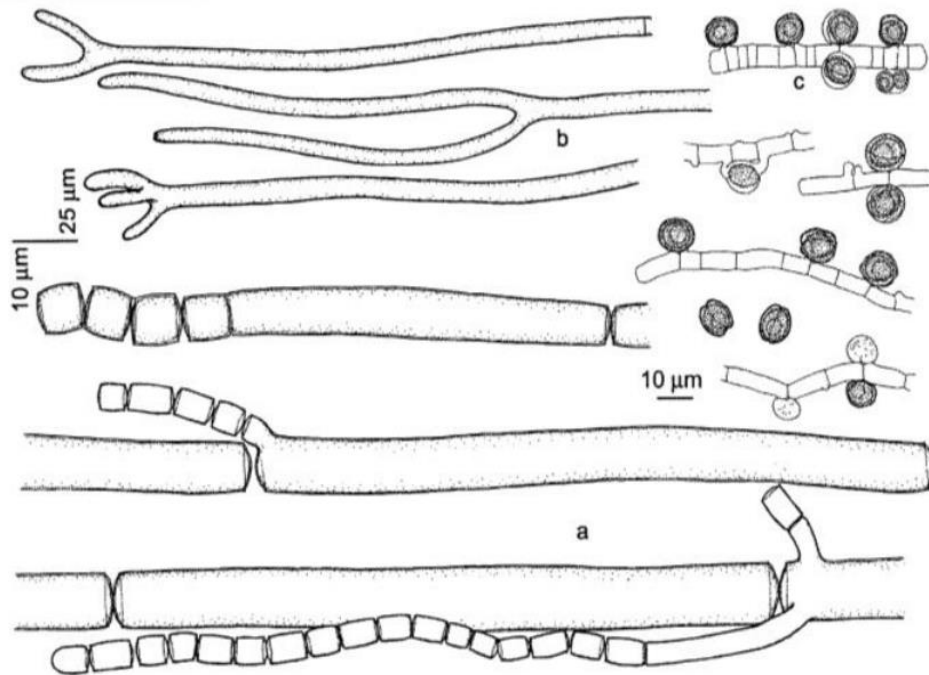
Daza et al. (2015) del estudio efectuado en las construcciones universitarias de un antiguo edificio en la ciudad de Quito, ubicado en Ecuador, demostró que

la falta de mantenimiento y el deterioro de las estructuras son factores claves que contribuyen al crecimiento de muchos hongos como *Penicillium spp.*, *Cladosporium spp.*, *Rhizopus spp.*, *Aspergillus spp.*, *Cephalosporium spp.*; en otro estudio efectuado en una universidad española se evidencio que el hongos que más prevalece es del género *Cladosporium*, seguido el *Aspergillus*, *Penicillium* y *Alternaria*. Mansilla (2019) determino tres géneros de hongos en el aire interior del comedor universitario de la ciudad de Tingo María y estas son: *Geotrichum sp*, *Aspergillus sp*, *Fusarium sp*.

a. Geotrichum

Cruz (2014) *Geotrichum* pertenece al grupo de levaduras saprotrofas y habitan en muchos lugares, a menudo podemos encontrarlos aislada en el agua, suelo, aire, plantas, frutas y verduras, cereales y productos lácteos; también podemos encontrarlo a partir de esputo, secreción vaginal, heces y orina de las personas. Macroscópicamente, las colonias crecen rápidamente, son blancas, secas y se presenta en forma de polvo; microscópicamente, se llega a ver los arthroconidios (miden 6-12 x 3-6 micras) e hifas muy gruesas y, unicelulares o cadenas, hialinos), el arthroconidio es rectangular o barril, resulta del fraccionamiento por dobles septos de las hifas. La excelente temperatura que favorece en su crecimiento es 25 °C y a 37 °C muchas cepas no crecen.

Tshisevhe et al. (2021) las especies de *Geotrichum* se consideran de baja virulencia, pero se ha demostrado que causan enfermedades. La geotricosis es una micosis afecta sobre todo a enfermos inmunocomprometidos subyacentes, como diabetes mellitus, neoplasias, insuficiencia renal, quemaduras, trasplante de órganos e infección causadas por virus inmunodeficiencia humana. La micosis más común es la geotricosis pulmonar, pero también se han informado infecciones bronquiales, orales, vaginales, cutáneas y alimentarias.



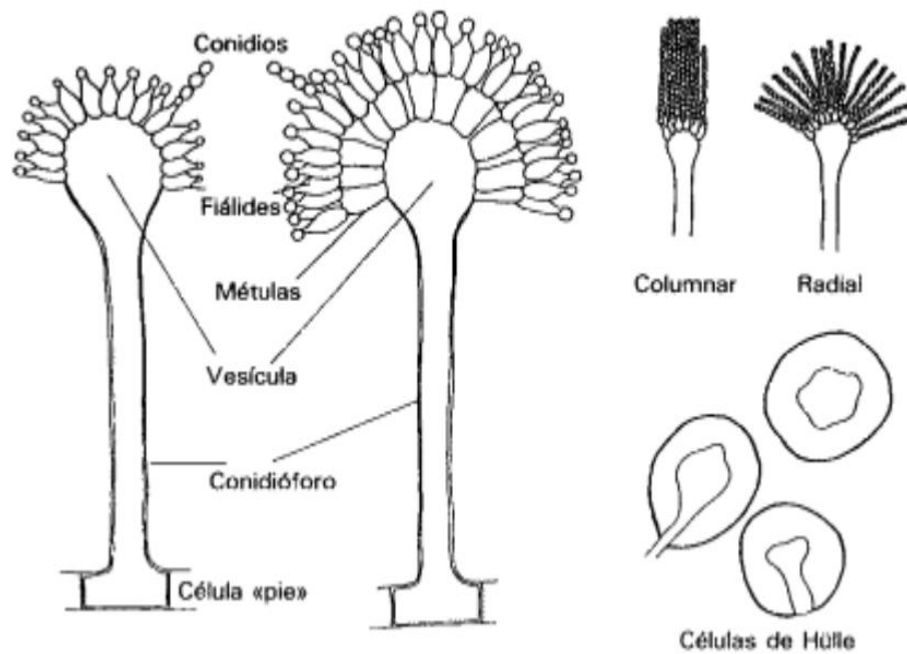
Fuente: Fernandez et al., (2019).

Figura 2. Micromorfológicamente de *Geotrichum ssp.* a. Arthrosporas b. Micelio y c. Ascosporas.

b. *Aspergillus*

Klich (2002) la gran parte de especies que forman parte del género *Aspergillus* son filamentosos saprófitos y es fundamental para descomponer la materia orgánica, su reproducción se realiza por conidios y la germinación origina hifas. Los *Aspergillus* abundan en la naturaleza y los encontramos en cualquier lugar, en el suelo sobreviven y se desarrollan en la materia en descomposición, para su crecimiento necesita que la humedad relativa este en un rango de 70 a 90 % y la temperatura un rango muy amplio (0 a 45 °C). Martinez et al. (2013) una peculiaridad de la especie de *Aspergillus* es su facultad de crear micotoxinas, ocratoxinas y aflatoxinas.

Chotirmallos et al. (2013) los *Aspergillus* son mohos omnipresentes en forma de esporas que son inhalados en grandes cantidades todos los días, mientras que la mayoría muere debido a las barreras anatómicas. La enfermedad puede ocurrir bajo ciertas condiciones, dependiendo del estado básico del sistema inmune humano, las consecuencias clínicas varían desde una respuesta inmune excesiva, aspergilosis broncopulmonar alérgica hasta el desarrollo de aspergiloma en un estado inmunocompetente. Las infecciones más graves ocurren en individuos inmunocomprometidos, donde la aspergilosis pulmonar invasiva causa una alta mortalidad. El diagnóstico de la enfermedad pulmonar relacionada con *Aspergillus* se basa en pruebas clínicas, radiológicas e inmunológicas.

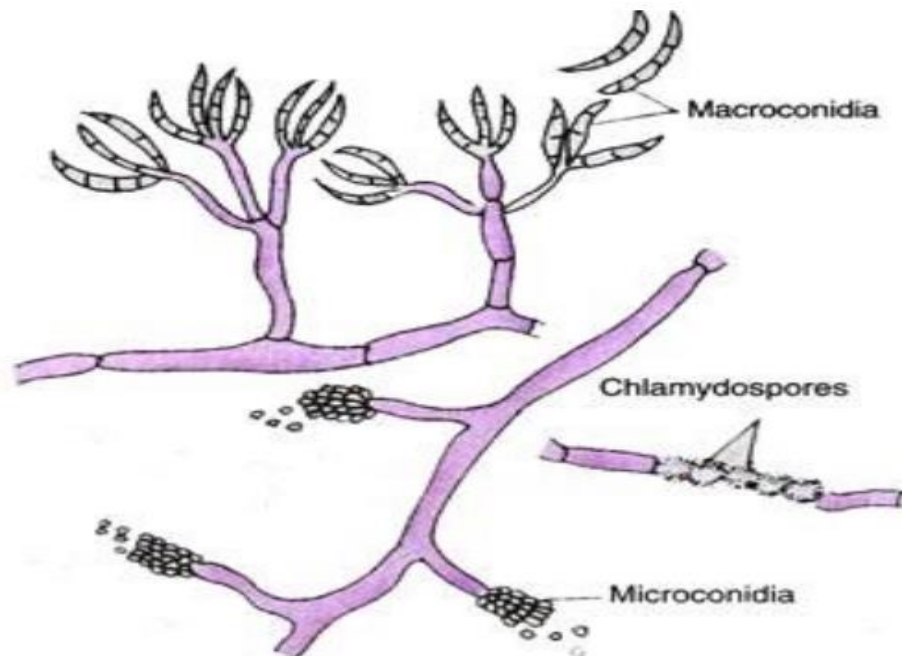


Fuente: Dagenais et al. (2009).

Figura 3. Cuerpo de fructificación microscópico de *Aspergillus* spp.

c. *Fusarium*

Schmidt (2018) el *Fusarium* pertenece al grupo de hongos cosmopolitas y filamentosos, presenta un micelio perfectamente desarrollado, septado y conidióforos peculiares, hay especies que tienen un talo unicelular. Se considera como unos hongos de campo por causar muchas enfermedades en cultivos. Este tipo de hongos está propagado en las plantas y el suelo. Considerados oportunistas por la capacidad que tiene de desarrollarse y el incremento de la población a una temperatura de 37 °C; puede llegar a provocar enfermedades sistémicas en enfermos inmunocomprometidos con alta tasa de mortalidad, en pacientes inmunocompetente puede llegar a causar sinusitis alérgica o sinusitis invasiva o no invasiva crónica; la sinusitis llega a ser invasiva en pacientes inmunocomprometidos, compromete los senos paranasales en pacientes con leucemia aguda y neutropenia prolongada, profunda y en el contexto de fusariosis diseminada, lo que sugiere que los senos paranasales pueden servir como sitio para difusión. La neumonía que es la afectación pulmonar es común en la fusariosis invasiva y casi siempre ocurre entre pacientes inmunocomprometidos con infección diseminada que generalmente se manifiesta como lesiones nodulares y cavitarias.



Fuente: Vashishta et al. (2011).

Figura 4. fusarium: macroconidios y microconidios agrupados. También se muestra una parte de una hifa que contiene clamidosporas

d. *Trichophyton*

INSHT (2013) el *Trichophyton spp.* considerado como hongo filamento. Microscópicamente, posee hifas delgadas y largas, contiene muchos microconidios en forma redondeada o piriforme, en raras ocasiones presenta macroconidios con una delgada pared, multiseptados, tiene la forma de cigarrillo o puro y son de diferentes tamaños. Las colonias macroscópicamente son algodonosas, a paso del tiempo adquieren la presencia pulverulento y aterciopelado, los colores varían de blanco a amarillo o rojo violeta, el color de la colonia en reverso es rosado-rojo, otras veces puede ser rojo-vino o amarillo-marrón o violeta y también puede carecer de pigmento. Hay esporas que sobreviven agua dulce y salada, la ropa, suelo y durante meses pueden sobrevivir a temperatura ambiente en las escamas de la piel. La propagación se origina muy a menudo con el contacto indirecto o directo. Si se inhala esporas de los hongos, en forma de bioaerosoles, puede provocar sensibilización o alergia.

Vu et al. (2021) se presentó el primer caso de afectación pulmonar de *Trichophyton spp.* en Vietnam por déficit inmunológico, ya sea localmente en el pulmón o sistemáticamente. Nir et al. (2003) Otra enfermedad que es ocasionada por la especie *Trichophyton spp.* es dermatofitosis que son patógenos fúngicos comunes que producen

principalmente infecciones superficiales de la piel, las uñas y el cabello, en raras ocasiones estos patógenos causan una forma de infección más agresiva e invasiva. Alonso et al. (2003) los podólogos atópicos están expuestos a la inhalación de partículas fúngicas de *Trichophyton spp.* puede dañar su rinitis-asma e incluso causar neumonía crónica.

e. Microsporum

INSHT (2016) el *Microsporum spp.* es considerado como hongo filamentoso y forma parte de un grupo de hongos dermatofitos que se encuentran en la parte del cuerpo que tienen queratina como: pelo, piel, uñas y plumas. Microscópicamente tiene aspecto de huso, la pared es aspera, gruesa y con grietas o abultamiento que semejan tubérculos y multiseptados (de 5 a 15 septos transversales) y los macroconidios son abundantes y grandes, estos microconidios tienen forma de maza o piriformes, sésiles o cortos racimos y brotan lateralmente de las hifas. Crece rápidamente a una temperatura de 25 °C a 30 °C, las colonias tienen un aspecto lanoso, los bordes son desflecados, son de color amarillento o parduzco, al paso del tiempo cambian a tonalidades más pardas y en el centro una forma pulverulenta. La propagación es por contacto directo o indirecto y las esporas que causan infección llegan a vivir en la ropa, suelo, agua dulce y salada, en la tierra, el polvo, las superficies o herramientas contaminadas con pelos o escamas afectados; por meses sobreviven sobre la piel a temperatura ambiente. Las corrientes de aire facilitan la propagación de las esporas o formas infectantes.

Lloret et al. (2013) No se ha evidenciado que la especie *Microsporum spp.* afecte al sistema respiratorio, pero si afecta a la piel y a los apéndices de la piel, su característica principal es que penetra en las partes queratinizadas de la piel, el cabello y las uñas; otros atacan la queratina dondequiera que se produzca de forma natural; otros están especializados y por lo tanto son menos patógenos en algunos tejidos y huéspedes. Provocan una variedad de síntomas clínicos, desde síntomas leves hasta lesiones purulentas severas e inflamación, que generalmente se denominan dermatofitosis o tiña. INSHT (2016) la tiña es una enfermedad o infección fúngica en el estrato córneo de la piel que afecta diferentes partes del cuerpo.

1.3.5. Microclima

Duval et al. (2017) demostraron que el microclima se caracteriza por “la calidad de la radiación difusa, la homogeneidad relativa de la temperatura, la alta humedad y la carencia de vientos”.

Wolkoff y Kjærgaard (2007) el incremento de la temperatura y humedad relativa afectan la calidad del aire interior inmediatamente percibida en la exposición a la

emisión de materiales de construcción, esto lleva al paradigma de que la calidad del aire en interiores debe percibirse como "seca y fría" en los entornos de oficina, es decir, humedad relativa baja y no demasiado caliente. La calidad del aire en interior parece ser más aceptable a baja humedad relativa y alta temperatura con respecto a la evaluación de la emisión de compuestos orgánico volátiles de los materiales de construcción. Sin embargo, el problema es complejo porque la condición termodinámica (es decir, la influencia de la temperatura y la humedad relativa) y los perfiles de emisión de compuestos orgánico volátiles alterados influyen en la sensación de la calidad del aire en interior. También, indican que un aumento de la temperatura (es decir, que en promedio podría resultar en una disminución de la HR) también aumenta la prevalencia de los síntomas de irritación ocular.

Las condiciones en el ambiente que favorecen el crecimiento de los hongos y las bacterias son:

a. Humedad relativa

De La Rosa et al. (2002) la humedad relativa es muy importante para el crecimiento de microorganismos. Cuando disminuye la humedad relativa en el aire, también disminuye la disponibilidad del agua para los microorganismos, causando deshidratación y por ende la inactivación de varios de ellos. En altitudes más altas, las condiciones son más favorables debido a la evaporación y algunas esporas pueden germinar en las nubes. En la atmosfera de las regiones desérticas la humedad relativa varía en un rango de 10-20 %. El límite menor de humedad relativa para que los hongos puedan crecer es de 65 % y las bacterias necesitan que la humedad relativa sea mayor. Las bacterias gramnegativas no resisten a la desecación que las positivas; por ese motivo se evidencia que existe poca transmisión de bacterias gramnegativas por el aire, a excepción de Legionella.

Ortiz y Catalán (2007) cada vez que los ambientes en el interior sea de mayor tamaño y más herméticos impide que el aire se renueve y causa la acumulación de vapor de agua y cuando se condensa en la superficies genera una condición ideal de humedad necesarias para el desarrollo de los microorganismos, todo estos factores conducen a una concentración de contaminación biológica en los edificios. Las fuentes de contaminación biológica deben ser manejadas con cuidado preventivo, considerando que la humedad relativa del aire debe estar por debajo del 70 %.

Daza et al. (2015) si la humedad relativa en el interior está por encima del 60 %, en las paredes, aire o techos, conserva condiciones idóneas para el desarrollo y crecimiento de microorganismos y es un factor que impulsa el desarrollo de las esporas y donde podemos encontrar hongos como *Penicillium* y *Aspergillus*, también afecta la calidad

del aire e incrementa los síntomas oculares y respiratorios y pueden empeorar durante la jornada laboral.

b. Temperatura

Martínez y Garbi (2020) en la atmosfera la temperatura el aire es el grado de calentamiento o enfriamiento del aire causado por el intercambio de calor entre el aire y el suelo. Pero la temperatura del aire no es constante y se ve afectada por los cambios que se dan entre el día y la noche, ya que el Sol calienta gran parte del aire irradiando la energía de la tierra y devolviéndola en forma de radiación infrarroja, esta radiación hace que el aire se caliente.

De La Rosa et al. (2002) la humedad relativa y la temperatura están estrechamente relacionada, por esa razón no resultar facil separar los efectos de estos. La temperatura varia en la troposfera, cerca de la superficie es 40°C y en las capas altas es -80° C, alcanzando así temperaturas de congelación entre 3-5 Km. La congelación no elimina a los microorganismos, pero evita que se multipliquen. Hay estudios que evidencia que si disminuye la temperatura se reduce la viabilidad de los microorganismos.

1.3.6. Métodos de muestreos

Ortiz y Catalán (2007) hay muchos métodos para muestrear el aire y así probar la contaminación en el medio ambiente. El método más simple e informal es la sedimentación, otros métodos usados son: borboteo en líquido, filtración, y el más común es la impactación.

a. Sedimentación por gravedad

De La Rosa et al. (2002) es el método sencillo y económico en el que las placas de cultivo se dejan abiertas por un período de tiempo, permitiendo que los microorganismos se asienten. Este método es ventajoso ya que puede identificar los microorganismos viables de los cultivos, pero su interpretación es difícil porque no estará relacionada con la cantidad de la muestra de aire. El depósito de los microorganismos depende del tamaño, su forma, la velocidad del viento y la turbulencia. Este método no es preciso cuantitativa ni cualitativamente y principalmente detecta los microorganismos que son persistentes en el aire, pero no detecta a pequeños microorganismos.

b. Filtración

De La Rosa et al. (2002) la separación se realiza con materiales porosos, fibra de vidrio, filtros de alginato o membranas; Estos filtros recolectan a los microorganismos por impacto, precipitación, atracción electrostática o difusión, según cual sea el tipo. Para este método se fabricaron aparatos portátiles como el Millipore que contiene bomba

de vacío y flujo de aire de 1 a 50 l/min. Entre los problemas más destacados encontramos la pérdida del desarrollo de las células vegetales debido a la sequedad en el muestreo. De las muestras que se encontraron en los filtros de membrana se puede analizar los microorganismos microscópicamente o en cultivo, colocando los filtros en los medios de cultivo sólidos y determinando el número de colonias.

c. Impacto sobre superficies sólidas

De La Rosa et al. (2002) Este método es el más utilizado hasta el momento, los microorganismos se separan del viento y utilizan la inercia para que permanezcan en un lugar sólido. El proceso de impacto está sujeto a las propiedades inerciales de la partícula como: la densidad, tamaño y velocidad, pero también de las propiedades físicas del aparato, como el tamaño de la boquilla y la dirección del flujo de aire. Se fabricaron varios dispositivos, y se diferencian por número de boquillas o impactores, el tamaño y el número de canales o etapas a través de las cuales pasa el aire; en la mayoría de estos dispositivos los microorganismos quedan atrapados en un medio de cultivo sólido contenido en placas de Petri de distinto tamaño, estas son: 65 o 90 mm (bioMérieux), 100 mm (Andersen y Burkard) y 150 mm (Casella), en tiras de plástico (Biotest) y en placas de contacto de 55 ó 84 mm (SAS y Microflow). Después de la incubación podemos hacer el recuento e identificación de los microorganismos.

d. Borboteo en líquidos

De La Rosa et al. (2002) es igual al impacto en medios sólidos y la fuerza de inercia es fundamental para separar los microorganismos que se encuentran en el aire y depositarlo en un medio líquido. El volumen de aire será de 12,5 o 20 l/min. Además, este método requiere una bomba de vacío. Estos dispositivos son llamados “trampa en líquido”, haciendo que el aire pase por un aspirador, a través de líquidos (necesariamente una solución tampón diluidas) atrapando a los microorganismos. Este líquido se siembra en placa para determinar la cantidad de microorganismos.

Ortiz y Catalán (2007) este método utiliza el aire que fluye a través de un recipiente con líquido estéril para que las partículas y los microorganismos transportados por el aire sean transportados al medio líquido, que serán analizados en un laboratorio, y se considera una de las mejores formas de recolectar muestras en medio acuoso utilizando borboteadores.

1.3.7. Mercados de abasto en la provincia de Huánuco

La provincia de Huánuco cuenta con 13 distritos, tiene una superficie de 3 592 Km² y una población estimada al 30 de junio de 2020 según INEI es de 315 799 Hab.

cómo se menciona en Callupe y Campos (2020). El resultado del censo realizado en el 2017, Huánuco es la provincia que tiene gran cantidad de habitantes, con 293 397 personas INEI (2018).

INEI (2017) la provincia de Huánuco cuenta con 18 mercados de abastos, el distrito de Amarilis cuenta con 7, el de Chinchao con 2, el de Huánuco con 6, el de Pillco Marca con 2 y el de Santa María del Valle solo 1; los mercados más antiguos son: el mercado Viejo, inicio su funcionamiento en el año 1950 y de adobe o tapia como material que predomina en las paredes del local con 236 puestos en funcionamiento, el mercado modelo privado de Huánuco en el año 1952 con material de ladrillo o bloque de cemento con 1 180 puestos en funcionamiento, el mercado municipal de Chinchao en el año 1965 con un material de ladrillo o bloque de cemento con 20 puestos en funcionamiento, el mercado San Luis en el año 1981 con un material de madera con 83 puestos en funcionamiento, el mercado Las Moras en el año 1981 con un material de adobe o tapia con 166 puestos en funcionamiento, el mercado de Paucarbamba en el año 1986 de un material ladrillo o bloque de cemento con 664 puestos en funcionamiento.

a. Mercado modelo privado de Huánuco

INEI (2017) el distrito de Huánuco cuenta con seis (6) mercados de abastos y estas son: mercados mayoristas de Puelles, mercado modelo privado de Huánuco, mercado viejo, San Martín, San Pablo y mercado las Moras. El mercado modelo privado de Huánuco, inicio su funcionamiento en el año 1952, cuenta con 1 180 puestos fijos y todos se encuentran en funcionamiento, tiene un área de 4 200 m², el material que predomina en las paredes del local es ladrillo o bloque de cemento y esta administrada por una Junta de Propietarios; esta cuenta con alumbrado eléctrico, abastecimiento de agua, pero esta no cuenta con alcantarillado.

b. Mercado de Paucarbamba

INEI (2017) el mercado de Paucarbamba está ubicado en el distrito de Amarilis, este distrito cuenta con siete (7) mercados de abasto y estas son: Andino amazónico, mercadillo sector 4 San Luis, mercado San Luis, mercado de Paucarbamba, Virgen de Fátima del niño Jesús, el buen vecino y mercadillo. El mercado de Paucarbamba inicio su funcionamiento en el año 1986, tiene un área de 3 300 m², cuenta con 664 puestos fijos y todos están en funcionamiento, el material que predomina en las paredes del local es ladrillo o bloque de cemento y esta administrada por el municipio; esta cuenta con alumbrado eléctrico, abastecimiento de agua, pero esta no cuenta con alcantarillado.

1.4. Estado del arte

1.4.1. Internacional

Duarte y Roa (2018) para determinar la calidad microbiológica del aire en la Clínica de Optometría de La Universidad de La Salle, utilizó el equipo MAS 100 para captar el aire en 5 puntos en el piso 1, 7 puntos en el piso 2 y 6 puntos en el piso 3 entre recepción, baños, almacén y pasillos de la Clínica de Optometría; determinó 27 morfotipos en las que se identificó 14 géneros bacterianos y alguno de ellos son causantes de enfermedades oculares y zoonóticas como: *Pantoea* (10,5 %), *Staphylococcus* (26.3 %) y *Sphingomonas* (5,3 %) y la relación directa que estas tienen con el viento y la humedad para su mantenimiento; obteniendo mayor presencia de bacterias al *Sphingomonas paucimobilis* y *Staphylococcus haemolyticus* en los diferentes puntos muestreados; también se determinó que el 64 % de los puntos de muestreo excedieron el límite establecido por la ISO 14644 Salas limpias y ambientes controlados de Unidades Formadoras de Colonias.

Izzeddin et al. (2017) al realizar la evaluación microbiológica de aire y superficies en quirófano de un centro de salud público por el método de impactación sobre el medio de cultivo obtuvo muestras de aire para el recuento de microorganismos como bacterias y hongos que se encuentran en el aire; como resultado se evidenció recuentos mayores a 10 UFC/m³ de aire en todas las áreas, en cuanto a la temperatura resultó superior a 20 °C y la humedad relativa mayor de 50 %, los microorganismos que se encontraron con mayor frecuencia son: *Bacillus* spp, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulans* negativos, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium xysporum*, *Penicillium frequentans*, *Pseudomonas oryzae* y *Pseudomonas luteola*; concluyendo que la calidad del ambiente del quirófano no cumple con los criterios establecidos por la Nota Técnica de Prevención- 409 y 243.

1.4.2. Nacional

Chuquilín y Rojas (2020) para evaluar la calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca, se designaron 5 puntos de muestreo y se tomaron un total de 50 muestras con el muestreador microbiológico Hycon, el promedio de la concentración es de 806 UFC/m³ de microorganismos en el mercado central de Cajamarca, los puntos que presentaron mayor concentración de microorganismos es el punto 1 (carnes) es de 859 UFC/m³ y el punto 4 (menús/ceviches) es de 831 UFC/m³ y registra seis géneros de microorganismos patógenos en los cinco puntos de muestreo predominando la *Pseudomonas* bacteria Gram- con 831 UFC/m³.

Espinoza (2020) para evaluar por el método de sedimentación la calidad microbiológica de aire en 15 puntos que están ubicados en los depósitos, las salas de exposición y talleres de restauración en el interior del Museo Convento y Catacumbas de San Francisco de Asís de Lima y efecto en el deterioro de los bienes que este alberga; obteniendo máximo $3,7 \times 10^3$ UFC/m³ microorganismos totales; y un máximo $2,3 \times 10^3$ UFC/m³ hongos filamentosos; los hongos como el *Aspergillus*, *Alternaria*, y *Penicillium* y la bacteria *Bacillus* son los microorganismos más frecuentes que se reflejaron en el deterioro de los materiales; en la investigación la temperatura y la humedad relativa no son factores decisivos a diferencia de la acumulación de polvo para la carga microbiológica tanto en el aire como sobre los bienes del museo.

Mansilla (2019) por el método volumétrico determina la calidad microbiológica del aire 3 puntos de muestreo en interiores del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María; el mayor número de microorganismos aerobios se obtuvo en la entrada del comedor (272×10^3 UFC/m³); las bacterias encontradas en el interior del comedor fueron: *Proteus morganii*, *Klebsella pneumoniae*, *Enterobacter agglomerans*, *Serratia marcescens*, *Enterobacter hafnia*.

Torres (2013) para determinar los microorganismos ambientales patógenos en sectores de expendio directo de alimentos del mercado modelo de la ciudad de Tingo María utilizó el método de impactador para partículas viables “Andersen” para la toma de muestras de aire en tres lugares de muestreo: restaurantes, juguerías y tacacherías; se obtuvo 85×10^4 mo/mL sector restaurantes, $63,67 \times 10^4$ mo/mL sector juguerías y $12,33 \times 10^4$ mo/mL sector tacacherías, los microorganismos identificados son total de siete especies de bacterias y cinco géneros de fungi; el *Aspergillus* sp., seguido por *Fusarium* sp. son los hongos con mayor abundancia y en el caso de bacteria fue *Enterobacter agglomerans*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

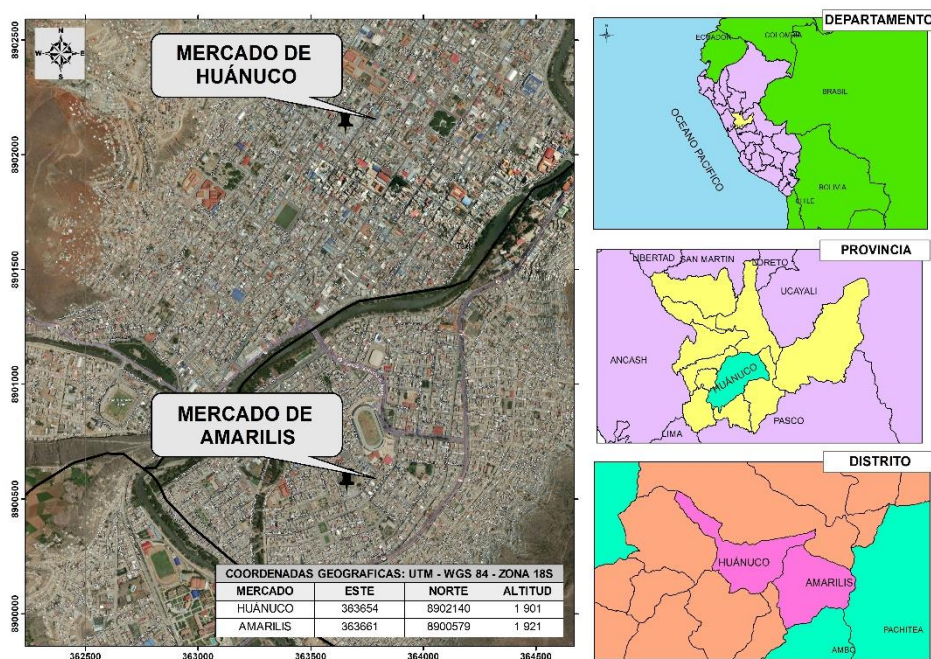
2.1.1. Ubicación geográfica

Geográficamente, las coordenadas UTM del mercado modelo privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba se encuentran ubicados en el Datum WGS 84, en la Zona 18S como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Ubicación geográfica de los mercados

Descripción	Este	Norte	Altitud
Mercado modelo privado de Huánuco	363654	8902140	1901
Mercado de Paucarbamba	363661	8900579	1921

Fuente: elaboración propia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Mapa de ubicación política y geográfica.

2.1.2. Ubicación política

La toma de muestra se llevó a cabo en el mercado modelo privado de Huánuco y el mercado de Paucarbamba, como se menciona en la tabla 7.

Tabla 7. Ubicación política de los mercados

Mercado modelo privado de Huánuco		Mercado de Paucarbamba	
Región	: Huánuco	Región	: Huánuco
Provincia	: Huánuco	Provincia	: Huánuco
Distrito	: Huánuco	Distrito	: Amarilis

Fuente: elaboración propia

El análisis microbiológico del aire de las muestras tomadas de los dos mercados se realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

2.2. Materiales y métodos

2.2.1. Materiales y equipos

a. Materiales

Los materiales utilizados fueron: Matraces Erlenmeyer, 6 jeringas de 100 ml, placas petri (100 mm x 20 mm), anza de siembra micológica, asa de siembra bacteriológica, pipetas, agitadores, gradillas, algodón, hilo pabilo, papel craft, mecheros (Bunsen y de alcohol), tubos de ensayo, porta y cubre objetos, pinzas, espátulas, etiquetas. guardapolvo, mascarilla, guantes quirúrgico y gorro de cirujano bandana y Parafilm.

b. Medio de cultivos y reactivos

Para la toma de las muestras tanto para bacterias y hongos se utilizó el medio de cultivo caldo cerebro corazón o Brain Heart Broth (BHI) y Ceftriaxona (antibiótico). Los medios de cultivo para recuento de bacterias es Agar Plate Count y para hongos Agar Sabouraud glucosado al 4%. Para el aislamiento de bacterias los medios de cultivo son: Agar MacConkey, Agar CLED (cistina-lactosa deficiente en electrolitos), Agar manitol salado, Agar M77 (Peptona, Fosfato de potasio K_2HPO_4 , Sulfato de magnesio $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, Cloruro de sodio NaCl, Sulfato de manganeso $MnSO_4$, Cloruro de hierro $FeCl_3$, Manitol, Extracto de levadura, Agar agar y Agua destilada). Para coloración de bacterias se utilizó Cristal violeta, Suero fisiológico, Lugol, Safranina y Alcohol acetona. Para la diferenciación bioquímica se utilizó Indol (Peptona y Reactivo KOVAC), Voges-Proskauer (RMVP, KOH al 4 % y Alfa Naftol), Rojo Metilo (RMVP y Colorante Rojo de Metilo), TSI (Agar-hierro-triple azúcar), LIA (Agar Lisina-Hierro), Citrato Simmons (agar Simmons), Urea (agar urea), Malonato (Agar Malonate Borth), SIM (Agar SIM). Para Microcultivo se utilizó Azul de lactofenol o Azul de Amann y Esmalte para uñas transparentes.

c. Equipos

Los equipos utilizados en el muestreo es el siguiente: Termohigrómetro digital, GPS Garmin 62S y cámara digital. Los equipos utilizados en el laboratorio fueron: Balanza analítica marca Henkel de 300 g de exactitud, estufa incubadora donde se regula la temperatura (MEMMERT), incubadora temperatura ambiental, autoclave Model LTA 40 L, refrigerador, baño maría Barnstead Electrothermal de 30 L y microscopio electrónico marca LEICA modelos DMSOORH.

2.2.2. Estrategias de investigación

a. Alcance de investigación

Es descriptivo, porque se mide o recoge información sobre la calidad microbiológica del aire de manera dependiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere, como se menciona en Hernández et al. (2014).

b. Clase de investigación

Es aplicada, porque se resuelve la siguiente interrogante ¿Cómo es la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba?

c. Diseño de investigación

Es cuantitativa no experimental longitudinal porque se describe la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba. Seleccionando tres (3) áreas para la toma de muestras de aire en el interior de los mercados (Comida, Verduras y Carnes) con 3 repeticiones según el siguiente esquema que se muestra en la figura 6:

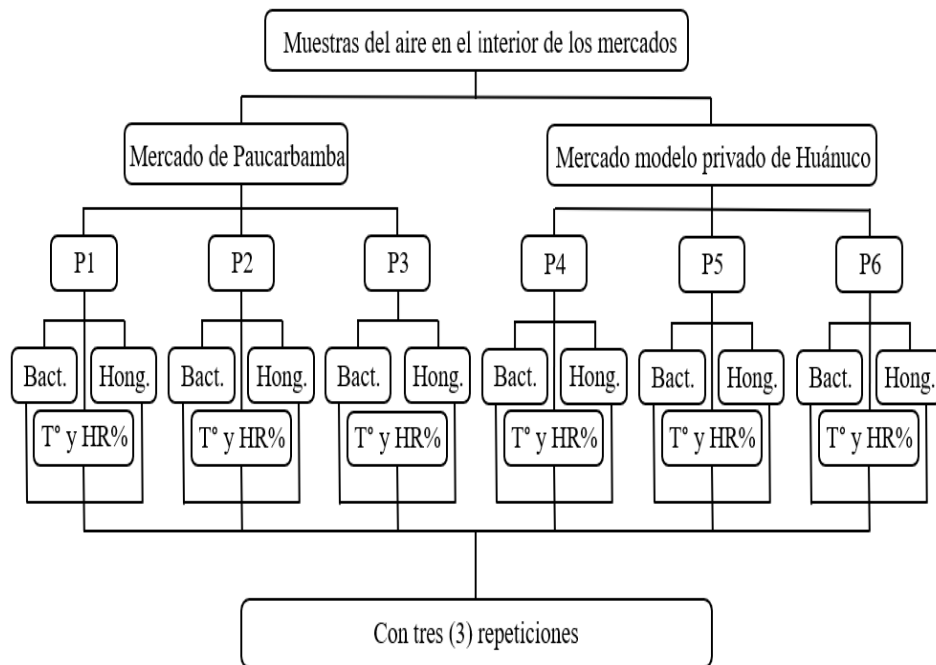


Figura 6. Esquema del trabajo de investigación

Leyenda:

[P_{1,2, 3, ...,P₆}]: Áreas de muestreo, [T° y HR%]: Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%),

[Bact.]: Bacterias y [Hong.]: Hongos.

d. Variable de investigación

- Calidad microbiológica del aire interior.

e. Variables intervinientes

- Seis áreas de muestreo de bacteria y hongos, tres áreas en el mercado de Paucarbamba y tres áreas en el mercado modelo privado de Huánuco.
- Variación microclimática (Temperatura y Humedad Relativa).

f. Análisis estadístico

Se utilizó el diseño factorial porque se manipulan dos o más variables intervinientes, en todos los niveles o modalidades que se incluyen en cada variable intervinientes son tomados en combinación con todos los niveles o modalidades de las otras variables intervinientes, para eso se utilizó el programa STATGRAPHICS Centurion XVI.I en la cual se desarrolla la siguiente ecuación (1).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

Donde:

Y_{ijk} : Medición de la variable de investigación: concentración de bacterias y hongos, temperatura y humedad relativa

U : La media global de la medición de la variable de investigación.

α_j : Efecto del mercado de abastos

β_k : Efecto del área de muestreo

$(\alpha\beta)_{jk}$: Efecto de la interacción del mercado de abastos y el área de muestreo

ϵ_{ijk} : Efecto del error aleatorio.

Tabla 8. Modelo del diseño factorial

Área de muestreo	Mercado de abastos	
	Mercado de Paucarbamba	Mercado modelo privado de Huánuco
Comida	$Y_{1,1}$	$Y_{2,1}$
Verduras	$Y_{1,2}$	$Y_{2,2}$
Carnes	$Y_{1,3}$	$Y_{2,3}$

Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Metodología

2.2.3.1. Comportamiento del microclima en el interior de los mercados.

Para determinar el microclima en el interior del mercado se tuvo que sostener el termohigrómetro por 30 seg., después tomar nota de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y la Humedad Relativa (%).

2.2.3.2. Área del mercado con mayor concentración de bacterias y hongos en el aire.

Para la toma de muestras de aire se preparó 6 matraces con caldo que contenía 100 mililitros de agua destilada y 3.7g de caldo BHI (caldo cerebro corazón o Brain Heart Broth) granulado, luego fueron llevados a baño maría por un tiempo de 30 min a 100°C para la dilución y por último colocado dentro del autoclave a 15 PSI de presión por 15 min. Se agregó 0.5g de ceftriaxona (un antibiótico) dentro de los matraces para las muestras de hongos antes de realizar la descarga de aire. Con la jeringa de 100 ml esterilizada se realizan 10 succiones de aire, a una altura de 1.5 m, ya que es una altura respirable para las personas, para luego descargar el aire en el interior del matraz que contiene caldos. Los horarios de muestreo son de 10 am a 12 pm, hora punta en que la población realiza sus compras en el interior del mercado.

a. Recuento de bacterias

Para el recuento de bacterias se esteriliza 6 Placas Petri, uno para cada muestra, en un matraz se mezcla 4.5 g de agar Plate Count y 200 ml de agua destilada y son llevados por 30 min a baño maría a 100°C para después ponerlo a una presión 15 PSI dentro del autoclave durante 15 min. En una Placa Petri se coloca, con la ayuda

de una micropipeta, 0.1 μL (10^{-3}) de la muestra del matraz que contiene BHI donde se descargaron las muestras de aire, después se agrega el Plate Count, que se preparó anteriormente; seguidamente se agitó suavemente la Placa Petri con cinco giros a la izquierda, cinco giros a la derecha y tres giros formando el ocho y dejando solidificar por cinco minutos, para después ser colocados en la incubadora MEMMERT a 37°C junto con los matraces que contienen las muestras, después de 48 horas se realiza el recuento de bacterias que crecieron en la Placa Petri, aplicando la siguiente ecuación (2).

$$\text{UFC}/\text{m}^3 \text{ de aire} = \text{Numero de colonias} * \text{inóculo de siembra} * \text{factor de dilución} \quad (2)$$

b. Recuento de hongos

Se esteriliza 6 Placas Petri, uno para cada muestra, en un matraz se mezcló Agar Sabouraud 13 g de y agua destilada 200 ml y se llevó por 30 min a baño maría a 100°C para después ser colocado a 15 PSI de presión por 15 min dentro del autoclave. En una Placa Petri se coloca, con la ayuda de una micropipeta, 0.1 μL (10^{-3}) de la muestra del matraz donde se descargaron las muestras de aire, después se agrega 0.5g de Ceftriaxona (antibiótico) al Agar Sabouraud, que se preparó anteriormente y se mezcla; seguidamente se agrega esta mezcla a la Placa Petri para después mover la Placa Petri suavemente cinco giros a la izquierda, cinco giros a la derecha y tres giros formando el ocho y dejando solidificar por un periodo de cinco minutos, después son sellados la Placa Petri con Parafilm para ser colocados en la incubadora a temperatura ambiente junto con los matraces que contienen las muestras, después de 5 a 8 días se realiza el recuento de hongos que crecieron en la Placa Petri con la ayuda del contador de colonias, aplicando la siguiente ecuación (2).

2.2.3.3. Área del mercado con mayor presencia de microorganismos patógenos en el aire.

a. Bacterias

Para el aislamiento de bacterias se prepararon los siguientes medios de enriquecimiento Lopez (2004), para la preparación de Agar Manitol Salado en un matraz de 250 ml se agregó 200 ml de agua destilada y 22.2 gramos de agar manitol salado; para preparar el agar CLED en un matraz de 250 ml se agregó 200 ml de agua destilada y 7.2 gramos de agar CLED; para preparar Agar MacConkey en un matraz de 250 ml se agregó 200 ml de agua destilada y 10 gramos de agar MacConkey; para preparar Agar M77 en un matraz de 250 ml se agregó en 200 ml de agua destilada, 1 gramo de peptona, 0.15 gramos de Fosfato de potasio (K_2HPO_4), 0.06 gramos de Sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 0.06 gramos de Cloruro de sodio (NaCl), 0.06 gramos de Sulfato de manganeso (MnSO_4), 0.03 gramos de Cloruro de hierro (FeCl_3), 4.5 gramos de Manitol, 1.5 gramos de extracto de

levadura y 4.5 gramos de Agar Agar; los cuatro matraces que contienen los medios de enriquecimiento preparados para aislar las bacterias son llevado por 30 min a baño maría a 100°C y después se esterilizará a una presión de 15 PSI en el autoclave por 15 minutos, dejando que se enfríe hasta 45°C para después colocar cada medio de enriquecimiento en Placas Petri para las seis muestras siendo un total de 24 Placas Petri (cuatro medios de enriquecimiento por seis áreas de muestreo), por ultimo dejar que se solidifique.

Para la siembra en los medios de enriquecimiento que están en las Placas Petri se procedió a retirar las muestras de BHI, en donde se descargaron las muestras de aire, de la incubadora MEMMERT; utilizando la asa de siembra bacteriológica se extrajo el inóculo de las muestras de BHI y por el método de estrías se realizó la siembra en las Placas Petri que contienen medio de enriquecimiento, después de terminar con la siembra estos son llevados a la incubadora, el agar M77 es llevado a temperatura ambiente por 48 horas; el Agar CLED, Agar MacConkey y Agar Manitol Salado es llevado a una temperatura de 37°C por 48 horas.

Para la coloración de bacterias se utilizó la técnica Gram que inicia colocando una gota de Suero fisiológico en el Porta objeto más el inóculo de la muestra que se sustrae con el asa de siembra bacteriológica de la Placa Petri de los medios de enriquecimiento que estaban en la incubadora por 48 horas, con el asa de siembra bacteriológica se mezcla Suero fisiológico y el inóculo, se realiza el secado de la mezcla al colocar el Porta objeto sobre el mechero de Bunsen encendido; agregar al Porta objeto, que contiene el secado del inóculo, cristal violeta de 2 a 3 gotas, dejando reposar 2 min y lavar a chorro; después se añadió 1 o 2 gotas de Lugol, dejando reposar 2 min y lavar a chorro; a la misma se añadió 1 o 2 gotas de alcohol acetona, dejar reposar 5 seg., se realizaron movimientos en forma de vaivén y lavar a chorro; a la misma se añadió 1 o 2 gotas de Safranina, dejando por 30 seg. y lavar a chorro; colocar el Porta objeto sobre papel absorbente, una vez seco el Porta objeto adicionar aceite de cedro una gota y después con el objetivo 100x del microscopio observar e identificar el género.

Para la diferenciación bioquímica se preparo Indol, para eso en el matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó un gramo de peptona; para preparar SIM, en el matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó seis gramos de SIM; para preparar Voges-Proskauer (VP) y Rojo Metilo (RM), en el matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó 3.4 gramos de RMVP; para preparar Agar Lisina-Hierro (LIA), en el matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó 6.4 gramos de LIA; para preparar Agar Hierro Tres Azucares (TSI),

en el matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó 13 gramos de agar TSI; para preparar Caldo Malonato, en un matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó 1.6 gramos de Malonate Borth; para preparar Citrato de Simmons, en el matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó 5 gramos de agar Simmons y para preparar Urea, en un matraz de 250 ml que contiene 200 ml de agua destilada se diluyó 5.05 gramos de agar urea; estos matraces fueron llevados por 30 minutos a baño maría a 100°C para la dilución, después fueron esterilizados a una presión de 15 PSI en el autoclave por 15 minutos, dejando que enfrié hasta 45°C. Colocar 9 ml de cada caldo (Indol, Rojo de metilo, Voges-Proskauer y Malonato) en un tubo de ensayo diferente; para LIA y TSI se agregó RMVP hasta la tercera parte de los tubos de ensayo diferentes y se colocó a 45° de inclinación se obtuvo forma de pico de flauta; para Citrato de Simmons se agregó en tubos de ensayo forma inclinada; Urea y SIM se vertió en un tubos de ensayo en columna;. Para la siembra, con el asa de siembra bacteriológica, se retiró un inóculo de los medios de enriquecimiento (son los siguientes agar: CLED, Manitol Salado, MacConkey y M77) se sembrar por método de enjuague en los caldos (Indol, Rojo de metilo, Voges-Proskauer y Malonato), en caso de TSI y LIA (pico de flauta) el método de siembra es puntura y estría, en el caso de Citrato de Simmons (tubo inclinado) el método de siembra es por estría y en Urea y SIM (tubo en columna) el método de siembra es por puntura; se rotularon los tubos de ensayo y colocados en una gradilla para después ser llevado a la incubadora a 37 °C por 48 horas, pasado esta hora se procede a la lectura.

Para la lectura, al tubo de ensayo rotulado con Indol se añadió el reactivo KOVAC de 1 a 2 gotas, si esta presenta un anillo rojo es Indol (+) (metabolito proteico), si no presenta es Indol (-); al tubo de ensayo rotulado con SIM se añadió el reactivo KOVAC, 2 gotas y se agitaron delicadamente, si se observa anillo de forma viscoso es SIM (+) (motilidad positiva) y si no presenta es SIM (-) (no presenta motilidad); al tubo de ensayo rotulado con RM se añadió colorante Rojo de Metilo de 1 a 2 gotas, si cambia a color rojo o rosado es RM (+), si no presenta es RM (-); al tubo de ensayo rotulado con VP se añadió KOH al 4 % de 1 a 2 gotas y Alfa Naftol de 1 a 2 gotas, se esperó de 10 a 20 min, si cambia a rosado indica VP (+); si el tubo de ensayo rotulado con Citrato Simmons se torna de color azul es Citrato Simmons (+) ya que las bacterias aprovechan el carbono del citrato; si el tubo de ensayo rotulado con Malonato se torna de color azul es Malonato (+) y si no es negativo; si el tubo de ensayo rotulado con Ureasa cambia de color amarillento a color grosella o rosado intenso, es Ureasa (+) y si no es negativo; al tubo de ensayo rotulado con TSI y LIA se divide imaginariamente en dos partes: superior que es inclinada (pico) e inferior (profundidad), se observó el cambio de color en las dos partes, si cambia de color Rojo al color amarillo se coloca

la letra A y si no cambia de color la letra K, el cambio de color es autónomo tanto en la parte superior e inferior. Si presenta color negruzco en la picadura es Ácido sulfhídrico positivo (H_2S +), si observamos que presenta burbujas de gas (CO_2) se colocan cruces de acuerdo a la intensidad de estas (1+, 2+, 3+).

Tabla 9. Los resultados de la prueba TSI y LIA

Resultado	Superior	Inferior	Color negruzco	Gas	Significado
A/K	Color amarillo	Color rojo	+	++	Existe acidez a partir de los carbohidratos en el pico, alcalinidad en la profundidad, existe H_2S y Gas
A/A	Color amarillo	Color amarillo	-	+	Existe acidez, no hay H_2S y hay Gas
K/K	Color rojo	Color rojo	-	-	La bacteria no fermenta azúcares

Fuente: Elaboración propia

Todos los resultados obtenidos son colocados en una tabla de Excel y se comparan en la tabla de identificación y análisis bacteriano, que es fundamental para distinguir las especies de los diferentes géneros de bacterias que causan enfermedades.

b. Hongos

Para el aislamiento de hongos Se prepara Agar Sabouraud, descritos anteriormente, como medio de enriquecimiento y se coloca en seis Placas Petri esterilizadas y dejar que se solidifique, después se procede a retirar las muestras de BHI más Ceftriaxona (antibiótico), en donde se descargaron las muestras de aire, de la incubadora para temperatura ambiente, con la ayuda de la anza de siembra micológica se retiró un inóculo de la muestra de BHI más Ceftriaxona (antibiótico) y por el método de estrías y puntura se procedió a la siembra en las Placa Petri que contiene el medio de enriquecimiento, después de terminar con la siembra se sella las Placas Petri con Parafilm y llevados a la incubadora para temperatura ambiente por 5 a 8 días.

Para el microcultivo se preparó Agar Sabouraud, descrito anteriormente, en una Placa Petri se coloca Agar Sabouraud más Ceftriaxona (antibiótico) y dejar que se solidifique; en seis Placas Petri fueron colocados: algodón húmedo, soportes de vidrio, sobre el soporte fueron colocados la láminas porta y cubre objeto debidamente esterilizados; la Placa Petri que contiene Agar Sabouraud más Ceftriaxona (antibiótico) son dividirlo en cubitos de 20x20x10mm, con la ayuda del mechero de Bunsen se esteriliza la espátula, con la espátula se retira el cubitos y se coloca sobre la láminas porta objeto, con la anza de siembra micológica esterilizada con el mechero de Bunsen se retira un

inoculo de las Placas Petri del medio de enriquecimiento, los que fueron llevados a la incubadora a Temperatura ambiente por 5 a 8 días, este inoculo es colocado y esparcido sobre el cubito, que fue colocado sobre la lámina porta objeto, con la ayuda de una pinza esterilizada con el mechero de Bunsen se sujeta la lámina cubre objetos y se coloca sobre el cubito que contiene el inoculo. Se realiza el mismo procedimiento para las demás muestras y se sella las Placas Petri con Parafilm, para luego ser llevadas a la incubadora a Temperatura ambiente por 5 a 8 días.

Después de realizar el microcultivo y pasados los 8 días, en una lámina porta objeto nueva se añadió azul de lactofenol o Azul de Amann una gota, con la ayuda de una pinza esterilizada con el mechero de Bunsen se retira el cubre objeto del microcultivo, y se coloca sobre la lámina porta objeto que contiene azul de lactofenol o Azul de Amann una gota, con un papel absorbente se retira el exceso del colorante y no debe quedar burbujas de aire, sellar con un esmalte de uñas transparente todo el borde (los cuatro lados) y se rotularon; después se desecha el cubito del microcultivo en un contenedor que tiene agua con legía, al igual que el anterior procedimiento con una pinza esterilizada con el mechero de Bunsen se retiró el porta objeto que tenía la muestra, se añadió Azul de Amann dos gotas, después se colocó un nuevo cubre objeto y con un papel absorbente se absorbe el exceso del colorante sin dejar burbujas de aire, con un esmalte de uñas transparente todo el borde (los cuatro lados) y se rotularon; por ultimo observar con la ayuda del microscopio con aumento de 400 (lente ocular de 10x y lente objetivo 40x). Se repite el mismo procedimiento para las demás muestras.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Comportamiento del microclima en el interior de los mercados

La tabla 10 muestra el resultado del promedio de la temperatura (°C) y la humedad relativa (%) de las tres repeticiones, también se muestra el coeficiente de variación de la temperatura y humedad relativa y el promedio por mercado obtenidos en las áreas de muestreo (comidas, verduras y carnes) en el interior del mercado de Paucarbamba y del mercado modelo privado de Huánuco.

Tabla 10. Datos del microclima en las diferentes áreas de muestreo

Mercado de abastos	Área de muestreo	T °C Promedio	Coef. Variación (%)	Promedio por mercado T °C	HR (%) Promedio	Coef. Variación (%)	Promedio por mercado o HR (%)
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	22,7	16	22,7	56	11	57
	Verduras (P2)	22,9	16		57	11	
	Carnes (P3)	22,6	11		59	13	
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P4)	23,1	14	24,0	51	15	52
	Verduras (P5)	23,9	9		52	14	
	Carnes (P6)	24,9	5		52	13	
Promedio total de muestreo		23,4	-	-	54,6	-	-

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se aprecia el promedio de la temperatura (°C) de las tres repeticiones, la mayor temperatura es de 24,9°C en el área seis (P6) carnes en el mercado modelo privado de Huánuco y la menor temperatura es de 22,6°C en el área tres (P3) carnes en el mercado de Paucarbamba. De La Rosa et al. (2002) hay estudios que evidencia que si disminuye la temperatura se reduce la viabilidad de los microorganismos.

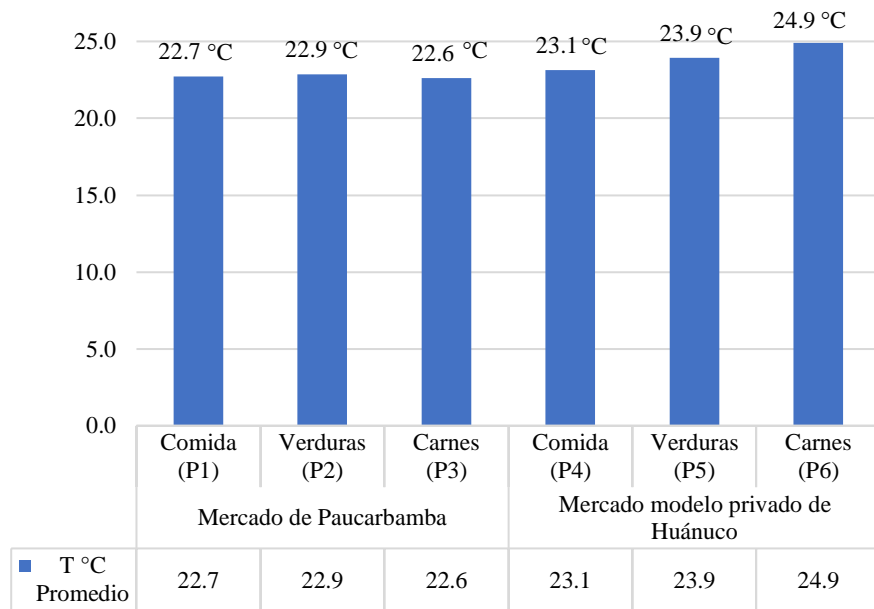


Figura 7. Promedio de la temperatura en las diferentes áreas de muestreo en el interior de los mercados de abastos.

En la figura 8 se aprecia el promedio de la humedad relativa (%) de las tres repeticiones, la mayor humedad relativa es de 59% en el área tres (P3) carnes en el mercado de Paucarbamba y la menor humedad relativa es 51% en el área cuatro (P4) comida en el mercado modelo privado de Huánuco. De La Rosa et al. (2002) indica que cuando disminuye la humedad relativa en el aire, también disminuye el agua disponible para los microorganismos, causando la inactivación de varios de ellos por la deshidratación, la cual tiene relación con los resultados obtenidos.

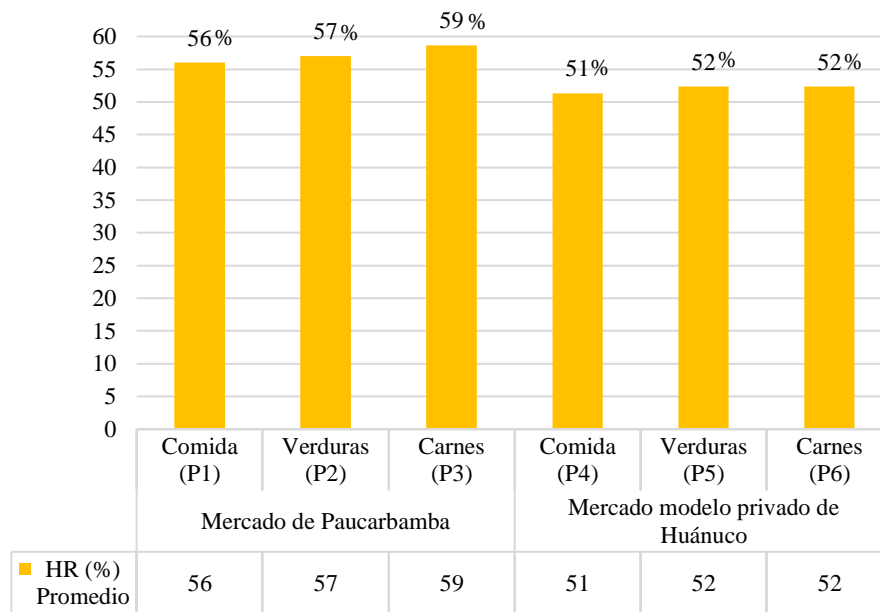


Figura 8. Promedio de la humedad relativa en las diferentes áreas de muestreo en el interior de los mercados de abastos.

De La Rosa et al. (2002) refiere que la humedad relativa y la temperatura están estrechamente relacionada, por esa razón no resultar fácil separar los efectos de estos; en los resultados de esta investigación se aprecia que la razón por la que incrementa la humedad relativa es porque disminuye la temperatura. Wolkoff y Kjærgaard (2007) hace referencia que el incremento de la temperatura y humedad relativa afectan la calidad del aire interior, esto lleva al paradigma de que la calidad del aire interior debe percibirse como "seca y fría" en el entorno de la oficina, es decir, humedad relativa baja y no demasiado caliente; la calidad del aire en el interior de los mercados presenta una baja humedad relativa definida como seca y una temperatura fría.

El mercado de Paucarbamba tiene un área de 3 300 m², es mayor la humedad relativa (57%), y menor la temperatura (22,7°C) y el mercado modelo privado de Huánuco tiene un área de 4 200 m², es menor la humedad relativa (52) y mayor la temperatura (24.°C). difiere en lo que menciona Ortiz y Catalán (2007) cada vez que los ambientes en el interior sea de mayor tamaño y más herméticos impide que el aire se renueve y causa la acumulación de vapor de agua y cuando se condensa en la superficies genera una condición ideal de humedad necesarias para el desarrollo de los microorganismos. Esto se debe a que los dos mercados de abastos no son herméticos y existe la renovación de aire.

3.2. Área del mercado con mayor concentración de bacterias y hongos en el aire.

Los resultados obtenidos después del análisis de las muestras de aire, presentado en la tabla 11, se determinó el promedio de la concentración de bacterias y hongos en UFC/m³ como también el total de microorganismos por área y mercado de las tres repeticiones.

Tabla 11. Concentración de bacterias y hongos en UFC/m³ de aire

Mercado de abastos	Área de muestreo	Promedio Bacterias por área (UFC/m ³)	Coef. Variación (%)	Promedio Bacterias por mercado (UFC/m ³)	Promedio Hongos por área (UFC/m ³)	Coef. Variación (%)	Promedio Hongos por mercado (UFC/m ³)
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	7 x10 ³	14	23 x10 ³	9 x10 ³	22	22 x10 ³
	Verduras (P2)	13 x10 ³	16		35 x10 ³	15	
	Carnes (P3)	50 x10 ³	18		22 x10 ³	19	
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P4)	14 x10 ³	21	13 x10 ³	31 x10 ³	27	14 x10 ³
	Verduras (P5)	2 x10 ³	25		4 x10 ³	35	
	Carnes (P6)	24 x10 ³	13		7 x10 ³	31	

Fuente: Elaboración propia

Romero et al. (2016) es importante realizar el recuento de los microorganismos para precisar la calidad del aire interior de las edificaciones, por ese motivo en la tabla 11 se presenta la concentración (UFC/m³) de las bacterias y hongos de las diferentes áreas y mercados, teniendo como resultado que la mayor concentración de bacterias es de 50 x 10³ UFC/m³ en el área tres (P3) carnes del mercado de Paucarbamba y la menor concentración es de 2 x 10³ UFC/m³ en el área cinco (P5) verduras del mercado modelo privado de Huánuco; en el caso de los hongos la mayor concentración es de 35 x 10³ UFC/m³ en el área dos (P2) verduras en el mercado de Paucarbamba y la menor concentración es de 4 x 10³ UFC/m³ en el área cinco (P5) verduras en el mercado modelo privado de Huánuco. Según la Organización Mundial de la Salud y el documento Cos Projec 613 Report n°12 editado por la Comisión de las Comunidades Europeas en el año 1993 establecen los límites de contaminación de la concentración de bacterias y hongos (U.F.C./m³ en el aire) como referencia la tabla 3 y tabla 4; el área uno (P1) comida del mercado de Paucarbamba tiene un nivel de contaminación muy baja en bacterias y hongos, el área dos (P2) carnes del mercado de Paucarbamba tiene un nivel de contaminación muy baja en bacterias y baja en hongos, el área tres (P3) carnes del mercado de Paucarbamba tiene un nivel de contaminación baja en bacterias y muy baja en hongos, en el área cuatro (P4) comida del mercado modelo privado de Huánuco tiene un nivel de contaminación muy baja en bacterias y baja en hongos, en el área cinco (P5) verduras y el área

seis (P6) carnes del mercado modelo privado de Huánuco el nivel de contaminación de bacterias y hongos es muy baja.

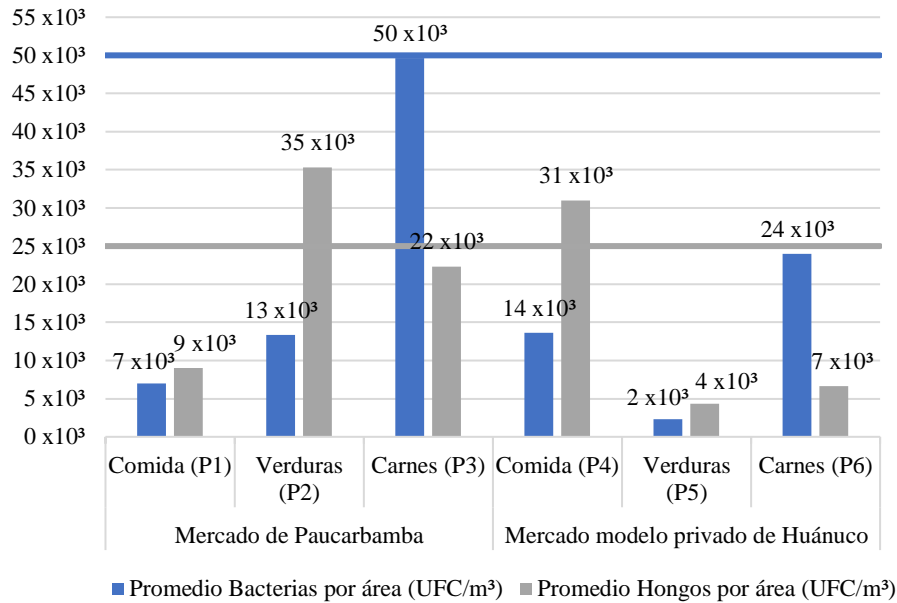


Figura 9. Concentración de microorganismos (bacterias y hongos) en las diferentes áreas y mercados

Chuquilín y Rojas (2020) indica que en el interior del mercado central de Cajamarca el promedio de la concentración de microorganismos es de 806 UFC/m³, los puntos que presentaron mayor concentración de microorganismos es el punto 1 (carnes, 859 UFC/m³) y el punto 4 (menús/ceviches, 831 UFC/m³). De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación la mayor concentración de microorganismos fue en el mercado de Paucarbamba (46x10³ UFC/m³) y el área 3 (carnes 72x10³), seguido el área 2 (verduras 49x10³ UFC/m³) del mercado de Paucarbamba.

Torres (2013) determino que en el expendio directo de alimentos del mercado modelo de la ciudad de Tingo María, el sector restaurantes se tiene mayor cantidad de microorganismos en el aire que el sector juguería y tacacherías; es diferente a los resultados obtenidos en esta investigación, ya que se determinó que en el área 1 (P1) Comida en el mercado de Paucarbamba y mercado modelo privado de Huánuco la concentración de microorganismos en el aire fue menor.

3.3. Área del mercado con mayor presencia de microorganismos patógenos en el aire.

La tabla 12 se presenta la lista de todos los géneros de bacterias y hongos que fueron identificadas en cada área de muestreo en el mercado de Paucarbamba y en el mercado modelo privado de Huánuco.

Tabla 12. Diversidad de microorganismos identificadas en el aire

Mercado de abastos	Área de muestreo	Género de Bacterias identificadas	Género de Hongos identificadas	Diversidad de microorganismos
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	Bacillus sp. Staphylococcus sp. Lactobacillus sp Enterobacter Agglomerans	Geotrichum sp. Aspergillus sp.	6
	Verduras (P2)	Bacillus sp. Staphylococcus sp. Enterobacter Agglomerans	Aspergillus sp.	4
	Carnes (P3)	Staphylococcus sp. Bacillus sp. Enterobacter Agglomerans	Aspergillus sp.	4
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P4)	Staphylococcus sp. Bacillus sp. Enterobacter Agglomerans	Fusarium sp. Aspergillus sp. Geotrichum sp.	6
	Verduras (P5)	Bacillus sp. Lactobacillus sp. Staphylococcus sp. Enterobacter Agglomerans	Trichophyton spp. Aspergillus sp.	6
	Carnes (P6)	Staphylococcus sp. Bacillus sp. Enterobacter Agglomerans	Microsporium sp. Geotrichum sp. Aspergillus sp.	6

Fuente: Elaboración propia

El área con mayor presencia de géneros de bacterias en el aire, como se muestra en la figura 10, es el área 1 (P1) Comida del mercado de Paucarbamba y el área 5 (P5) verduras del mercado modelo privado de Huánuco que se identificaron 4 géneros de bacterias; en el área 2 (P2) Verdura y en el área 3 (P3) Carne del mercado de Paucarbamba y en el área 4 (P4) Comida y el área 6 (P6) Carne del mercado modelo privado de Huánuco se identificaron 3 géneros de bacterias. En el caso de hongos el área con mayor presencia de hongos en el aire, como se muestra en la figura 10, es el área 4 (P4) Comida en el mercado modelo privado de Huánuco, se identificó 3 géneros de hongos; y el área 6 (P6) Carne del mercado modelo privado de Huánuco que se identificó 3 géneros de hongos; siguiendo el área 1 (P1) Comida del mercado de Paucarbamba y el área 5 (P5) Verdura del mercado modelo privado de Huánuco que se identificó 2 géneros de hongos; por último en el área 2 (P2) Verdura y en el área 3 (P3) Carne del mercado de Paucarbamba se identificó solo 1 género de hongos.

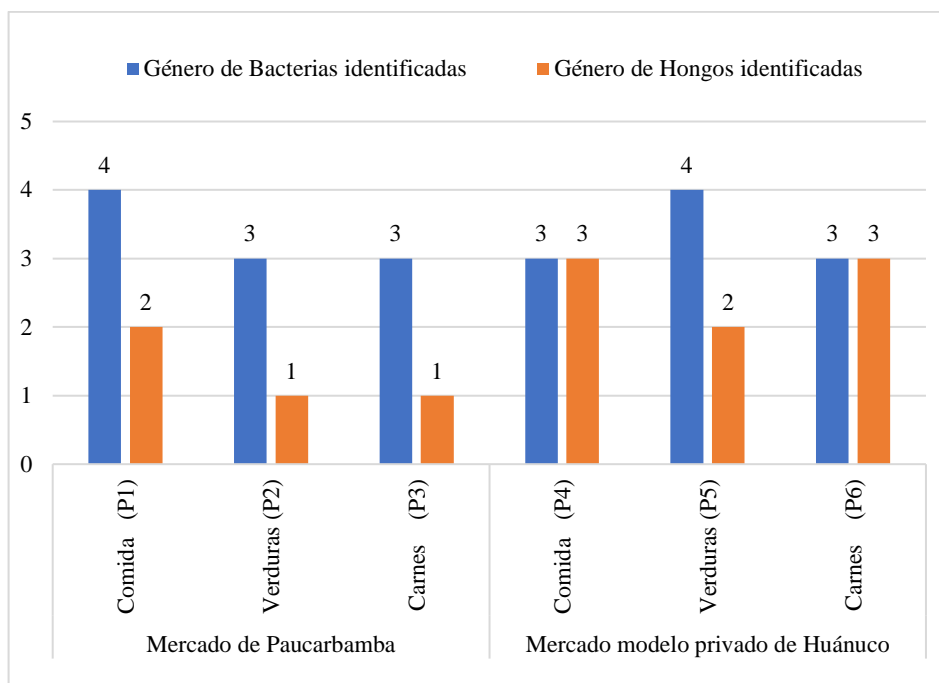


Figura 10. Genero de bacterias y hongos en el aire de los mercados

La tabla 12 y la figura 10 muestra que los géneros de bacteria más sobresalientes en todas las áreas de muestreo son: *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp* y *Enterobacter Agglomerans*. Izzeddin, et al. (2017) el *Bacillus spp* se encontró con mayor frecuencia en la microbiológica del aire en el quirófano de un centro de salud público. Romero et al. (2016) en el estudio de la calidad bacteriológica del aire interior en un laboratorio de microbiología se evidencia que las bacterias grampositivas se encuentran en mayor cantidad que las bacterias gramnegativas debido a que son más resistentes y que predominan por más tiempo, entre los géneros de bacterias grampositivas se encuentra el *Staphylococcus* y *Bacillus*.

Mansilla (2019) encontró la especie *Enterobacter agglomerans* en el aire interior del comedor, Decuadro et al. (2015) y Silva y Martínez (2018) hace referencia que la especie *Enterobacter agglomerans* habita en el suelo, plantas, frutas, vegetales, la piel humana, agua, parte del microbiota gastrointestinal de animales, insectos y humanos y también se encuentran en los heces animales y humanas. Dicha especie se encontró en todas las áreas de muestreo en los diferentes mercados.

El área 1 (P1) Comida del mercado de Paucarbamba y el área 2 (P2) Verduras del mercado modelo privado de Huánuco como muestra en la tabla 12 y figura 10 se encontró en el aire interior el género *Lactobacillus sp.*, Mansilla (2019) una de las bacterias encontradas en su investigación en el aire interior del comedor fue el *Lactobacillus sp.* Sin et al. (2017) la temperatura óptima de crecimiento de los lactobacilos está entre 30 – 40 °C esto difiere al resultado obtenido ya que las áreas donde se encontraron el *Lactobacillus sp.* tiene

una temperatura promedio de 23.3 °C. Sin et al. (2017) el hábitat natural de la especie *Lactobacillus sp.* es variado pudiéndolos encontrar en el aparato gastrointestinal de mamíferos y aves, incluyen alimentos de origen vegetal y animal, se sabe que estos productos se encuentran en un mercado de abastos y sería el motivo por el cual se encontró dicho género.

El género de hongos más sobresalientes en todas las áreas de muestreo es el *Aspergillus sp.* Como menciona Ortiz y Catalán (2007) algunos hongos como el *Aspergillus spp.* producen micotoxinas, productos químicos tóxicos, que también pueden ser transferidas vía aérea. Klich (2002) para su crecimiento los *Aspergillus sp.* necesita que la humedad relativa este en un rango de 70 a 90 % y un rango de temperatura amplio (0 a 45°C), en esta investigación se identificó el *Aspergillus sp.* en un rango de humedad relativa de 51 a 59 % y el rango de temperatura es 22.6 a 24.9 °C.

Tabla 13. Bacterias patógenas y las enfermedades que ocasionan

Agente Biológico (Bacterias identificadas)	Grupo de riesgo (Real Decreto 664/1997)	Patogenicidad	Se encuentra en el aire	Infecciones respiratorias
Bacillus sp.	1	Patógeno No patógeno	En forma de esporas y en los pelos o lanas de animales contaminados	Algunas especies provocan una severa infección respiratoria y carbunco pulmonar
Staphylococcus sp	2	Patógeno No patógeno	En forma de aerosoles	Neumonías Dermatitis atópica Rinitis alérgica Asma Sinusitis
Lactobacillus sp	1	No patógeno	Partículas en suspensión	Alivia los síntomas de enfermedades respiratorias como infecciones del tracto respiratorio, asma, cáncer de pulmón y fibrosis quística
Enterobacter Agglomerans	2	Oportunista	Polvo de algodón	Contribución patológica en la bisinosis y neumonitis por hipersensibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 el *Bacillus sp.* y el *Lactobacillus sp.* según el Real Decreto 664/1997 perteneces al grupo 1 de riesgo del agente biológico siendo poco probable de causar enfermedades en el hombre, Koneman, (2001) la gran mayoría de las especies bacterianas de

este grupo no son patógenos primarios, la infección respiratoria que son causadas por los *Bacillus sp.* requiere la vía inhalatoria, la cual, para ser efectiva, requiere que las esporas bacterianas sean aerosolizadas o procesamiento a gran escala de pelos y lana de animales contaminados realizado en espacios pequeños y cerrados,. De La Rosa et al. (2002) otras especies de *Bacillus sp.* causa el carbunco pulmonar. Morales (2022) los *Lactobacillus sp.* son bacterias que se encuentran en el ácido láctico, se han considerado seguras y adecuadas para el consumo humano, ya que se han asociado muy pocos casos de infección con estas bacterias, y varios estudios publicados han abordado específicamente su seguridad, tiene una excelente capacidad inmunomoduladora y pueden aliviar los síntomas de enfermedades respiratorias.

En el tabla 13 el *Staphylococcus sp.* y *Enterobacter Agglomerans* según el Real Decreto 664/1997 perteneces al grupo 2 de riesgo del agente biológico siendo probable, peligro para los trabajadores y poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz, Nuñez et al. (2008) menciona que algunas de las especies del género *Staphylococcus* se alberga en forma preferente en la nasofaringe, puede contaminar cualquier sitio de la piel o mucosas o a otras personas por transferencia interpersonal, a través de aerosoles o por contacto directo causando una gran variedad de enfermedades en humanos como infecciones simples sin complicaciones hasta infecciones severas como la meningitis y neumonías. La especie *Enterobacter Agglomerans* Decuadro et al. (2015) conocida como *Pantoea agglomerans* Shrestha et al. (2021) se encuentra naturalmente en el algodón y se ha especulado como una posible contribución patológica en la bisinosis y la neumonitis por hipersensibilidad.

Tabla 14. Hongos patógenos y las enfermedades que ocasionan

Agente Biológico (Hongos identificadas)	Grupo de riesgo (Real Decreto 664/1997)	Patogenicidad	Se encuentra en el aire	Infecciones respiratorias
Geotrichum sp.	2	Oportuni sta	Artrosporas	En personas inmunocomprometidas, Geotricosis
Aspergillus sp.	3	Oportuni sta	Partículas de polvo	Aspergilosis broncopulmonar alérgica hasta la formación de un aspergiloma en el estado inmunocompetente.
Fusarium sp.	2	Oportuni sta	Partículas de polvo	En personas inmunocomprometidas Sinusitis, Neumonía

Trichophyton sp.	2	Patógeno Oportuni sta	Partículas micóticas en el aire	Dermatofitosis, Rinitis, Asma Afectación pulmonar
Microsporum sp.	1	Patógeno	Partículas de polvo, pelos afectados	Dermatofitosis o tiñas en la piel, pelos y uñas

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 el *Geotrichum sp.* según el Real Decreto 664/1997 perteneces al grupo 1 de riesgo del agente biológico siendo poco probable de causar enfermedades en el hombre, Tshisevhe et al. (2021) el *Geotrichum sp.* es de baja virulencia, pero la geotricosis pulmonar es la forma más frecuente de la enfermedad que afecta principalmente a pacientes que tienen condiciones inmunocomprometidas, también se han informado infecciones bronquiales, orales, vaginales, cutáneas y alimentarias.

En la tabla 14 el *Microsporum sp.* *Fusarium sp.* y *Trichophyton sp.* según el Real Decreto 664/1997 perteneces al grupo 2 de riesgo del agente biológico siendo probable, peligro para los trabajadores y con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz, Lloret et al. (2013) No se ha evidenciado que la especie *Microsporum sp.* afecte al sistema respiratorio, pero atacan la queratina y afectan a la epidermis y anejos cutáneos, otros son altamente especializados y, por tanto, restringen su patogenicidad a ciertos huéspedes y tejidos, producen manifestaciones clínicas muy variables, desde síntomas leves, hasta lesiones supuradas e inflamatorias intensas llamados dermatofitosis o tiñas. Schmidt (2018) el huésped inmunocompetente de la especie *Fusarium sp.* puede causar sinusitis alérgica o sinusitis invasiva o no invasiva crónica, comprometiendo los senos paranasales, también pueden causar infecciones sistémicas en pacientes inmunocomprometidos con una alta mortalidad. La neumonía que es la afectación pulmonar es común en la fusariosis invasiva y casi siempre ocurre entre pacientes inmunocomprometidos con infección diseminada. Vu et al. (2021) se presentó el primer caso de afectación pulmonar de *Trichophyton sp.* por déficit inmunológico ya sea localmente en el pulmón o sistemáticamente. Nir et al. (2003) Otra enfermedad que es ocasionada por la especie *Trichophyton sp.* es dermatofitosis que producen principalmente infecciones superficiales de la piel, las uñas y el cabello, en raras ocasiones estos patógenos causan una forma de infección más agresiva e invasiva.

En la tabla 14 el *Aspergillius sp.* perteneces al grupo 3 de riesgo del agente biológico siendo probablemente grave, serio peligro para los trabajadores y poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz, Chotirmallos et al. (2013) los *Aspergillius sp.* son mohos que existen ubicuamente como

esporas que se inhalan diariamente en grandes cantidades pueden producirse consecuencias clínicas que van desde una respuesta inmunitaria excesiva durante la aspergilosis broncopulmonar alérgica hasta la formación de un aspergiloma en el estado inmunocompetente. Las infecciones más graves ocurren en personas inmunocomprometidas, donde la aspergilosis pulmonar invasiva produce altas tasas de mortalidad.

IV. CONCLUSIONES

1. Se evaluó que la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado de Paucarbamba es muy buena en el área 1 (P1) Comida y buena en el área 2 (P2) Verduras y área 3 (P3) Carnes; y el mercado modelo privado de Huánuco es buena en el área 4 (P4) Comida y muy buena en el área 5 (P5) Verduras y área 6 (P6) Carnes.
2. Se determinó el comportamiento del microclima (temperatura y humedad relativa) en el interior del mercado de Paucarbamba y el mercado modelo privado de Huánuco.
3. Se identificó que el área 3 (P3) Carnes del mercado de Paucarbamba tiene la mayor concentración de microorganismos (bacterias y hongos) en el aire.
4. Se identificó que el área 1 (P1) Comida del mercado de Paucarbamba, el área 4 (P4) Comida, el área 5 (P5) Verduras y el área 6 (P6) Carnes del mercado modelo privado de Huánuco tiene la mayor presencia de microorganismos patógenos en el aire.

V. PROPUESTAS A FUTURO

1. Evaluar la calidad del aire dentro y fuera del mercado y hacer una comparación ya que según bibliografía los microorganismos son transportados por la velocidad del viento.
2. Se debe incluir a los virus en la evaluación de la calidad microbiológica del aire interior porque son más infecciosos y de rápida propagación.
3. Proponer normativa sobre el nivel de concentración de microorganismos y la calidad microbiológica del aire interior.
4. Realizar más áreas de muestreo y más repeticiones.

VI. REFERENCIAS

- Alonso A., Pionetti C. H., Mouchián K., Albónico J. F., Irañeta S. G., Potenza M., Iovannitti C. (2003). Hipersensibilidad a los antígenos del *Trichophyton rubrum* en podólogos atópicos y no atópicos. *Allergologia et Immunopathologia*, 31(2), 70 - 76.
- Callupe F. y Campos M. (2020). Caracterización del departamento de Huánuco. *Banco Central de Reserva del Perú sucursal Huancayo*.
- Campaña A. M. (2018). *Identificación microbiológica y molecular mediante pcr en tiempo real de dos bacterias del género bacillus, de interés agrobiotecnológico*. [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. Repositorio Institucional <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15698>.
- Castañeda E., José Antonio Rivera J. A. y Lechuga K. (2003). Determinación de la calidad microbiológica del aire en una industria textil. *Revista Latino Americana de la Salud en el Trabajo*, 3(1), 21-24.
- Cervantes E., García R. y Salazar P. M. (2014) Características generales del *Staphylococcus Aureus*. *Rev Latinoam Patol Clin Med Lab*, 61(1), 28-40.
- Chotirmall S. H., Al M., Mirkovic B., Lavelle G., Logan P. M., Greene C. M., y Elvaney N. G. (2013). Aspergillus-associated airway disease, inflammation, and the innate immune response. *BioMed research international*, 2(3), 1-12.
- Chuquilín D. E. y Rojas N. P. (2020). *Calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca – 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24944>.
- Conde L., Ferráez, Canto B. y James A. (2004). La vida sexual de los hongos (y su clave molecular). *Ciencia*, 55(4), 64-69.
- Cruz R. (2014). *Geotrichum* Link. *Boletín Micológico*, 29(1), 28. <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2014.29.1.870>
- Dagenais T. y Keller N. (2009). Pathogenesis of *Aspergillus fumigatus* in Invasive Aspergillosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 22 (3), 447-465.

- Daza M. A., Martínez D. X., Caro P.A. (2015) Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo. *Biociencias*, 10(2), 37-50.
- De La Rosa M.C., Mosso M. A. y Ullán C. (2002) El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medioambiental*, 5, 375-402.
- Decuadro A., Ruiz N., Martino P., Sala T. y Benech A. (2015). Neumonía en gato causada por *Enterobacter (Pantoea) agglomerans*, reporte de un caso clínico. *SMVU*, 51(198), 26-31.
- Du T., Lei A., Zhang N. y Zhu C. (2022). The Beneficial Role of Probiotic *Lactobacillus* in Respiratory Diseases. *Frontiers in immunology*, 13:908010.
- Duarte N. y Roa S. (2018). *Evaluación de la calidad microbiológica del aire en la clínica de optometría de la Universidad de La Salle* [Tesis de licenciatura, Universidad de La Salle]. Repositorio Institucional UN. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/809/
- Duval V. S. y Campo A. M. (2017). Variaciones microclimáticas en el interior y exterior del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), Argentina. *Revista Colombiana de Geografía*, 26(1), 37-49.
- Espinoza P. (2020). *Calidad microbiológica del aire en interiores del museo San Francisco de Lima y el efecto en el biodeterioro de sus bienes 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio la Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4457>.
- Estela, W., Rychtera, M., Melzoch, K., Quillama, E. y Egoavil, E. (2007). Producción de ácido láctico por *Lactobacillus plantarum* L10 en cultivos batch y continuo. *Rev. peru. biol.*, 14(2): 271-275.
- Fernandez C. y Giurno A. (2019). HONGOS: Diversidad y funciones en la biósfera. *MICROBIOLOGÍA GENERAL Y DE ALIMENTOS*, 1, 1 – 27.
- Ibarguren S., Juliarena M. y Monteavaro C. (2019). *Identificación de Staphylococcus spp. y evaluación de la producción de biofilm* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. Repositorio institucional. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/2124>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Directorio nacional de mercados de abastos 2016: Censo Nacional de Mercados de Abastos https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1448/libro.pdf

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Huánuco: Resultados Definitivos. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1570/10TOMO_01.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). Calidad del aire 2014 - 2019. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1729/cap08.pdf.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Actualizado a 25 de marzo de 2016). *Microsporum spp.* DATABiO, 1–5 <https://www.insst.es/documents/94886/353749/Microsporum+spp+2017.pdf/97878c3b-de19-4938-ab9a-993ad18e299a?version=1.0>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Actualizado a 23 de febrero de 2013). *Trichophyton spp.* DATABiO, 1–5 <https://www.insst.es/documents/94886/353749/Trichophyton+spp.pdf/26879351-3c30-4bb2-b7c9-48b5729bcb2a?version=1.0>
- Izzeddin N., Rodríguez G. A., Medina L., González L. (2017). Evaluación microbiológica de aire y superficies en quirófano de un centro de salud público. *Salus*, 21(3), 18-23.
- Klich, M. A. (2002). *Identification of common Aspergillus species*. Utrecht University
- Koneman, E. W. (2001). *Diagnóstico microbiológico: Texto y atlas de color*. Quinta Edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Kratz A., Greenberg D., Barki Y., Cohen A. y Lifshitz M. (2003). *Pantoea agglomerans* as a cause of septic arthritis after palm tree thorn injury; case report and literature review. *Arch Dis Child*, 88, 542-544.
- Lloret A., Segarra C. y Bosque M. (2013). *Microsporum canis*: características y diagnóstico. *Control Calidad SEIMC*, 1(1), 1-12.
- Macedo M. Vola M. (2008). Principales grupos de bacilos Gram positivos aerobios. *Temas de bacteriología y virología médica*, 1, 339-353.
- Mansilla L. (2019). “Calidad microbiológica del aire y superficies en interiores del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María” [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1734>
- Martínez S. y Garbi M. (2020). *Actualización del Apunte de Climatología y Fenología Agrícolas del CEA 1979, basado en las clases teóricas del Ing. Agr. Edmundo Damario*. Universidad Nacional de La Plata.

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/65064/mod_resource/content/1/Unidad%20tem%C3%A1tica%20B%20-%20Temperatura%20del%20aire.pdf

- Morales D. (2022). “El consumo de alimentos fermentados y patologías respiratorias” [Tesis de maestría, Universitat Oberta de Catalunya]. Repositorio Institucional <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/146618>
- Nir R., Elinav H., Pierard G. E., Walker D., Maly A., Shapiro M., Barton R. C., y Polacheck I. (2003). Deep infection by *Trichophyton rubrum* in an immunocompromised patient. *Journal of clinical microbiology*, 41(11), 5298–5301.
- Núñez I., Peña J. K., Quintana M. E., Suárez N., Vazquez G. y Velazco R. (2008) *Staphylococcus aureus* y alergias. ¿Mito o realidad?, *VITAE Academia Biomédica Digital*, 31, 1-15.
- Ortiz G. y Catalán V. (2007). Calidad microbiológica en ambientes interiores, *Gestión Práctica de Riesgos Laborales* (pp. 26-31). Magister.
- Pérez, M. y Mota M. (2008). Morfología y estructura bacteriana. *Temas de bacteriología y virología médica*, 1, 23-42.
- Rivera J. M. (2012). *Modelo de identificación de factores contaminantes atmosféricos críticos en Lima – Callao* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Cybertesis UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3109>
- Rodríguez C. M., Guzmán A. M., Lara M.C. Castillo E., Brandão P. (2021). Aislamiento e identificación de *Lactobacillus* spp. (Lactobacillaceae) resistentes a Cd(II) y As(III) recuperados de fermento de cacao, *Acta Biológica Colombiana*, 26(1),19-29.
- Romero C. A., Castañeda D. F. y Acosta G. S. (2016). Determinación de la calidad bacteriológica del aire en un laboratorio de microbiología en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia. *NOVA*, 13 (26),129-137.
- Schmidt A. D. (2018). *Aislamiento de hongos fitopatogenos causantes de pudriciones radiculares en cultivos de mandioca (manihot esculenta crantz) y evaluacion de la capacidad biocontroladora de cepas nativas de trichoderma* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Itapúa]. Repositorio Institucional https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Alfredo_Schmidt_Tesis.pdf
- Shrestha, B., Bastola, C., Jahir, T., Risal, R., Thapa, S., Enriquez, D., y Schmidt, F. (2021). *Pantoea agglomerans*: An Elusive Contributor to Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation. *Cureus*, 13(10).

- Silva F. y Martínez P. (2018). Complejo *Enterobacter cloacae*. *Rev Chilena Infectol*, 35 (3), 297-298.
- Sin, C., Britos, M., Ortega S. y Vasek O. (2017). Reactivación de *Lactobacillus* spp. aislados de saliva y alimentos. *Revista Facultad de Odontología*, 1, 7-12.
- Sun Z, Harris H., McCann A, Guo C, Argimón S, Yang X. (2015). Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nat Commun*;6(1):8322.
- Sosa A., Pazos V., Torres D., y Casadesus L. (2011). Identificación y caracterización de seis aislados pertenecientes al género *Bacillus* promisorios para el control de *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Fitosanidad*, 15(1), 39-44.
- Torres, D. C. (2013). Microorganismos ambientales patógenos en sectores de expendio directo de alimentos del mercado modelo de la ciudad de Tingo María (Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Tshisevhe, V., Mitton, B., y Skosana, L. (2021). Invasive *Geotrichum klebahnii* fungal infection: A case report, *Access microbiology*, 3(11), 1-12.
- Valencia R. A., Guzmán Ó. A., Villegas B. y Castaño J. (2014). Manejo integrado de nematodos fitoparásitos en almácigos de plátano dominico hartón (*Musa aab simmonds*). *Luna Azul*, 39, 165-185.
- Vashishta B. R. y Shina A. K. (2011). *Botany for degree students fungi*. S. Chand Publishing
- Vu L. T., Duc N. M., Tra My, T. T., Bang L. V., Luu D. T., y Thong P. M. (2021). The first case of *Trichophyton* spp. pneumonia reported in Vietnam. *Respiratory medicine case reports*, 32(1), 1-12.
- Wolkoff P. y Kjærgaard S. R. (2007). The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. *Environment international*, 33, 850-857. <https://doi.org.10.1016/j.envint.2007.04.004>.

ANEXOS

Apéndice 1. Resultado de los análisis estadísticos

Anexo A. Temperatura

Tabla 15. Análisis de Varianza para Temperatura - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mercado de abastos	7.09389	1	7.09389	0.87	0.3706
B: Área de muestreo	2.01444	2	1.00722	0.12	0.8855
INTERACCIONES					
AB	2.78778	2	1.39389	0.17	0.8456
RESIDUOS	98.3667	12	8.19722		
TOTAL (CORREGIDO)	110.263	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Conclusión

La tabla 15 ANOVA descompone la variabilidad de Temperatura en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores ó interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Temperatura con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 16. Medias por Mínimos Cuadrados para Temperatura con intervalos de confianza del 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite	
				Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	18	23.3611			
MERCADO DE ABASTOS					
Mercado de Paucarbamba	9	22.7333	0.95436	20.654	24.8127
Mercado modelo privado de Huánuco	9	23.9889	0.95436	21.9095	26.0683
ÁREA DE MUESTREO					
Carnes	6	23.75	1.16885	21.2033	26.2967
Comida	6	22.9333	1.16885	20.3866	25.48
Verduras	6	23.4	1.16885	20.8533	25.9467
MERCADO DE ABASTOS POR ÁREA DE MUESTREO					
Mercado de Paucarbamba,Carnes (P3)	3	22.6	1.653	18.9984	26.2016
Mercado de Paucarbamba,Comida (P1)	3	22.7333	1.653	19.1317	26.3349
Mercado de Paucarbamba,Verduras (P2)	3	22.8667	1.653	19.2651	26.4683
Mercado modelo privado de Huánuco,Carnes (P6)	3	24.9	1.653	21.2984	28.5016
Mercado modelo privado de Huánuco,Comida (P4)	3	23.1333	1.653	19.5317	26.7349
Mercado modelo privado de Huánuco,Verduras (P5)	3	23.9333	1.653	20.3317	27.5349

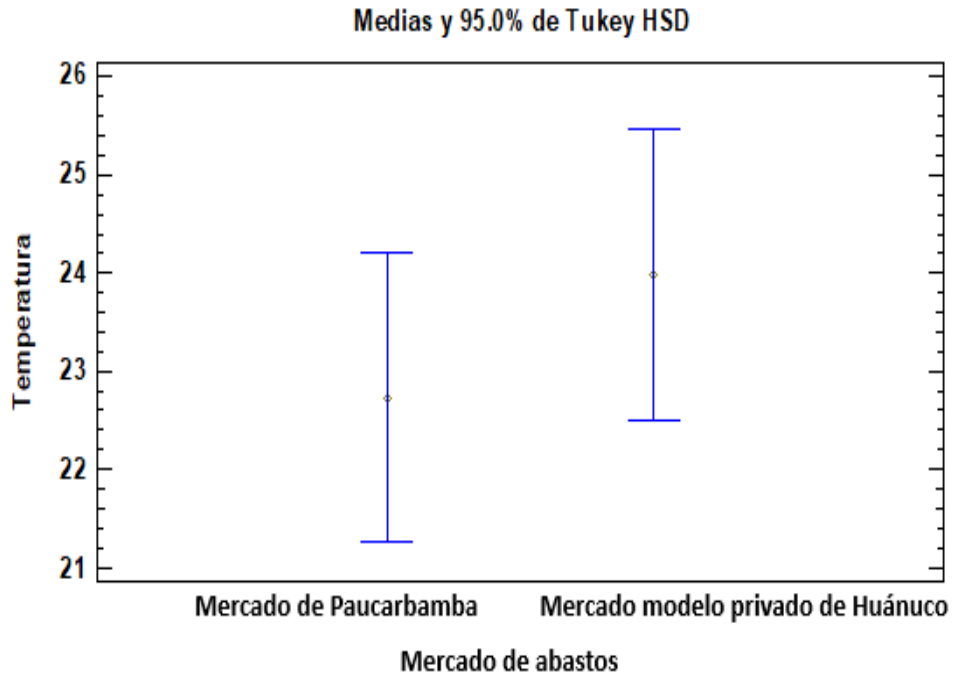


Figura 11. Correlación de los mercados de abastos con la temperatura

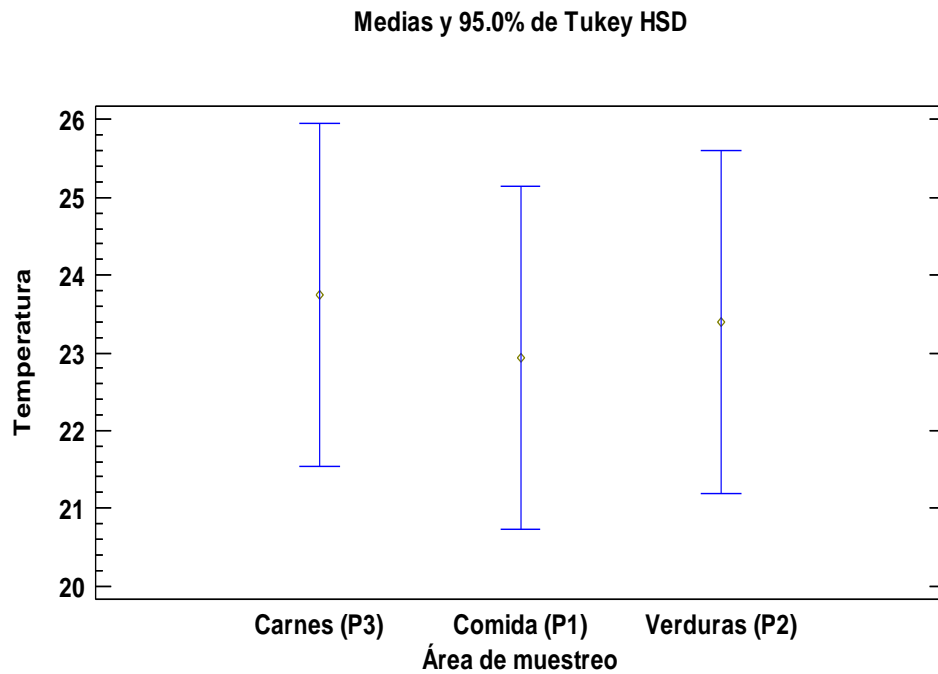


Figura 12. Correlación del área de muestreo con la temperatura

Conclusión

Esta tabla 16 muestra la media de Temperatura para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. Se puede observar estas medias e intervalos en la figura 11 y figura 12.

Tabla 17. Pruebas de Múltiple Rangos para Temperatura por Mercado de abastos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Mercado de abastos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Mercado de Paucarbamba	9	22.7333	0.95436	X
Mercado modelo privado de Huánuco	9	23.9889	0.95436	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Mercado de Paucarbamba - Mercado modelo privado de Huánuco		-1.25556	2.94068

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 17 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 18. Pruebas de Múltiple Rangos para Temperatura por Área de muestreo
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Área de muestreo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Comida	6	22.9333	1.16885	X
Verduras	6	23.4	1.16885	X
Carnes	6	23.75	1.16885	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Carnes (P3) - Comida (P1)		0.816667	4.4221
Carnes (P3) - Verduras (P2)		0.35	4.4221
Comida (P1) - Verduras (P2)		-0.466667	4.4221

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 18 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

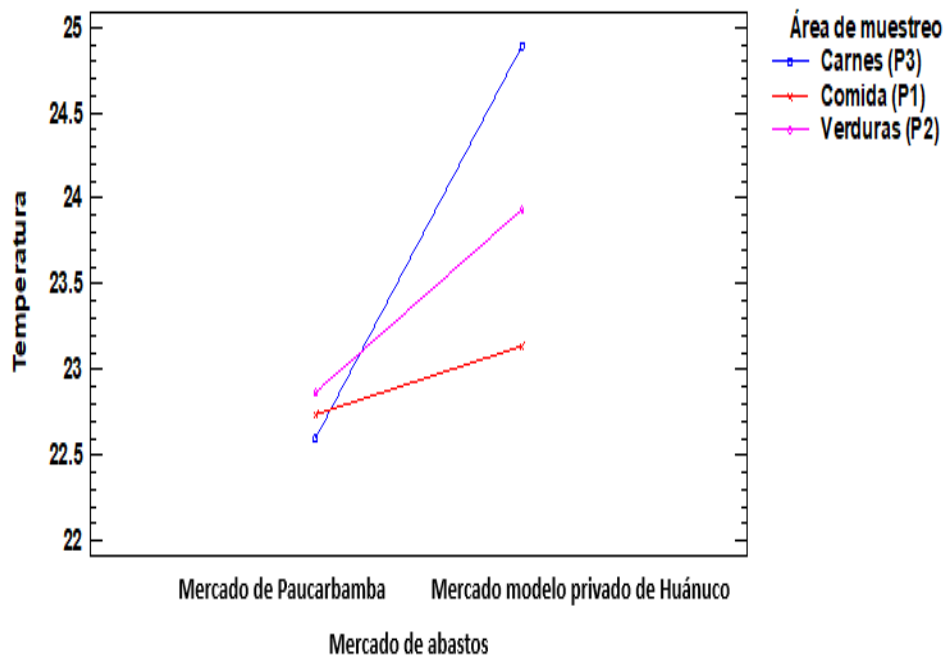


Figura 13. Gráfico de interacción entre la temperatura, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.

Anexo B. Humedad Relativa

Tabla 19. Análisis de Varianza para Humedad relativa (%) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mercado de abastos	122.722	1	122.722	2.53	0.1379
B: Área de muestreo	10.1111	2	5.05556	0.10	0.9019
INTERACCIONES					
AB	2.77778	2	1.38889	0.03	0.9719
RESIDUOS	582.667	12	48.5556		
TOTAL (CORREGIDO)	718.278	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Conclusión

La tabla 19 ANOVA descompone la variabilidad de Humedad Relativa (%) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores ó interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Temperatura con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 20. Medias por Mínimos Cuadrados para Humedad relativa (%) con intervalos de confianza del 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite	
				Inferior	Superior

MEDIA GLOBAL	18	54.6111			
MERCADO DE ABASTOS					
Mercado de Paucarbamba	9	57.2222	2.32273	52.1614	62.283
Mercado modelo privado de Huánuco	9	52.0	2.32273	46.9392	57.0608
ÁREA DE MUESTREO					
Carnes	6	55.5	2.84475	49.3018	61.6982
Comida	6	53.6667	2.84475	47.4685	59.8649
Verduras	6	54.6667	2.84475	48.4685	60.8649
MERCADO DE ABASTOS POR ÁREA DE MUESTREO					
Mercado de Paucarbamba,Carnes(P3)	3	58.6667	4.02308	49.9011	67.4322
Mercado de Paucarbamba,Comida(P1)	3	56.0	4.02308	47.2344	64.7656
Mercado de Paucarbamba,Verduras(P2)	3	57.0	4.02308	48.2344	65.7656
Mercado modelo privado de Huánuco,Carnes(P6)	3	52.3333	4.02308	43.5678	61.0989
Mercado modelo privado de Huánuco,Comida(P4)	3	51.3333	4.02308	42.5678	60.0989
Mercado modelo privado de Huánuco,Verduras(P5)	3	52.3333	4.02308	43.5678	61.0989

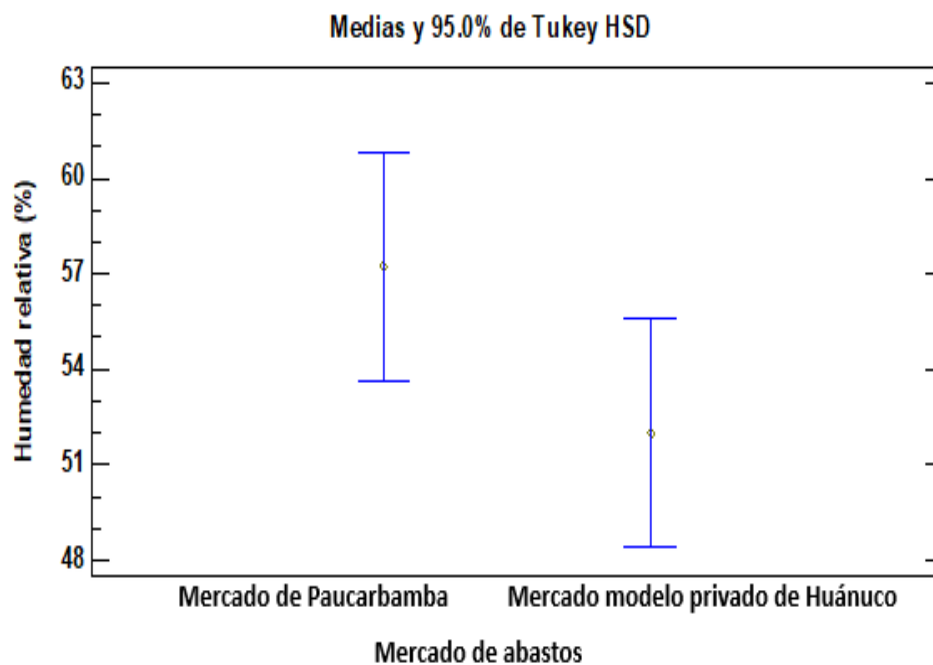


Figura 14. Correlación de los mercados de abastos con la humedad relativa

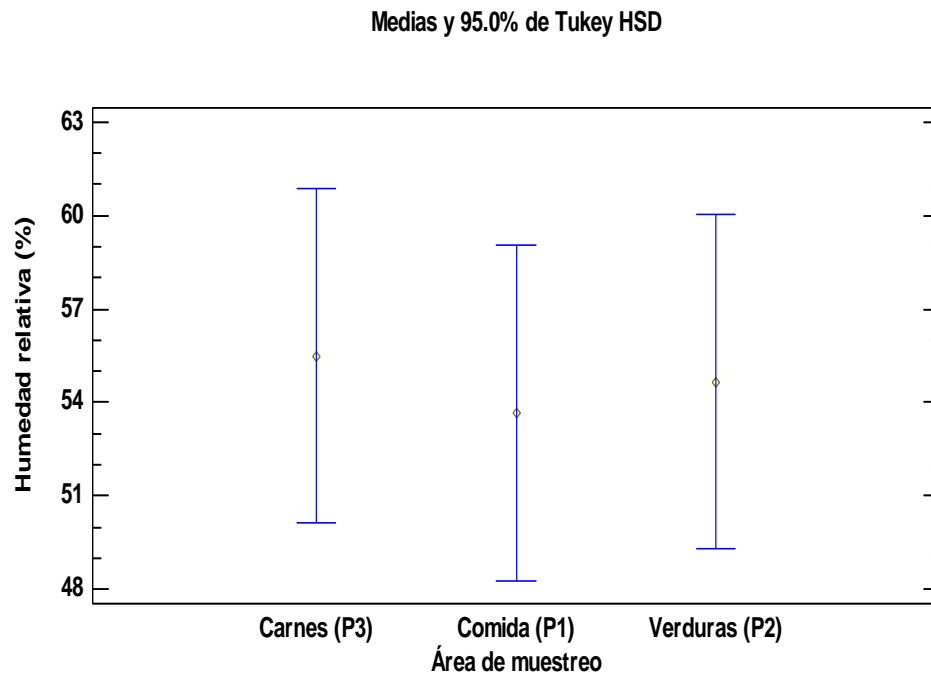


Figura 15. Correlación del área de muestreo con la humedad relativa

Conclusión

Esta tabla 20 muestra la media de Humedad relativa (%) para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. Se puede observar estas medias e intervalos en la figura 14 y figura 15.

Tabla 21. Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad relativa (%) por Mercado de abastos
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Mercado de abastos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Mercado modelo privado de Huánuco	9	52.0	2.32273	X
Mercado de Paucarbamba	9	57.2222	2.32273	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Mercado de Paucarbamba - Mercado modelo privado de Huánuco		5.22222	7.15705

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 21 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el

procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 22. Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad relativa (%) por Área de muestreo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Área de muestreo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Comida	6	53.6667	2.84475	X
Verduras	6	54.6667	2.84475	X
Carnes	6	55.5	2.84475	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Carnes (P3) - Comida (P1)		1.83333	10.7625
Carnes (P3) - Verduras (P2)		0.833333	10.7625
Comida (P1) - Verduras (P2)		-1.0	10.7625

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 22 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

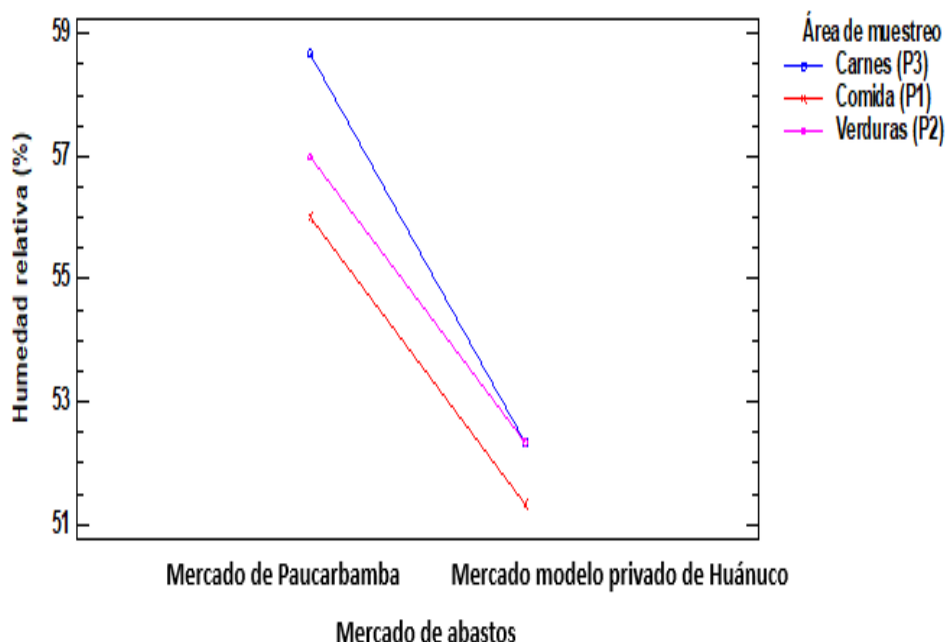


Figura 16. Gráfico de interacción entre la humedad relativa, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.

Anexo C. Microorganismos Aerobios Viables (Bacterias)

Tabla 23. Análisis de Varianza para Microorganismos Aerobios Viables (UFC/m³) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mercado de abastos	450.0	1	450.0	0.68	0.4258
B: Área de muestreo	3099.0	2	1549.5	2.34	0.1387
INTERACCIONES					
AB	786.333	2	393.167	0.59	0.5677
RESIDUOS	7946.67	12	662.222		
TOTAL (CORREGIDO)	12282.0	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Conclusión

La tabla 23 ANOVA descompone la variabilidad de Microorganismos Aerobios Viables (UFC/m³) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores ó interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Microorganismos Aerobios Viables (UFC/m³) con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 24. Medias por Mínimos Cuadrados para Aerobios Viables (UFC/m³) con intervalos de confianza del 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite	
				Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	18	18.3333			
MERCADO DE ABASTOS					
Mercado de Paucarbamba	9	23.3333	8.57789	4.64367	42.023
Mercado modelo privado de Huánuco	9	13.3333	8.57789	-5.35633	32.023
ÁREA DE MUESTREO					
Carnes	6	36.8333	10.5057	13.9433	59.7234
Comida	6	10.3333	10.5057	-12.5567	33.2234
Verduras	6	7.83333	10.5057	-15.0567	30.7234
MERCADO DE ABASTOS POR ÁREA DE MUESTREO					
Mercado de Paucarbamba,Carnes (P3)	3	49.6667	14.8573	17.2952	82.0381
Mercado de Paucarbamba,Comida (P1)	3	7.0	14.8573	-25.3714	39.3714
Mercado de Paucarbamba,Verduras (P2)	3	13.3333	14.8573	-19.0381	45.7048
Mercado modelo privado de Huánuco,Carnes (P6)	3	24.0	14.8573	-8.37145	56.3714
Mercado modelo privado de Huánuco,Comida (P4)	3	13.6667	14.8573	-18.7048	46.0381

Mercado modelo privado de Huánuco,Verduras (P5)	3	2.33333	14.8573	-30.0381	34.7048
---	---	---------	---------	----------	---------

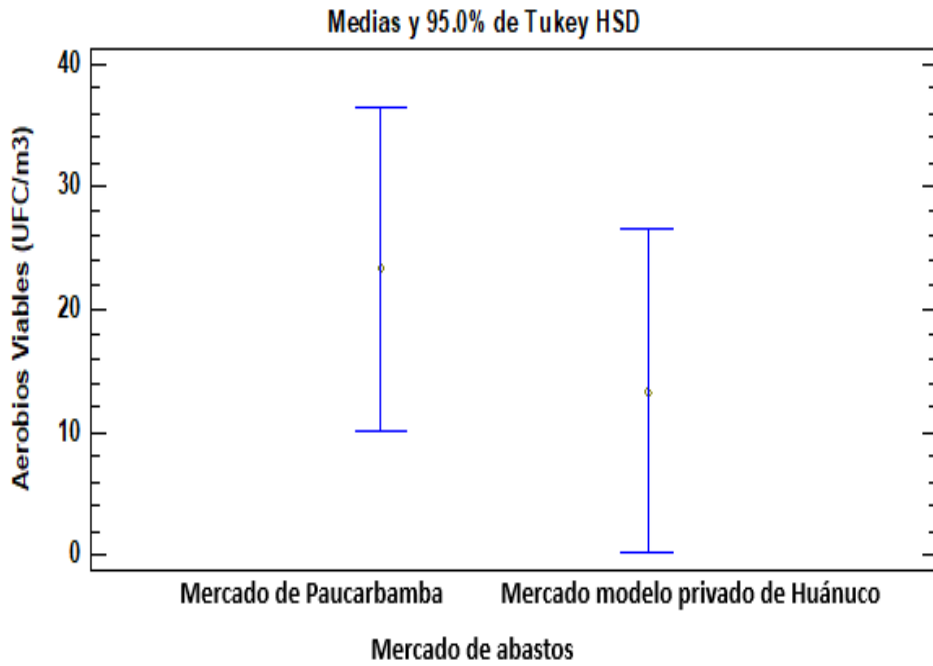


Figura 17. Correlación de los mercados de abastos con los Microorganismos Aerobios Viables (Bacterias)

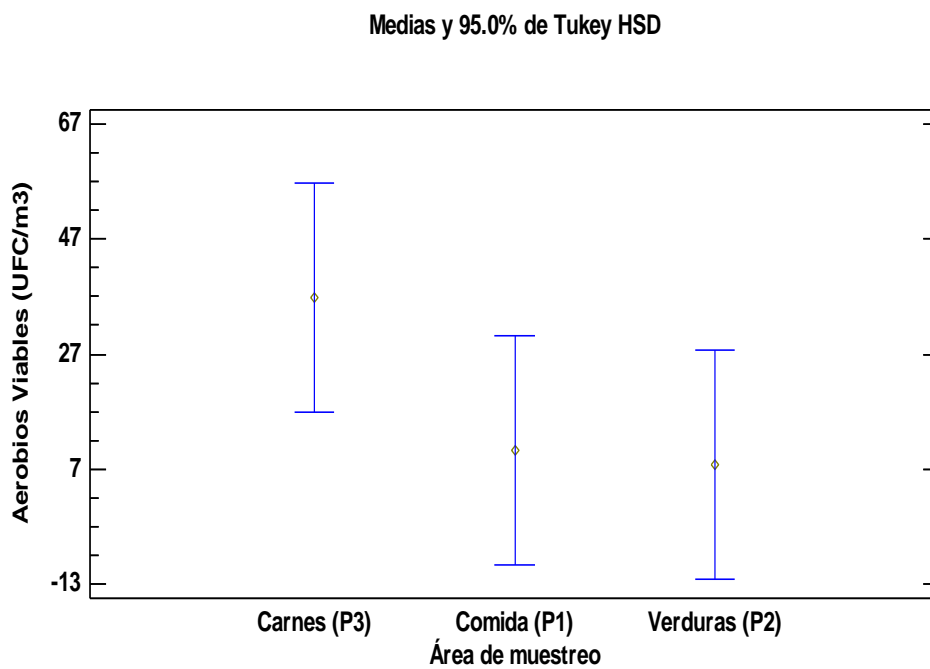


Figura 18. Correlación del área de muestreo con los Microorganismos Aerobios Viables (Bacterias)

Conclusión

Esta tabla 24 muestra la media de Aerobios Viables (UFC/m³) para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. Se puede observar estas medias e intervalos en la figura 17 y figura 18.

Tabla 25. Pruebas de Múltiple Rangos para Aerobios Viables (UFC/m³) por mercado de abastos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Mercado de abastos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Mercado modelo privado de Huánuco	9	13.3333	8.57789	X
Mercado de Paucarbamba	9	23.3333	8.57789	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Mercado de Paucarbamba - Mercado modelo privado de Huánuco		10.0	26.4312

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 25 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 26. Pruebas de Múltiple Rangos para Aerobios Viables (UFC/m³) por Área de muestreo
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Área de muestreo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Verduras	6	7.83333	10.5057	X
Comida	6	10.3333	10.5057	X
Carnes	6	36.8333	10.5057	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Carnes (P3) - Comida (P1)		26.5	39.7463
Carnes (P3) - Verduras (P2)		29.0	39.7463
Comida (P1) - Verduras (P2)		2.5	39.7463

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 26 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias

estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

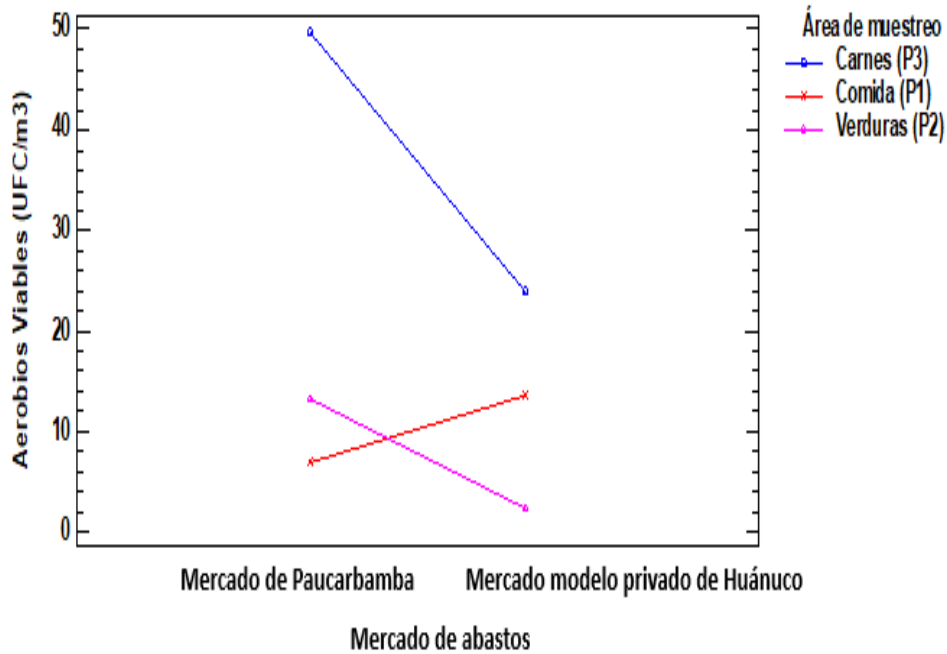


Figura 19. Gráfico de interacción entre los microorganismos aerobios viables, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.

Anexo D. Microorganismos Mohos y Levaduras (Hongos)

Tabla 27. Análisis de Varianza para Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m³) - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mercado de abastos	304.222	1	304.222	0.29	0.5979
B: Área de muestreo	117.444	2	58.7222	0.06	0.9452
INTERACCIONES					
AB	2231.44	2	1115.72	1.08	0.3716
RESIDUOS	12440.7	12	1036.72		
TOTAL (CORREGIDO)	15093.8	17			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Conclusión

La tabla 27 ANOVA descompone la variabilidad de los Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m³) en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores ó interacciones tiene un efecto estadísticamente significativo sobre los Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m³) con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 28. Medias por Mínimos Cuadrados para los Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m³) con intervalos de confianza del 95.0%

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite	
				Inferior	Superior
MEDIA GLOBAL	18	18.1111			
MERCADO DE ABASTOS					
Mercado de Paucarbamba	9	22.2222	10.7327	-1.16243	45.6069
Mercado modelo privado de Huánuco	9	14.0	10.7327	-9.38465	37.3846
ÁREA DE MUESTREO					
Carnes	6	14.5	13.1448	-14.1402	43.1402
Comida	6	20.0	13.1448	-8.64023	48.6402
Verduras	6	19.8333	13.1448	-8.8069	48.4736
MERCADO DE ABASTOS POR ÁREA DE MUESTREO					
Mercado de Paucarbamba,Carnes (P3)	3	22.3333	18.5896	-18.1701	62.8367
Mercado de Paucarbamba,Comida (P1)	3	9.0	18.5896	-31.5034	49.5034
Mercado de Paucarbamba,Verduras (P2)	3	35.3333	18.5896	-5.17007	75.8367
Mercado modelo privado de Huánuco,Carnes (P6)	3	6.66667	18.5896	-33.8367	47.1701
Mercado modelo privado de Huánuco,Comida (P4)	3	31.0	18.5896	-9.5034	71.5034
Mercado modelo privado de Huánuco,Verduras (P5)	3	4.33333	18.5896	-36.1701	44.8367

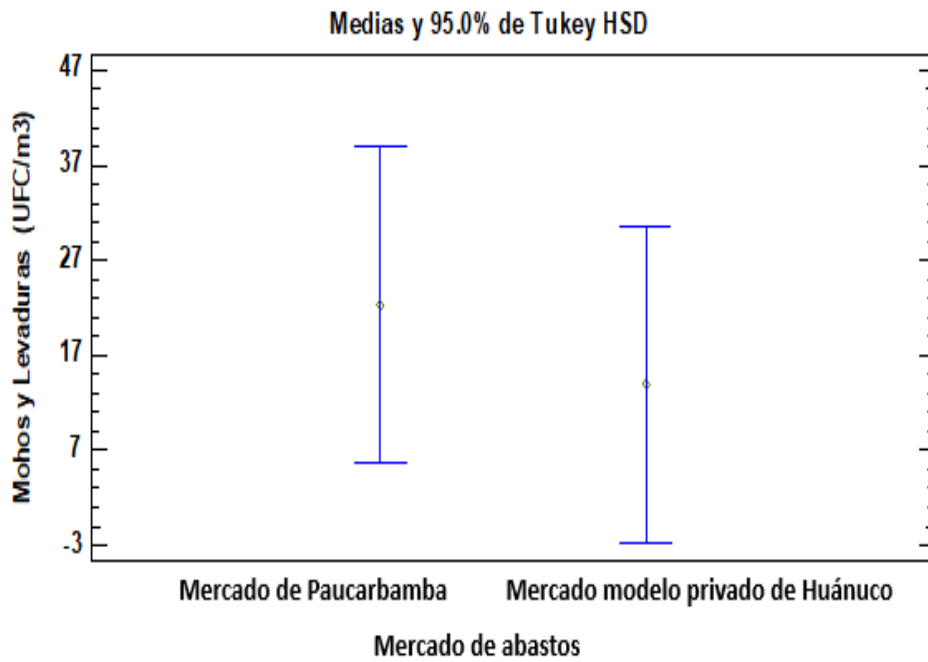


Figura 20. Correlación de los mercados de abastos con los microorganismos mohos y levaduras (Hongos)

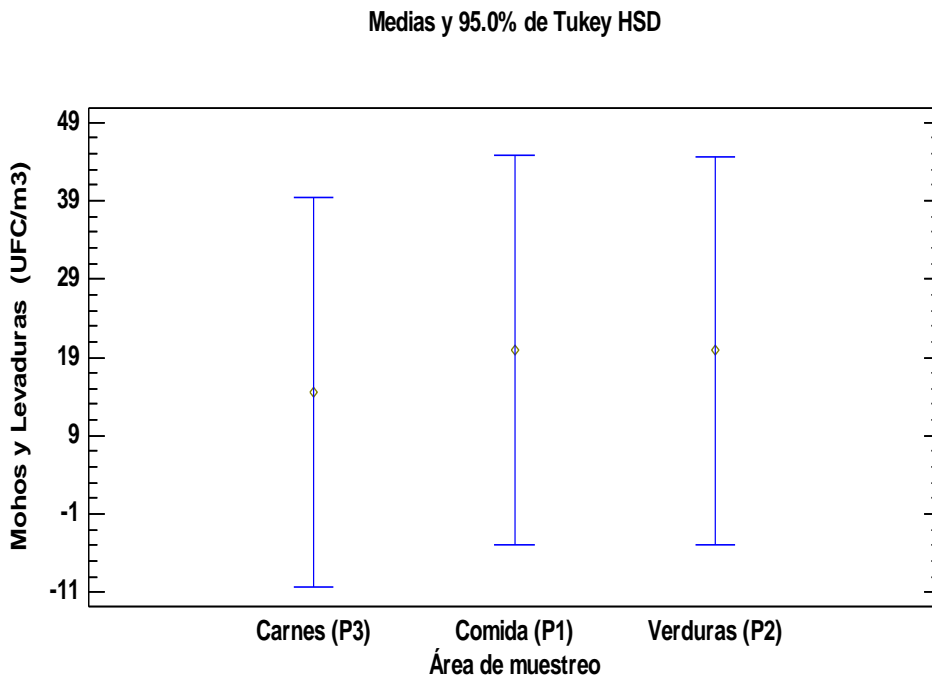


Figura 21. Correlación del área de muestreo con los microorganismos mohos y levaduras (Hongos)

Conclusión

Esta tabla 28 muestra la media de Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m³) para cada uno de los niveles de los factores. También muestra los errores estándar de cada media, los cuales son una medida de la variabilidad en su muestreo. Las dos columnas de la extrema

derecha muestran intervalos de confianza del 95.0% para cada una de las medias. Se puede observar estas medias e intervalos en la figura 20 y figura 21.

Tabla 29. Pruebas de Múltiple Rangos para Microorganismos Mohos y Levaduras (UFC/m³) por mercado de abastos

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Mercado de abastos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Mercado modelo privado de Huánuco	9	14.0	10.7327	X
Mercado de Paucarbamba	9	22.2222	10.7327	X

Contraste	Sig.	Diferencia +/- Límites
Mercado de Paucarbamba - Mercado modelo privado de Huánuco	8.22222	33.0709

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 29 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 30. Pruebas de Múltiple Rangos para Mohos y Levaduras (UFC/m³) por Área de muestreo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Área de muestreo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Carnes	6	14.5	13.1448	X
Verduras	6	19.8333	13.1448	X
Comida	6	20.0	13.1448	X

Contraste	Sig.	Diferencia +/- Límites
Carnes (P3) - Comida (P1)		-5.5 49.7309
Carnes (P3) - Verduras (P2)		-5.33333 49.7309
Comida (P1) - Verduras (P2)		0.166667 49.7309

* indica una diferencia significativa.

Conclusión

Esta tabla 30 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página,

se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

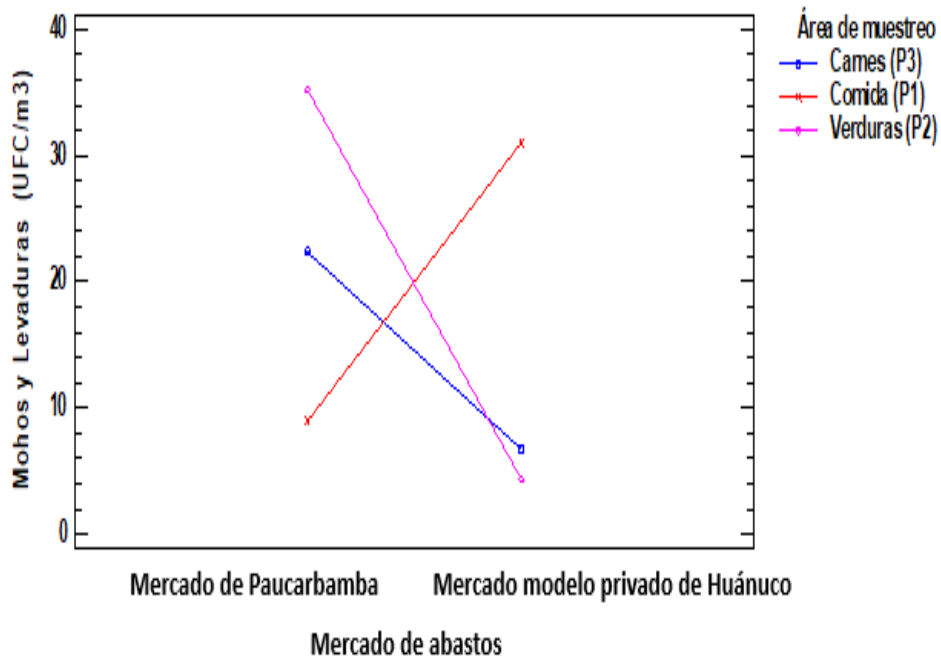


Figura 22. Gráfico de interacción entre los microorganismos mohos y levaduras, el mercado de abastos y las áreas de muestreo.

Apéndice 2. Datos de los resultados de la evaluación de la calidad microbiológica del aire en el interior de los mercados

Anexo E. Datos del microclima en el interior de los mercados

Tabla 31. Datos de temperatura en grados centígrados.

Mercado de abastos	Área de muestreo	Temperatura (°C)			T °C Promedio por área	Coeficiente de variación (%)	T °C Promedio por mercado
		1° Muestreo	2° Muestreo	3° Muestreo			
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	23.5	18.8	25.9	22.7	16	22.7
	Verduras (P2)	23.8	18.9	25.9	22.9	16	
	Carnes (P3)	23.9	19.8	24.1	22.6	11	
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P4)	25.1	19.3	25.0	23.1	14	24.0
	Verduras (P5)	25.0	21.4	25.4	23.9	9	
	Carnes (P6)	25.6	23.5	25.6	24.9	5	
Promedio por mes de muestreo		24.5	20.3	25.3	23.4	-	-

Tabla 32. Datos de humedad relativa en porcentaje.

Mercado de abastos	Área de muestreo	Humedad Relativa (%)			HR % Promedio por área	Coeficiente de variación	HR % Promedio por mercado
		1° Muestreo	2° Muestreo	3° Muestreo			
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	56	62	50	56	11	57
	Verduras (P2)	59	62	50	57	11	
	Carnes (P3)	64	62	50	59	13	
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P4)	47	60	47	51	15	52
	Verduras (P5)	48	61	48	52	14	
	Carnes (P6)	47	60	50	52	13	
Promedio por mes de muestreo		54	61	49	55	-	-

Anexo F. Datos de la concentración de microorganismos bacterias y hongos del aire el interior de los mercados

Tabla 33. Concentración de microorganismos bacterias

Concentración de Numero de Microorganismos Aerobios Viabes (NMAV)										
Mercado de abastos	Área de muestreo	1° Muestreo		2° Muestreo		3° Muestreo		Promedio por área UFC/m ³	Coeficiente de variación	Promedio por mercado
		Colonias	UFC/m ³ =(#colonias x inoculo x factor de dilución)	Colonias	UFC/m ³ =(#colonias x inoculo x factor de dilución)	Colonias	UFC/m ³ =(#colonias x inoculo x factor de dilución)			
Mercado de Paucarbabamba	Comida (P1)	7	7x10 ³	6	6x10 ³	8	8x10 ³	7 x10 ³	14.3	23 x10 ³
	Verduras (P2)	15	15x10 ³	11	11x10 ³	14	14x10 ³	13 x10 ³	15.6	
	Carnes (P3)	51	51x10 ³	58	58x10 ³	40	40x10 ³	50 x10 ³	18.3	
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P1)	12	12x10 ³	12	12x10 ³	17	17x10 ³	14 x10 ³	21.1	13 x10 ³
	Verduras (P2)	3	3x10 ³	2	2x10 ³	2	2x10 ³	2 x10 ³	24.7	
	Carnes (P3)	24	24x10 ³	27	27x10 ³	21	21x10 ³	24 x10 ³	12.5	
Promedio por mes de muestreo		19	19x10 ³	19	19x10 ³	17	17x10 ³	-		

Tabla 34. Concentración de microorganismos hongos

Concentración de Numero de Mohos y Levaduras (NML)										
Mercado de abastos	Área de muestreo	1° Muestreo		2° Muestreo		3° Muestreo		Promedio por área UFC/m³	Coefficiente de variación	Promedio por mercado
		Colonias	UFC/m³=(#colonias x inoculo x factor de dilución)	Colonias	UFC/m³=(#colonias x inoculo x factor de dilución)	Colonias	UFC/m³=(#colonias x inoculo x factor de dilución)			
Mercado de Paucarbabamba	Comida (P1)	11	11x10 ³	7	7x10 ³	9	9x10 ³	9 x10 ³	22.2	22 x10 ³
	Verduras (P2)	39	39x10 ³	29	29x10 ³	36	36x10 ³	35 x10 ³	14.8	
	Carnes (P3)	27	27x10 ³	19	19x10 ³	21	21x10 ³	22 x10 ³	18.6	
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P4)	41	41x10 ³	26	26x10 ³	27	27x10 ³	31 x10 ³	26.8	14 x10 ³
	Verduras (P5)	3	3x10 ³	6	6x10 ³	4	4x10 ³	4 x10 ³	35.3	
	Carnes (P6)	5	5x10 ³	6	6x10 ³	9	9x10 ³	7 x10 ³	31.2	
Promedio por mes de muestreo		21	45x10 ³	16	7x10 ³	18	3x10 ³	-		

Anexo G. identificación de bacterias existentes en el aire del interior de los mercados por el método de coloración Gram.

Tabla 35. Identificación de bacterias en el primer muestreo por el método de coloración Gram

Mercado de abastos	Área de muestreo	Medios de cultivo			
		Agar Manitol Salado	Agar MacConkey	Agar Cleed	Agar M77
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P1)	-	-	Bacillus sp Staphylococcus sp.	-
	Verduras (P2)	Bacillus sp.		Bacillus sp.	-
	Carnes (P3)	-	Staphylococcus sp Bacillus sp.	-	-
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	Staphylococcus sp.	-	Staphylococcus sp. Bacillus sp.	Staphylococcus sp.
	Verduras (P2)	Bacillus sp.	-	-	Bacillus sp.
	Carnes (P3)	Staphylococcus sp. Bacillus sp.	-	Bacillus sp.	Staphylococcus sp.

Tabla 36. Identificación de bacterias en el segundo muestreo por el método de coloración Gram

Mercado de abastos	Área de muestreo	Medios de cultivo			
		Agar Manitol Salado	Agar MacConkey	Agar Cleed	Agar M77
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P1)	Lactobacillus sp. Bacillus sp.	-	Bacillus sp.	Bacillus sp.
	Verduras (P2)	Staphylococcus sp.	-	Staphylococcus sp.	Staphylococcus sp.
	Carnes (P3)	Bacillus sp.	-	-	Bacillus sp.
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	Staphylococcus sp. Bacillus sp.	-	-	Staphylococcus sp.
	Verduras (P2)	Lactobacillus sp.	-	Lactobacillus sp.	Bacillus sp.
	Carnes (P3)				Bacillus sp.

Tabla 37. Identificación de bacterias en el tercer muestreo por el método de coloración Gram

Mercado de abastos	Área de muestreo	Medios de cultivo			
		Agar Manitol Salado	Agar MacConkey	Agar Cleed	Agar M77
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P1)	Staphylococcus sp.			
	Verduras (P2)	Staphylococcus sp.		Bacillus sp.	Bacillus sp.
	Carnes (P3)	Staphylococcus sp.			
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	Bacillus sp.		Bacillus sp.	Bacillus sp.
	Verduras (P2)	Staphylococcus sp.		Bacillus sp.	Bacillus sp.
	Carnes (P3)				Bacillus sp.

Anexo H. identificación de bacterias existentes en el aire del interior de los mercados por el método de diferenciación bioquímica.

Tabla 38. Identificación de bacterias de los tres muestreos por el método de diferenciación bioquímica

Prueba Bioquímica	PRIMER MUESTREO			SEGUNDO MUESTREO				TERCER MUESTREO		
	Mercado de Paucarbamba		Mercado modelo privado de Huánuco	Mercado de Paucarbamba	Mercado modelo privado de Huánuco		Mercado de Paucarbamba	Mercado modelo privado de Huánuco		
	Comida (P1)	Carnes (P3)	Comida (P4)	Verduras (P2)	Comida (P3)	Verduras (P5)	Carnes (P3)	Comida (P6)		
	Agar Cleed	Agar M77	Agar Cleed	Agar Cleed	Agar Cleed	Agar M77	Agar Cleed	Agar Cleed		
Indol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VP	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
RM	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
SIM	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Citrato Simmos	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
TSI	A/A	K/A	K/A	A/A	K/A	A/A	K/A	K/A	K/A+ GAS	K/A

LIA	K/A	K/A	K/A	K/K	A/A	A/A	A/A	A/A	K/K	K/K
Malonato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Urea	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Genero	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans	Enterobacter Agglomerans

Anexo I. identificación de géneros de hongos existentes en el aire del interior de los mercados

Tabla 39. Identificación de hongos de los tres muestreos

Mercado de abastos	Área de muestreo	Género de hongos		
		Primer muestreo	Segundo muestreo	Tercer muestreo
Mercado de Paucarbamba	Comida (P1)	Geotrichum sp.	Aspergillus sp.	-
	Verduras (P2)	Aspergillus sp.	Aspergillus sp.	-
	Carnes (P3)	-	Aspergillus sp.	-
Mercado modelo privado de Huánuco	Comida (P1)	Fusarium sp.	Aspergillus sp.	Geotrichum sp. Aspergillus sp.
	Verduras (P2)	Trichophyton spp.	Aspergillus sp.	-
	Carnes (P3)	Microsporum sp.	Aspergillus sp.	Geotrichum sp. Aspergillus sp.

Anexo J. Registro de microorganismos identificados

Tabla 40. Las tres bacterias identificadas


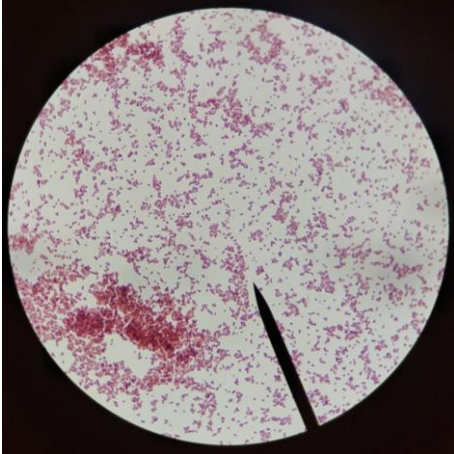


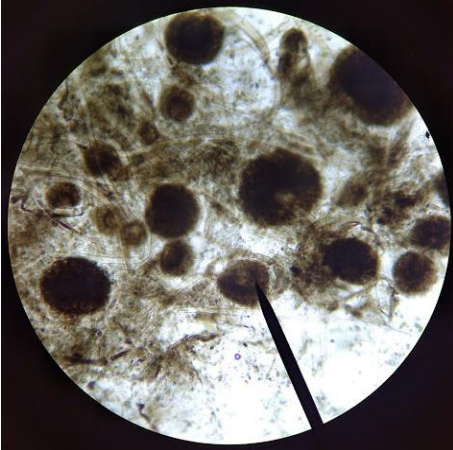

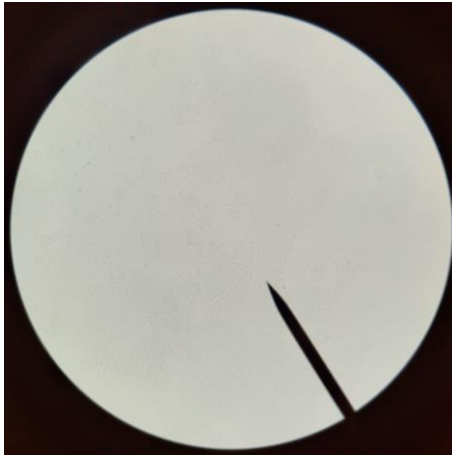
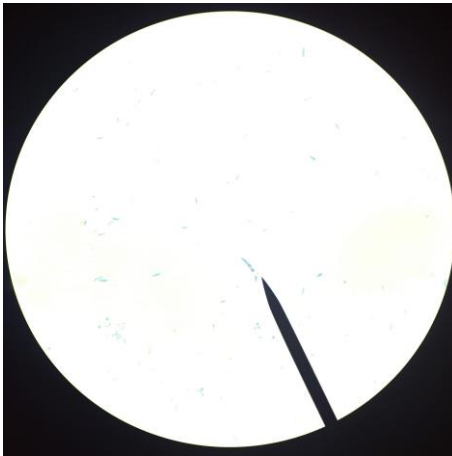
Imagen	Bacterias identificadas
	<i>Bacillus sp.</i>
	<i>Staphylococcus sp.</i>
	<i>Lactobacillus sp.</i>

Tabla 41. Los cinco géneros de Hongos identificadas.

Imagen	Hongos identificados
 A circular microscopic view showing several blue-stained, branched hyphae against a light background. A black needle-like pointer is visible in the lower right quadrant.	<i>Geotrichum sp.</i>
 A circular microscopic view showing numerous dark, spherical spores of varying sizes, some with visible radiating internal structures, set against a lighter, fibrous background. A black needle-like pointer is visible in the lower right quadrant.	<i>Aspergillus sp.</i>
 A circular microscopic view showing a dense, blue-stained mass of branched hyphae. A black needle-like pointer is visible in the lower right quadrant.	<i>Fusarium sp.</i>



Trichophyton sp.



Microsporum sp.

Anexo K. Panel fotográfico



Figura 23. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Comida (P1) mercado de Paucarbamba



Figura 24. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Carnes (P3) mercado de Paucarbamba.



Figura 25. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Comida (P4) mercado modelo privado de Huánuco



Figura 26. Comportamiento del microclima (T °C y HR %) y toma de muestra del aire en el área Verduras (P5) mercado modelo privado de Huánuco



Figura 27. Comportamiento del microclima ($T^{\circ}C$ y HR %) y toma de muestra del aire en el área Carnes (P6) mercado modelo privado de Huánuco



Figura 28. Recuento de bacterias.

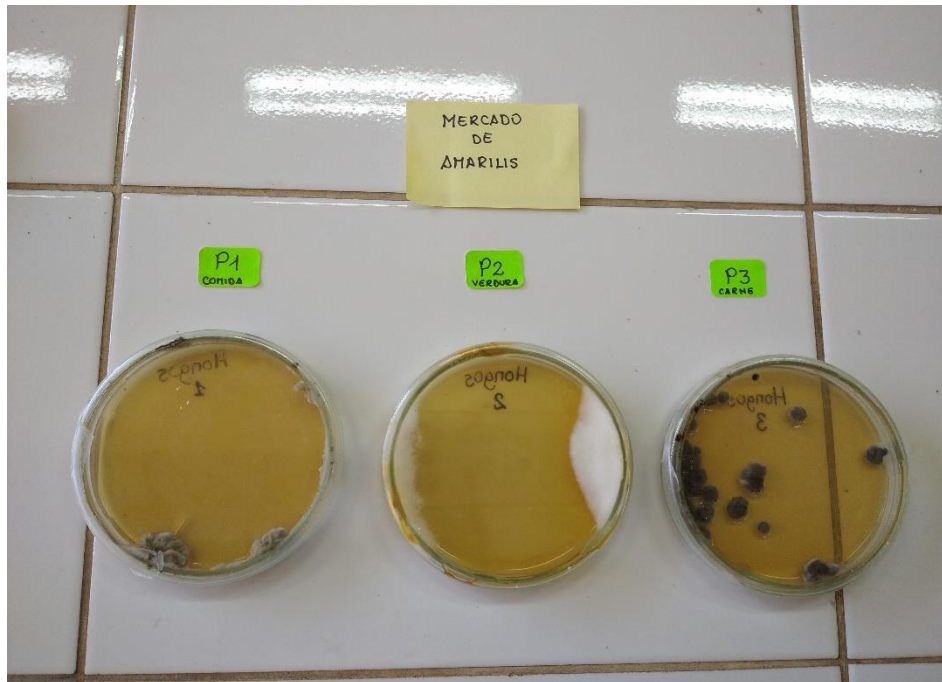


Figura 29. Cantidad de colonias de hongos en las siguientes áreas: Comida (P1), Verduras (P2) y Carnes (P3) mercado de Paucarbamba.

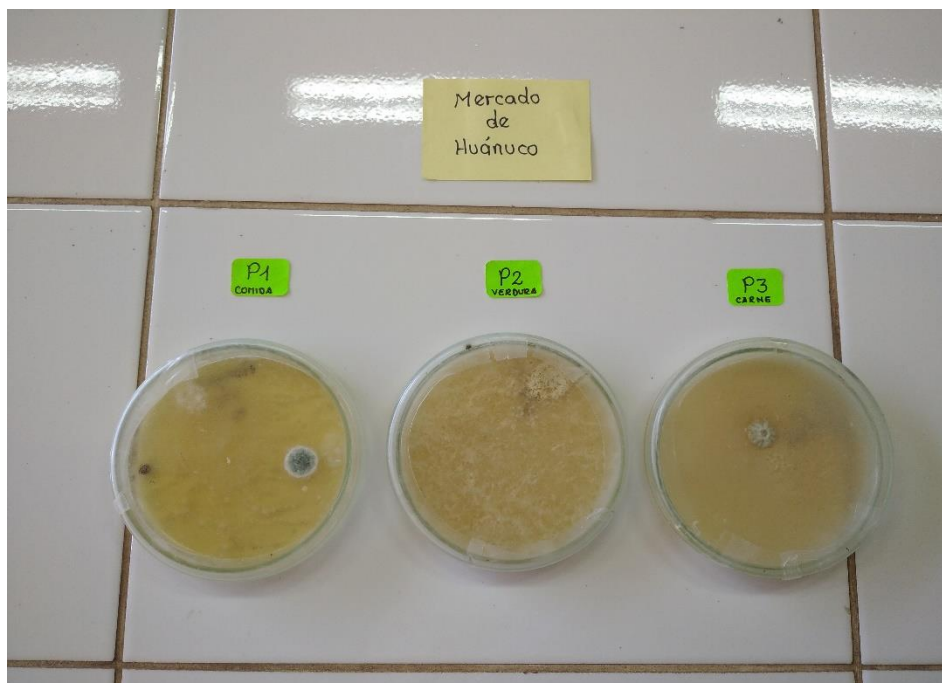


Figura 30. Cantidad de colonias de hongos en las siguientes áreas: Comida (P4), Verduras (P5) y Carnes (P6) mercado modelo privado de Huánuco.

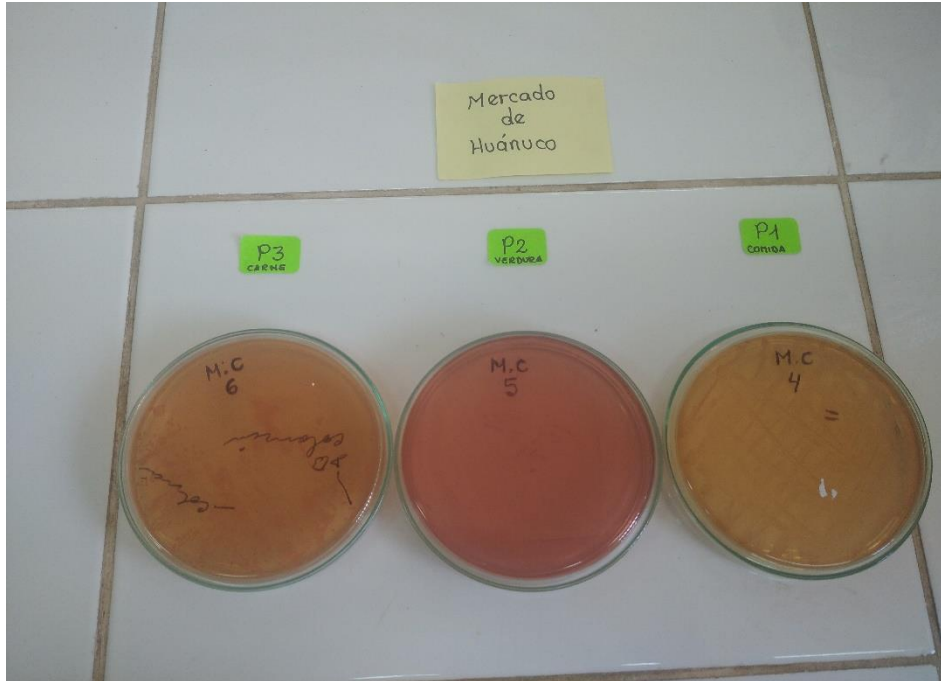


Figura 31. Crecimiento de bacterias en Agar MacConkey en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.

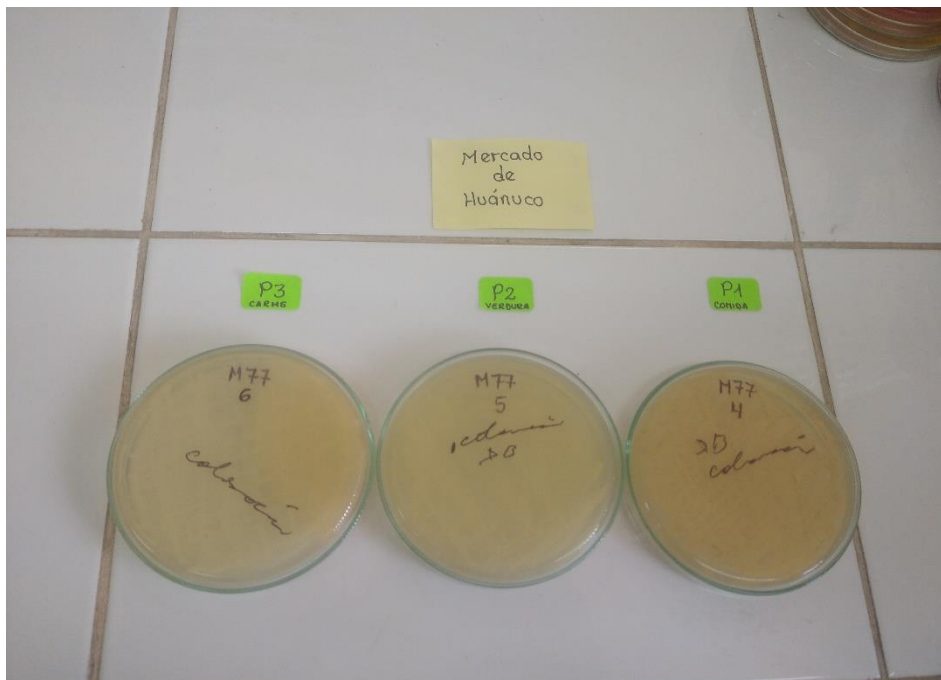


Figura 32. Crecimiento de bacterias en Agar M77 en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.

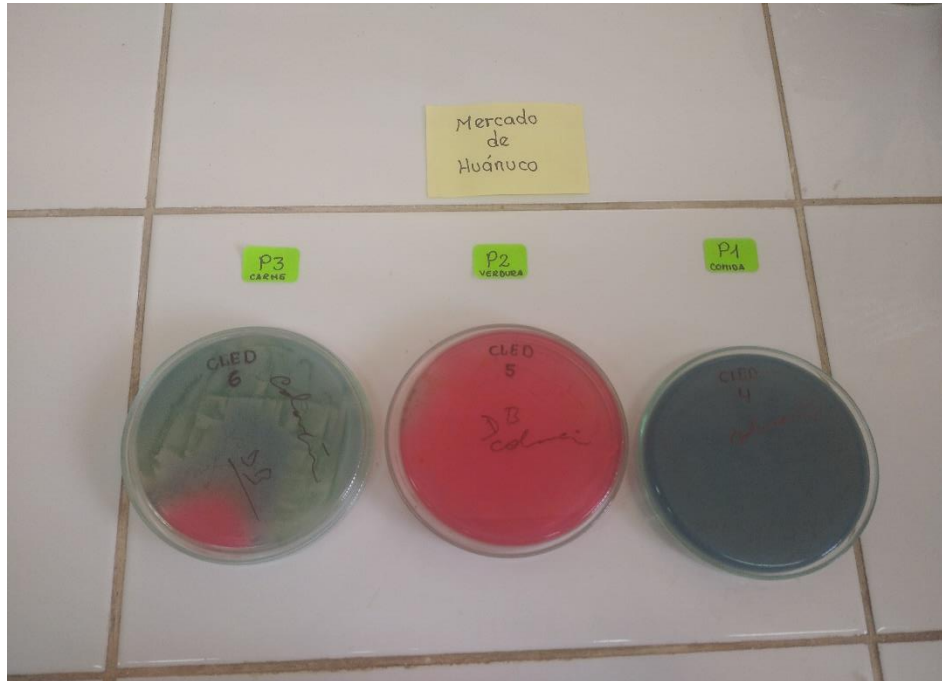


Figura 33. Crecimiento de bacterias en Agar CLED en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.

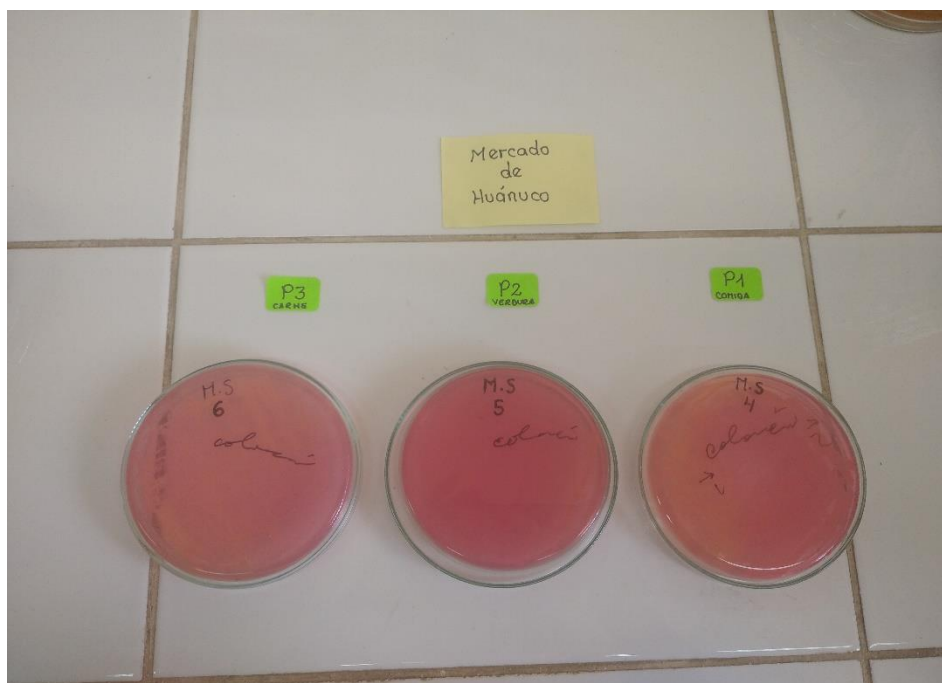


Figura 34. Crecimiento de bacterias en Agar Manitol Salado en las tres áreas del mercado modelo privado de Huánuco.

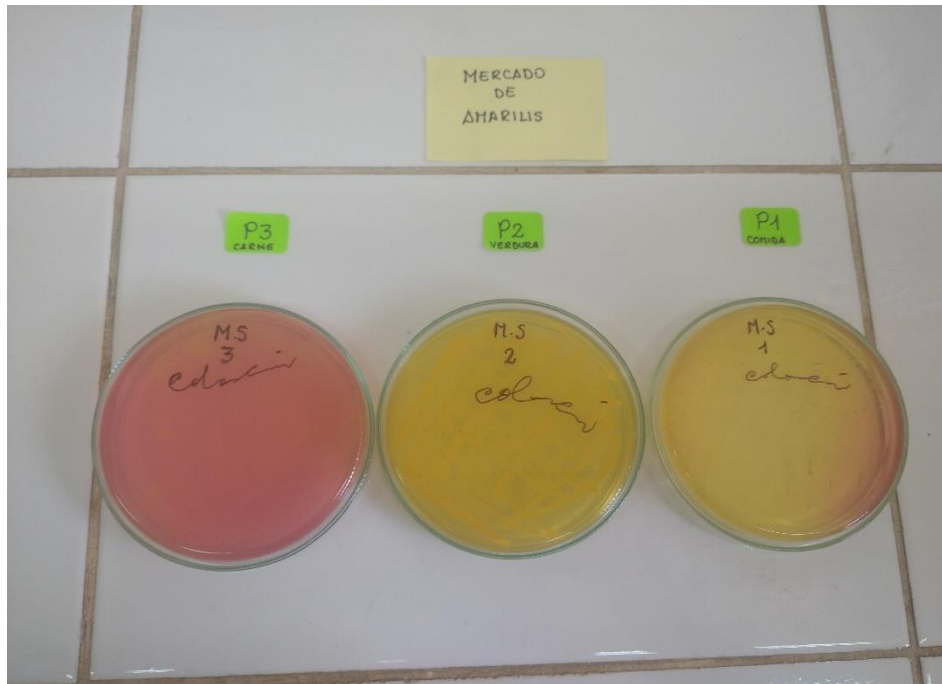


Figura 35. Crecimiento de bacterias en Agar Manitol Salado en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.

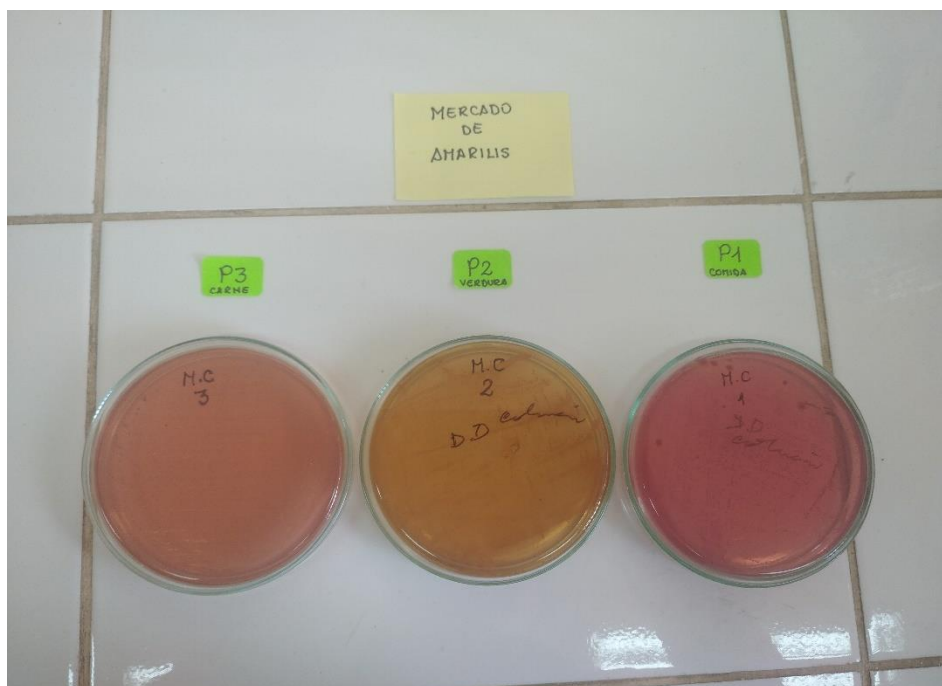


Figura 36. Crecimiento de bacterias en Agar MacConkey en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.

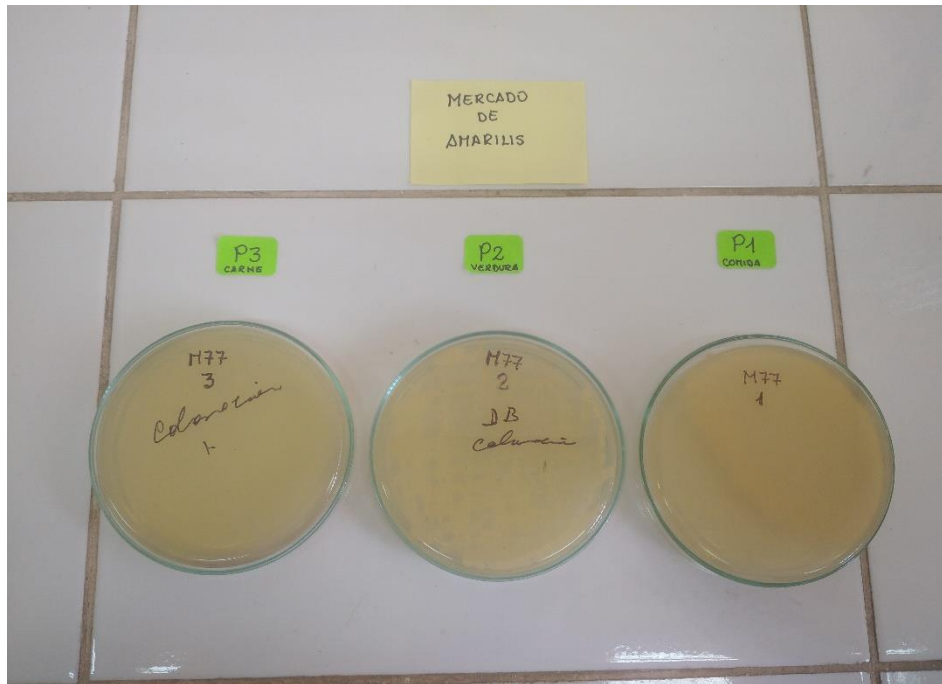


Figura 37. Crecimiento de bacterias en Agar M77 en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.

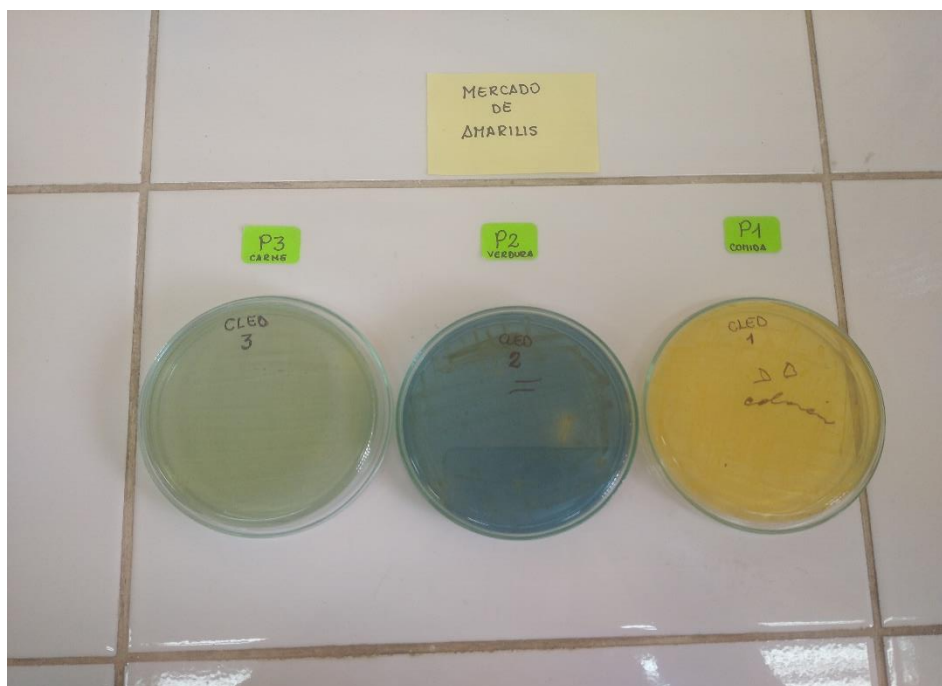


Figura 38. Crecimiento de bacterias en Agar CLED en las tres áreas del mercado de Paucarbamba.



Figura 39. Siembra por enjuague en caldo



Figura 40. Rotulados y colocados en la incubadora a una temperatura de 37°C por 48 horas.



Figura 41. Lectura de la diferenciación bioquímica.



Figura 42. Coloración de las bacterias.



Figura 43. Microcultivo de hongos.



Figura 44. Coloración de hongos.