

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



CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN LOS AMBIENTES INTERNOS
DEL PRIMER NIVEL DEL MERCADO MODELO DE TINGO MARÍA, 2023

TESIS

Para optar por el título de:
INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:
CAVERO LEON, JEFERSSON FREDY

TINGO MARÍA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°027-2024-FRNR-UNAS

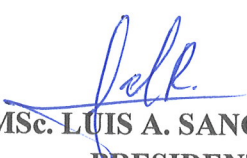
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 23 de febrero de 2024, a horas 10:30 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN LOS AMBIENTES
INTERNOS DEL PRIMER NIVEL DEL MERCADO MODELO DE TINGO
MARÍA, 2023”**

Presentado por el Bachiller: **CAVERO LEON, JEFERSSON FREDY**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

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, 11 de marzo de 2024


Mcblgo. MSc. LUIS A. SANCHEZ ROMERO
PRESIDENTE


Ing. MSc. ABBY S. DA CRUZ RODRIGUEZ
MIEMBRO


Ing. MSc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO
MIEMBRO


Blgo. MSc. CESAR A. GOZME SULCA
ASESOR





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 119 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación 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).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN LOS AMBIENTES INTERNOS DEL PRIMER NIVEL DEL MERCADO MODELO DE TINGO MARÍA, 2023	CAVERO LEON, JEFERSSON FREDY	23 % Veintitrés

Tingo María, 03 de abril de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

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



**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE EN LOS AMBIENTES
INTERNOS DEL PRIMER NIVEL DEL MERCADO MODELO DE TINGO MARÍA,
2023**

Autor	: Cavero Leon, Jefersson Fredy
Asesor	: Blgo. Gozme Sulca, Cesar Augusto
Programa de investigación	: Microbiología
Línea de investigación	: Biodiversidad
Eje temático	: Caracterizar microorganismos del aire
Lugar de ejecución	: Laboratorio de microbiología - UNAS
Duración del trabajo	:
	Fecha de inicio: 20 de marzo del 2023
	Término : 20 de diciembre del 2023
Financiamiento	: S/. 7893,45
FEDU	: NO
Propio	: SI
Otros	: NO

TINGO MARIA – PERU, 2023

DEDICATORIA

A Dios por haberme brindado la vida, sabiduría y fortaleza a lo largo de mi vida para superar los obstáculos presentados, por permitirme seguir adelante en mi formación académica y así poder lograr todos mis objetivos y anhelos.

A mi padre, Fredy Caverio Collantes por apoyarme y siempre motivarme a estudiar y lograr mis objetivos académicos; y también a mi madre, Nemi León Castillo por brindarme siempre su amor incondicional y todo su apoyo.

A mis hermanos John y Pryscilla por brindarme su apoyo moral, económico y por estar siempre presentes en los momentos más difíciles de mi vida y motivarme siempre a lograr mis objetivos académicos.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva por haberme brindado una buena formación académica durante mi formación profesional.

A mi asesor el Blgo. Cesar Augusto Gozme Sulca por haberme orientado y guiado con sus conocimientos durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado de tesis: M. Sc. Luis Alberto Sanchez Romero, Ing. M.Sc. Abby Solange Da Cruz Rodriguez y a la Ing. M.Sc. Sandra Lorena Zavala Guerrero; por contribuir en mi formación profesional y por sus sugerencias y oportunos comentarios para la elaboración del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Richard Sias por brindarme su conocimiento y orientación en los métodos y análisis del presente trabajo de investigación.

A mi amigo Luis Díaz por haberme apoyado y guiado con sus conocimientos en cada muestreo y análisis en el laboratorio de microbiología para poder culminar mi tesis.

A mis amigas Wendy, Rosita, Grecia y Keilith que en cada muestreo me ayudaban a llevar los materiales y tomar las fotografías, por su apoyo y consideración conmigo en todo momento.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1.Nivel internacional	3
2.1.2. Nivel nacional.....	3
2.1.3. Nivel regional	4
2.2. Marco Teórico	4
2.2.1.Calidad del aire interior	4
2.2.2.Contaminación del aire interior.....	5
2.2.3.Microorganismos presentes en el aire	6
2.2.4.Tipos de microorganismos.....	7
2.2.5.Requerimientos nutricionales de los microorganismos	11
2.2.6.Factores ambientales intervinientes en el desarrollo de los microorganismos	11
2.2.6.1. Temperatura	12
2.2.6.2. Humedad relativa	13
2.2.7.Patogenicidad de los microorganismos	13
2.2.8.Enfermedades transmitidas por los microorganismos	14
2.2.9.. Técnicas de muestreo por borboteo en líquidos	16
2.2.10. Marco legal	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución	17
3.1.1.Ubicación política y geográfica	17
3.1.2.Aspectos ambientales	17

3.2.	Materiales y métodos	18
3.2.1.	Materiales y equipos	18
3.3.	Metodología	19
3.3.1.	Determinación de los factores físicos (temperatura y humedad relativa) en los ambientes internos del Mercado Modelo	19
3.3.2.	Identificación de las especies de bacterias y fungi en los ambientes internos del Mercado Modelo	20
3.3.3.	Determinación de la cantidad de bacterias y fungi de los ambientes internos del Mercado Modelo	26
3.3.4.	Evaluación del nivel de contaminación con respecto a la norma española UNE 100012 de Higienización de Sistemas de climatización y con la OMS (Organización Mundial para la Salud).	26
3.4.	Tipo de investigación.....	27
3.4.1.	Variables de estudio	27
3.4.2.	Diseño de investigación.....	27
IV.	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	28
4.1.	Determinación de los factores físicos (Temperatura y Humedad relativa)	28
4.1.1.	Temperatura	28
4.1.2.	Humedad Relativa.....	29
4.2.	Identificación de las especies de bacterias y fungi.....	30
4.2.1.	Identificación de bacterias.....	30
4.2.2.	Identificación de Fungi	32
4.3.	Determinación de la cantidad de bacterias y fungi	34
4.3.1.	Determinación de la cantidad de bacterias.....	34
4.3.2.	Determinación de la cantidad de fungi.....	35
4.4.	Evaluación del nivel de contaminación con respecto a la norma española UNE 100012 de Higienización de Sistemas de Climatización y con la OMS (Organización Mundial para la Salud).	36

V.	CONCLUSIONES	38
VI.	PROPUESTAS A FUTURO	39
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40
	ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Enfermedades bacterianas transmitidas por el aire.....	14
Tabla 2. Enfermedades fúngicas transmitidas por el medio aéreo	15
Tabla 3 Nivel de contaminación mediante concentración de bacterias.....	16
Tabla 4 Nivel de contaminación mediante concentración de fungi.....	16
Tabla 5. Determinación de los factores físico por cada punto de muestreo	20
Tabla 6. Temperatura y humedad relativa promedio por cada punto de muestreo.....	28
Tabla 7. Bacterias identificadas por cada punto de muestreo.....	31
Tabla 8. Fungi identificados por cada punto de muestreo	32
Tabla 9. Concentración de bacterias (UFC/m ³).....	34
Tabla 10. Concentración de fungi (UFC/m ³).....	35
Tabla 11. Promedios de unidades formadoras de colonias por metro cubico por punto de muestreo	36
Tabla 12. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)	47
Tabla 13. Promedio de temperatura y humedad relativa	48
Tabla 14. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de marzo	49
Tabla 15. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de abril	50
Tabla 16. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de mayo.....	51
Tabla 17. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de junio	52
Tabla 18. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de marzo.....	53
Tabla 19. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de abril	54
Tabla 20. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de mayo.....	55
Tabla 21. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de junio	56
Tabla 22. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de marzo	57
Tabla 23. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de abril	58
Tabla 24. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de mayo	59
Tabla 25. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de junio	60
Tabla 26. Diversidad de fungi identificados en el mes de marzo	61
Tabla 27. Diversidad de fungi identificados en el mes de abril.....	61
Tabla 28. Diversidad de fungi identificados en el mes de mayo	62
Tabla 29. Diversidad de fungi identificados en el mes de junio.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Mapa de ubicación	17
Figura 2. Diseño de investigación	27
Figura 3. Temperatura promedio por cada punto de muestreo.....	28
Figura 4. Humedad relativa promedio por cada punto de muestreo.....	29
Figura 5. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.....	46
Figura 6. Bacillus sp Gram (+)	63
Figura 7. Bacillus sp Gram (-)	63
Figura 8. Staphylococcus sp (+)	64
Figura 9. Streptobacillus sp (+)	64
Figura 10. Lactobacillus sp (+).....	65
Figura 11. Rhizopus sp.	65
Figura 12. Aspergillus sp.....	66
Figura 13. Mucor sp.	66
Figura 14. Penicillium sp.....	67
Figura 15. Geotrichum sp.	67
Figura 16. Oidium sp.....	68
Figura 17. Epidermophyton sp.	68
Figura 18. Monosporium sp.	69
Figura 19. Vertiendo agua destilada a los matraces	69
Figura 20. Pesado del caldo BHI.....	70
Figura 21. Echando el caldo BHI en los matraces.....	70
Figura 22. Matraces con caldo BHI para muestreo	71
Figura 23. Matraces en la autoclave	71
Figura 24. Toma de muestra de aire en el punto 1	72
Figura 25. Vertido de muestra de aire dentro del matraz	72
Figura 26. Toma de muestra de aire en el punto 2	73
Figura 27. Toma de muestra de aire en el punto 3	73
Figura 28. Toma de muestra de aire en el punto 4	74
Figura 29. Toma de muestra de aire en el punto 5	74
Figura 30. Toma de muestra de aire en el punto 6	75
Figura 31. Toma de muestra de aire en el punto 7	75

Figura 32. Toma de muestra de aire en el punto 8	76
Figura 33. Toma de muestra de aire en el punto 9	76
Figura 34. Toma de muestra de aire en el punto 10	77
Figura 35. Medición de la Temperatura y Humedad relativa con el termohigrómetro	77
Figura 36. Bacterias y fungi sembradas en las placas Petri.....	78
Figura 37. Matraces y placas petri llevadas a incubación a temperatura ambiente.....	78
Figura 38. Siembra de bacterias en matraces y placas petri, incubadas a temperatura de 37°	79
Figura 39. Placas con crecimiento de bacterias.....	79
Figura 40. Placas con crecimiento fúngico.....	80
Figura 41. Medios de cultivo.....	80
Figura 42. Sembrado de inóculos del muestreo en las placas con medios enriquecidos	81
Figura 43. Medios enriquecidos sembrados con las muestras recolectadas	81
Figura 44. Preparación de medios para diferenciación bioquímica	82
Figura 45. Tubos de ensayos con medios de diferenciación bioquímica con muestras inoculadas	82
Figura 46. Reactivos para la diferenciación bioquímica	83
Figura 47. Tubos con medio Citrato de Simmos.....	83
Figura 48. Tubos con medio Indol	84
Figura 49. Tubos con medio LIA	84
Figura 50. Tubos con medio TSI.....	85
Figura 51. Tubos con medio SIM.....	85
Figura 52. Tubos con medio RM y VP	86
Figura 53. Tubos con medio Malonato.....	86
Figura 54. Tubos con medio Urea	87
Figura 55. Realizando la coloración Gram.....	87
Figura 56. Lavando a chorro la lámina del portaobjeto	88
Figura 57. Láminas con frotis y coloración Gram.....	88
Figura 58. Placas petri con crecimiento fúngico	89
Figura 59. Placas petri con el microcultivo realizado	89
Figura 60. Placas con el microcultivo colocadas a incubación	90
Figura 61 Observación de bacterias y fungi en el microscopio.....	90

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la calidad microbiológica del aire en los ambientes internos del primer nivel del Mercado Modelo de Tingo María, con la finalidad de evidenciar la presencia de contaminación ambiental, para lo cual se empleó la técnica volumétrica en 10 puntos de muestreos distribuidos en el interior del mercado. Para llevar a cabo la investigación se consideraron los factores físicos (temperatura y humedad relativa) y se determinó las especies y la cantidad de bacterias como de fungi para cada punto de muestreo. La temperatura alcanzó un valor promedio máximo de 26.7 °C y un valor promedio mínimo de 26.2 °C. En lo que respecta a la humedad relativa, se registró un valor promedio máximo del 69%, mientras que el valor promedio mínimo fue del 67%. Se identificaron 10 géneros de bacterias (*Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Pantoea agglomerans*, *Serratia Rubidaea*, *Lactobacillus* sp., *Cocobacilos* sp., *Streptobacillus* sp., *Salmonella* sp., *Escherichia* sp. y *Enterobacter Cloacae*) y 8 géneros de fungi (*Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Monosporium* sp., *Geotrichum* sp., *Oidium* sp. y *Epidermophyton* sp.). La máxima cantidad promedio de bacterias fue de 330×10^3 UFC/m³ en el punto 4 (Sector carne) y la mínima cantidad promedio de bacterias fue de 21×10^3 UFC/m³ en el punto 6 (Sector pescado con pollo), mientras que la máxima cantidad de fungi fue de 17×10^3 UFC/m³ en el punto 4 (Sector carne) y la mínima cantidad promedio de fungi fue de 11×10^3 UFC/m³ en el punto 1 (Entrada principal) y en el punto 7 (Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas). Determinando así que la cantidad de microorganismos existentes en el interior del Mercado Modelo de Tingo María no supera los valores establecidos por la Norma Española UNE 100012 de Higienización de Sistemas de climatización. El punto 1 (entrada principal, 272×10^3 UFC/m³), punto 3 (sector verdura, 143×10^3 UFC/m³), punto 4 (sector carnes, 347×10^3 UFC/m³), punto 9 (salida principal, 116×10^3 UFC/m³) y punto 10 (sector vivandaría, 171×10^3 UFC/m³) según la OMS presenta una contaminación intermedia. En conclusión, se determina que la calidad microbiológica del aire interior del mercado es de nivel intermedio.

Palabras Clave: Calidad Microbiológica, Contaminación Ambiental, Factores Físicos, Bacterias, Fungi.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the microbiological quality of the air in the internal environments of the first level of the market in Tingo Maria, [Peru], with the purpose of proving the presence of environmental contamination. The volumetric technique was used for this, at ten sampling points, distributed in the interior of the market. In order to carry out the research, the physical factors (temperature and relative humidity) were considered and the species and quantity of bacteria, as well as fungi, were determined for each sampling point. The temperature reached an average maximum value of 26.7 °C and an average minimum value of 26.2 °C. With respect to the relative humidity, an average maximum value of 69% was recorded, while the average minimum value was 67%. Ten genres of bacteria were identified (*Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Pantoea agglomerans*, *Serratia Rubidaea*, *Lactobacillus* sp., *Cocobacilos* sp., *Streptobacillus* sp., *Salmonella* sp., *Escherichia* sp., and *Enterobacter Cloacae*) and eight genres of fungi (*Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Monosporium* sp., *Geotrichum* sp., *Oidium* sp., and *Epidermophyton* sp.). The maximum average quantity of bacteria was 330×10^3 UFC/m³ at point 4 (meat sector) and the minimum average quantity of bacteria was 21×10^3 UFC/m³ at point 6 (fish and chicken sector); meanwhile, the maximum quantity of fungi was 17×10^3 UFC/m³ at point 4 (meat sector) and the minimum average quantity of fungi was 11×10^3 UFC/m³ at points 1 (main entrance) and 7 (giblets sector, smoked meats sector with fruits and vegetables). Thus, it was determined that the existing quantity of microorganisms in the interior of the market in Tingo Maria did not surpass the values established by the Spanish standard, UNE 100012, for the sanitization of climatization systems. Point 1 (main entrance, 272×10^3 UFC/m³), point 3 (vegetables sector, 143×10^3 UFC/m³), point 4 (meats sector, 347×10^3 UFC/m³), point 9 (main exit, 116×10^3 UFC/m³), and point 10 (housewares sector, 171×10^3 UFC/m³) presented intermediate [levels of] contamination, according to the WHO (OMS in Spanish). In conclusion, it was determined that the microbiological quality of the air inside the market was of an intermediate level.

Keywords: microbiological quality, environmental contamination, physical factors, bacteria, fungi.

I. INTRODUCCIÓN

La problemática de la contaminación atmosférica tiene un impacto principalmente a la salud ambiental en todo el mundo, ya sea debido a acciones humanas o cualquier otra actividad que se desarrolle en el medio ambiente. Este tipo de contaminación tiene un impacto significativo directamente a la salud humana, destacándose los factores físicos como los más vinculados con la concentración y diseminación de microorganismos, ya que estos factores tienden a ser relevantes para la proliferación de los microorganismos.

La propagación de distintas enfermedades ha sido favorecida por la aglomeración de muchas personas en sitios como centros comerciales y mercados de abastos, afectando tanto a comerciantes como a consumidores y afectando la calidad de vida en general. La acumulación de grandes cantidades de productos comerciales, industriales, vegetales y animales, junto con la afluencia de comerciantes y consumidores son uno de los problemas fundamentales, en condiciones operativas inadecuadas. La falta de un sistema adecuado de ventilación y recirculación de aire agrava la situación, propiciando la concentración de microorganismos.

Por este motivo, la presente investigación busca contribuir a un estudio sobre la calidad microbiológica del aire en los ambientes internos del primer nivel del Mercado Modelo de Tingo María, 2023, con la finalidad de identificar la concentración de microorganismos presentes en el aire, para asegurar que este mercado de abastos no se convierta en un punto de origen de contaminación, en tal sentido se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál será la calidad microbiológica del aire en los ambientes internos del primer nivel del Mercado Modelo de Tingo María, 2023?, teniendo como hipótesis que la calidad microbiológica del aire en los ambientes internos del primer nivel del Mercado Modelo de Tingo María, 2023, sobrepasa los estándares de calidad ambiental de la norma española UNE 100012 de Higienización de Sistemas de climatización.

1.1. Objetivo general

Determinar la calidad microbiológica del aire en los ambientes internos del primer nivel del Mercado Modelo de Tingo María, 2023.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los factores físicos (temperatura y humedad relativa) en los ambientes internos del Mercado Modelo.
- Identificar las especies de bacterias y fungi en los ambientes internos del Mercado Modelo.
- Determinar la cantidad de bacterias y fungi de los ambientes internos del Mercado Modelo.
- Evaluar el nivel de contaminación con respecto a la norma española UNE 100012 de Higienización de Sistemas de Climatización y con la OMS (Organización Mundial para la Salud).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nivel internacional

Loaiza Maylin y Ruiz Lyseth llevaron a cabo un proyecto de investigación como requisito para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental en el año 2019 el cual lleva como título “Análisis del Riesgo Microbiológico de Aire en dos Laboratorios de la Universidad Santo Tomás”, cuyo objetivo principal fue determinar el riesgo microbiológico de los laboratorios de Biología y Microbiología y el de Toxicología y Biotecnología de la Universidad Santo Tomás. Llegando a la conclusión de que los géneros fúngicos identificados guardan relación con afectaciones a la salud humana.

Quishpe Jean realizó un proyecto de tesis como parte del proceso para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental en el año 2021 titulado “Evaluación Microbiológica de la Calidad del Aire en las Áreas del Laboratorio de Microbiología del Hospital de Especialidades de las Fuerzas Armadas N°1”, cuyo objetivo principal fue evaluar microbiológicamente la calidad del aire en las áreas de laboratorio de microbiología del hospital de especialidades de las fuerzas armadas N°1. Concluyendo que algunas sub áreas muestran grados de contaminación preocupante debido a que la concentración de microorganismos supera la norma.

2.1.2. Nivel nacional

Sotelo Bertha elaboró una tesis a el fin de conseguir el Grado Académico de Maestro en Educación Superior en el año 2018 titulado “Calidad Microbiológica del aire en las aulas de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la Universidad Nacional del Centro del Perú durante el semestre 2018-1”, teniendo como objetivo principal analizar la calidad microbiológica del aire en las aulas de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la Universidad Nacional del Centro del Perú durante el semestre 2018-1. Concluyendo que la calidad del aire es buena debido a que la cantidad de microorganismos está por debajo de lo recomendado por la norma española UNE 100012 y del rango de contaminación interna del aire propuesta por la Organización Mundial de la Salud.

Chuquillin Diana y Rojas Nolish elaboraron una tesis como requisito para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental en el año 2020 titulado “Calidad Microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca - 2020”, cuyo objetivo principal fue evaluar la calidad microbiológica del aire en el mercado central de Cajamarca. Concluyendo que la calidad

microbiológica del aire en el mercado central de Cajamarca supera el nivel establecido en la norma UNE 100012 (España), la cual fija un límite de 800 UFC/m³ para la calidad del aire. Obteniéndose como resultado un total de 806 UFC/m³.

2.1.3. Nivel regional

Mansilla Luis desarrollo un proyecto de tesis con el objetivo de conseguir el título profesional de Ingeniero Ambiental en el año 2019 titulado “Calidad Microbiológica del Aire y Superficies en interiores del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva”, cuyo objetivo principal fue determinar la calidad microbiológica del aire y superficies en interiores del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Finalmente, se llegó a la conclusión de que la calidad del aire dentro del comedor es moderada, debido a que se encontraron 8 especies de bacterias y 3 especies de fungi en superficies.

Lino Kelly llevó a cabo una práctica pre profesional como requisito para conseguir el grado de bachiller en Ingeniera Ambiental en el año 2017 titulado “Calidad Microbiológica del Aire en el Interior del Comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva”, cuyo objetivo principal fue determinar la calidad microbiológica del aire en el interior del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Concluyendo que el aire interno del comedor indica una presumible insalubridad, debido a la presencia de microorganismos patógenos, con una mayor diversidad de fungis que de bacterias.

Camones Rosi elaboró una tesis como parte del proceso para conseguir el título profesional de Ingeniero Ambiental en el año 2021 titulado “Calidad Microbiológica del aire en el interior del Mercado Modelo Privado de Huánuco y del Mercado de Paucarbamba, Huánuco - 2021”, cuyo objetivo principal fue evaluar la calidad microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y mercado de Paucarbamba, Huánuco – 2021. determinando que la calidad microbiológica del aire en el área interna del mercado de Paucarbamba es altamente satisfactoria en la sección P1(Comida) y es buena en las secciones P2(Verduras) y en el P3(Carnes). Por otro lado, en el mercado modelo privado de Huánuco es buena en la sección P4(Comida) y excelente en las secciones P5(Verduras) y en el P6(Carnes).

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Calidad del aire interior

La pureza del aire en interiores hace referencia a la calidad del aire en espacios cerrados, y esta puede verse afectada por varios elementos, incluyendo la existencia de contaminantes microbianos. (Heitzmann, 2015).

La mayoría de las acciones humanas ocurren en espacios cerrados, ya sea en el ámbito doméstico o laboral. En este último, existe un riesgo potencial para la salud, tanto debido a la naturaleza. (Daza *et al.*, 2015).

Los impactos negativos derivados de una calidad del aire inadecuada en entornos cerrados afectan a una considerable cantidad de personas. Se ha evidenciado que los habitantes de las ciudades dedican la mayor parte de su tiempo a ambientes interiores, los cuales suelen estar contaminados a distintos grados, dependiendo de diversos factores. (Cifre, 2017).

2.2.2. Contaminación del aire interior

La presencia de partículas biológicas constituye uno de los desafíos más importantes con respecto a la calidad del aire en espacios cerrados. Dichas partículas biológicas suspendidas emplean el aire como medio para su transporte y dispersión, lo cual puede dar lugar a la alteración de la calidad del aire que las personas inhalan. En promedio, las personas inhalan alrededor de 14 metros cúbicos de aire al día, lo que aumenta la probabilidad de exposición a estas partículas y, por ende, de posibles impactos a la salud. (Daza *et al.*, 2015).

La alteración de la calidad del aire en espacios interiores representa un desafío para las personas, dado que respiran alrededor de 6 a 10 litros de aire por minuto, lo cual se traduce en aproximadamente 15000 litros de aire diarios. En cada respiración, no solo se inhala el oxígeno vital para la vida, sino también los contaminantes presentes en el aire. (Bragoszezewska, 2019).

Los agentes contaminantes que se encuentran presentes en el medio aéreo en interiores suelen diferir en tipo y concentración respecto a las que se encuentran en el aire exterior. Dentro de los elementos contaminantes en espacios cerrados se encuentran partículas biológicas como el polen, ácaros, mohos, insectos y microorganismos, así como alérgenos de animales. También se incluyen partículas no biológicas como el humo de tabaco, compuestos orgánicos volátiles, óxido de nitrógeno plomo, monóxido de carbono, radón, asbestos, productos químicos sintéticos y otros. La calidad deficiente del aire en espacios cerrados ha sido vinculada a una variedad de impactos en la salud humana, que van desde molestias e irritaciones hasta enfermedades crónicas y riesgos cancerígenos. (Mateus, 2018).

2.2.2.1. Contaminantes del aire interno

Un contaminante es cualquier sustancia presente en el entorno con la capacidad de provocar consecuencias negativas en el estado de la salud y el bienestar humano. Estos elementos pueden categorizarse en factores físicos, químicos y biológicos. La identificación y

regulación de estos contaminantes son esenciales para mantener la salud pública y salvaguardar el medio ambiente. (Vaquero de la hoz, 2011).

- **Contaminantes físicos**

Existen diversas manifestaciones de energía que, provenientes de fuentes específicas, pueden impactar a aquellos expuestos a ellas, incluyendo aspectos mecánicos (como ruidos y vibraciones) y fenómenos electromagnéticos, radiaciones ionizantes y no ionizante, e incluso luminosos. (Vaquero de la hoz, 2011).

- **Contaminantes químicos**

Se trata de cualquier compuesto, ya sea de origen orgánico e inorgánico, natural o creado artificialmente, lo cual, durante las etapas de fabricación, manipulación, transporte, almacenamiento o aplicación, tiene la capacidad de introducirse en el entorno en cantidades significativas, ocasionando perjuicios para la salud de los individuos que tienen algún tipo de contacto con dicha sustancia. (Vaquero de la hoz, 2011).

- **Contaminantes biológicos**

Está compuesta por microorganismos, como virus, bacterias y fungis, cuya diseminación puede resultar en la aparición de diversas enfermedades infecciosas. Algunos de estos agentes de transfieren de individuo a individuo, localizado en los sistemas de ventilación un medio para su propagación. Las enfermedades infecciosas propagadas a través del aire tienen una mayor eficacia de transmisión en entornos cerrados, dado que la cantidad de aire en el cual se diseminan es reducida y, por lo general, las personas están expuestas durante un periodo prolongado. (Vaquero de la hoz, 2011).

2.2.3. Microorganismos presentes en el aire

Son organismos diminutos que solo son visibles mediante el uso de microscopio. Su existencia en el entorno aéreo es influenciada por sus propiedades físicas, como su forma, dimensiones y masa, junto con la presencia y la intensidad de las corrientes de aire que los llevan y elevan a altitudes significativas. (De la rosa *et al.*, 2002).

Los microorganismos han demostrado una habilidad notable para persistir, lo que les ha posibilitado ocupar prácticamente todos los hábitats naturales del planeta. Aunque la atmosfera no cuenta con una microbiota propia sirve como medio de dispersión para diversos tipos de microorganismos, como bacterias, fungi, esporas y virus, provenientes de otros hábitats. Estos microorganismos presentes en la atmosfera poseen una significativa importancia biológica y económica, ya que pueden originar enfermedades en seres humanos, plantas y animales, causar

alteraciones en materiales orgánicos y alimentos, y contribuir al deterioro y corrosión de los metales y monumentos. Su transporte se lleva a cabo mediante partículas de polvo, fibras de ropa, fragmentos de hojas secas, piel, gotas de agua o saliva expulsadas al toser, hablar o estornudar. (De la rosa *et al.*, 2002).

Los microorganismos existentes en la atmosfera se reparten en tres estados dentro del aerosol bacteriano: encapsuladas dentro de gotas, en el centro de las gotas y en forma de partículas de polvo. La cantidad de estos microorganismos varía según las condiciones climáticas y el prototipo de organismo en cuestión. El tamaño que tiene las pequeñas gotas bacterianas en suspensión es de 1 a 10 μm , y su densidad afecta su eficiencia aerodinámica y la duración durante la cual los microorganismos se quedan suspendidos en el medio aéreo antes de sedimentarse. (Ghosh *et al.*, 2015).

2.2.4. Tipos de microorganismos

Microorganismos como bacterias, fungi y virus están presentes en la atmosfera. Estos microorganismos existen en forma de células vegetativas y a menudo en la fase de esporulación, que es metabólicamente menos activa que las esporas y tolerante a las variaciones ambientales. Con frecuencia, en el aire se encuentran bacterias esporuladas del genero *Clostridium*, *Actinomicetos*, *Bacillus* (Underwood, 1992).

2.2.4.1. Bacterias

Las bacterias constituyen organismos de una complejidad notable que pueden prosperar en un entorno propicio sin depender de un huésped para su desarrollo completo. Se destaca su habilidad para producir esporas, una característica presente en algunas bacterias. Las esporas son formas de vida capaces de resistir condiciones desfavorables siendo capaces de resistir durante periodos prolongados incluso en ambientes de alta temperatura, sequedad y escasez de nutrientes. Estas esporas tienen la capacidad de restablecer su condición normal y su capacidad infecciosa al encontrarse en un ambiente propicio para su crecimiento. (Pastor, 2010).

Las fuentes principales de bacterias presentes en el medio aéreo son generadas por actividades humadas, destacándose especialmente las aguas residuales y los desechos de origen animal. La descomposición de estos residuos genera aerosoles el cual contiene bacterias, incluyendo algunas que son patógenas, como ocurre con los *estreptococos* y coliformes fecales. Las bacterias tienden a proliferar con mayor facilidad en condiciones de pH entre 7 y 8, así como a temperaturas que oscilan entre 25 °C a 38 °C. A pesar de que numerosas especies pueden

tolerar temperaturas por debajo de 0 °C, otras, como las termófilas, son capaces de resistir a temperaturas superiores a 45 °C. (Herrera, 2009).

Según (Méndez *et al.*, 2015) el aire en sí mismo no alberga microorganismos, poseen la habilidad para crear estructuras especializadas el cual les otorgue la resistencia y supervivencia en el entorno aéreo. Dichos microorganismos tienen la facilidad de propagarse tanto en espacios al aire libre como en interiores, aprovechando el flujo de aire que llevan los microorganismos consigo presentes en diversos medios naturales: el agua, las plantas, el suelo y en la microbiota humana.

- ***Bacillus sp***

Las especies de *Bacillus* muestran una notable habilidad para formar esporas, indicando una mayor posibilidad de supervivencia en condiciones desfavorables. Las esporas, siendo formas de vida extremadamente resistentes, exhiben diferentes propiedades que ayudan a su habilidad para sobrevivir en el entorno. Esta característica es resultado de su bajo metabolismo, la cual les posibilita no necesitar de nutrientes externos ni agua por mucho tiempo. (Izzedin *et al.*, 2011).

- ***Staphylococcus***

Según (Cervantes *et al.*, 2014) son bacterias que forman parte de la familia Micrococcaceae, con una morfología que se asemeja a racimos de uva y clasificadas como Gram positivas. Estas bacterias se distinguen por ser inmóviles, no esporogénicas, carecer de capsula, tener capacidad para crecer tanto en ambientes con o sin oxígeno, ser negativas para la enzima catalasa y pueden ser causante de inflamación y esporulación. Entre las especies comúnmente asociadas a enfermedades a los humanos se encuentran los *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus saprophiticus* y *Staphylococcus haemolyticus*. (Nicolle, 2006).

- ***Enterobacter***

Pertenece a la categoría de bacterias facultativamente anaeróbicas Gram negativas dentro de la familia *Enterobacteriaceae*. Este género incluye cepas patógenas que pueden ocasionar infecciones oportunas, así como otras que descomponen materia orgánica en descomposición. Algunas cepas tienen la capacidad de causar enfermedades en el sistema urinario y respiratorio. (Mandell *et al.*, 2006).

Principalmente, los microorganismos del genero *Enterobacter* tienden a actuar como oportunistas y tienen la capacidad de inducir enfermedades infecciosas en organismos vivos, especialmente en casos de inmunodeficiencia. Estos microorganismos pueden mantenerse

viabiles durante periodos extensos, siempre y cuando la humedad del entorno sea propicia para su supervivencia. Están extremadamente repartidos en plantas, suelos agua, así como en la flora intestinal del humano y animales. (Fariñas *et al.*, 2013).

- ***Serratia***

Según (Mandell *et al.*, 2006) son bacterias Gram negativas que dan negativo a la prueba de oxidasa, siendo *Serratia Marcescens* una de las más patógenas. Este organismo demuestra una notable resistencia a condiciones adversas, incluyendo diversos desinfectantes, y con frecuencia se encuentra en el tracto respiratorio y en heridas. Las infecciones que se propagan mediante el torrente sanguíneo pueden ocasionar diversas complicaciones, como osteomielitis y artritis séptica, entre otros problemas de salud.

- ***Citrobacter y Escherichia***

Citrobacter junto con *Escherichia*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, constituye la categoría de bacterias entéricas conocidas como coliformes. Estas bacterias son móviles y tienen la capacidad de fermentar lactosa, y algunas tienen la capacidad de emplear el citrato. El género *Citrobacter* engloba a *Bacilos aerobios* Gram negativos que están presentes comúnmente en la vegetación, agua y suelo, además de actuar como flora saprofita en el sistema digestivo de numerosos animales. Pueden provocar enfermedades tales como las infecciones del tracto urinario, meningitis y los abscesos cerebrales. (Pascual *et al.*, 2000).

2.2.4.2. Fungi

Los fungi son organismos eucariotas que conforman un grupo diverso y heterogéneo, caracterizado por poseer una pared celular y propiedades alergénicas. Su reproducción ocurre a través de la fragmentación de las hifas o mediante la creación y diseminación de esporas, que pueden ser de naturaleza sexual o asexual. Estos tienden a prosperar en entornos con elevada humedad, aunque también pueden desarrollarse en diversos sustratos. Su crecimiento se ve afectado por distintos factores como la temperatura, humedad relativa, aireación, luz, disponibilidad de nutrientes, pH y concentración de nutrientes. La alteración de la calidad del aire por fungi en el aire interior se debe principalmente a hongos filamentosos y levaduras. (Brock *et al.*, 2001).

El aire sirve como hábitat para distintas esporas de los fungi, sin importar de su pequeño tamaño, estas poseen la extensa capacidad de dispersión que impacta la salud humana. La cantidad y variedad de esporas experimentan cambios a lo largo del tiempo, dependiendo de

factores como la humedad, las horas del día, la ubicación geográfica, la estación del año y la presencia local de diversas fuentes de liberación de esporas. (Belén, 2015).

Según (Bovalluis *et al.*, 1978) durante el verano, es típico observar una proliferación significativa de fungi, mientras que, en otoño y primavera, las bacterias tienen a multiplicarse, influenciadas por factores como la exposición solar, la humedad relativa del aire y la temperatura.

- ***Rhizopus***

El género *Rhizopus* pertenece al orden Mucorales y a la familia Mucoraceae, tiene la capacidad de ocasionar infecciones conocidas como mucormucosis. Este género se caracteriza por estar ampliamente distribuido en el medio ambiente, con esporas que tienen la capacidad de permanecer suspendidas en el medio aéreo y también encontrarse en el suelo. Aunque no son visibles a simple vista cuando se encuentran en el aire o en el suelo, solamente son visibles durante su desarrollo en alimentos que están experimentando procesos de descomposición. Se presentan tres formas de infección: la inhalación de esporas dispersadas por el aire: inoculación directa a través de lesiones en la piel y el consumo de alimentos contaminados. (Castañon, 2021).

- ***Geotrichum***

Según (Romero, 2007) es un fungi perteneciente al reino Fungi y se encuentra distribuido globalmente. Causa geotricosis, una micosis generada por dicho fungi que se encuentra presente tanto en el entorno como en la piel y mucosas del huésped humano. Las infecciones suelen adquirirse mediante la inhalación o ingestión de las esporas, y las manifestaciones clínicas abarcan varias formas, siendo la pulmonar la más común, con síntomas muy parecidos a los de la tuberculosis.

- ***Penicillium***

Según (Cruz *et al.*, 2006) el género *Penicillium*, integrante del reino Fungi, comprende fungis caracterizados por sus estructuras filamentosas y peludas, con una textura lanosa o algodonosa. Están extremadamente repartidos en el entorno natural, presentes en la vegetación caída, en el aire y en el suelo. Pueden desencadenar infecciones, especialmente en individuos con sistemas inmunológicos debilitados, y algunos miembros de este género actúan como patógenos al producir micotoxinas. Inicialmente, sus colonias son color blanco y, con el tiempo, pueden adquirir tonalidades como verde azulado, gris verdoso, gris oliva, amarillentas o rosadas.

- ***Aspergillus***

Estas especies son predominantemente ubicuas y se encuentran en diversos sustratos, siendo más comunes en climas cálidos. Las colonias de dicho género tienden a desarrollarse de manera rápida y exhiben una variedad de colores, incluyendo tonalidades blancas, amarillentas, marrón-negruzcas, marrón-amarillentas, verdosas o negruzcas. Estas colonias están formadas por agrupaciones compactas de coníferos, en los cuales se hallan las células conidiógenas responsables de producir las esporas asexuales o conidios. (Soriano, 2007).

(Barona, 2010) Señala que este tipo de fungi se regenera con facilidad en condiciones de temperaturas altas y se localizan en la atmosfera, el suelo, las plantas, el agua, y la materia orgánica en proceso de descomposición. Cuando sus conidios están en el aire, al inhalarlos afectan los senos paranasales y los pulmones. En individuos inmunodeprimidos, Puede funcionar como un fuerte alérgeno e incluso puede invadir cavidades ya existentes, desarrollándose posteriormente en ellas.

2.2.5. Requerimientos nutricionales de los microorganismos

(Hernández, 2003) menciona que los microorganismos necesitan diversos elementos para llevar a cabo sus actividades metabólicas. Fundamentalmente requieren carbono, energía, agua, minerales, nitrógeno, vitaminas, y, en el caso de los organismos aerobios, oxígeno.

2.2.5.1. Fuentes de carbono

Es el componente fundamental de los microorganismos, y los carbohidratos son la fuente más común utilizada, proporcionando también oxígeno, hidrogeno y energía metabólica. Estos carbohidratos desempeñan un papel crucial en la producción de material celular y en la formación de metabolitos. (Hernández, 2003) menciona que los microorganismos pueden ser categorizados según su habilidad para asimilar la fuente de carbono, estos se dividen en:

Autótrofo: El CO_2 es su única fuente de carbono.

Heterótrofo: Los compuestos orgánicos constituyen su Fuente de carbono

2.2.6. Factores ambientales intervinientes en el desarrollo de los microorganismos

Las condiciones fisicoquímicas del aire no son favorables para el crecimiento ni la supervivencia prolongada de los microorganismos. En su mayoría, estos solos pueden subsistir en ella durante cortos periodos de tiempo. Algunos microorganismos optan por una estrategia de supervivencia en forma de esporas, reduciendo su metabolismo y prescindiendo de mayores cantidades de nutrientes y agua. Estas esporas cuentan con paredes gruesas que las resguarda

de la desecación y algunas están pigmentadas para resistir las radiaciones ultravioletas. Gracias a su baja densidad, pueden mantener en suspensión en el medio aéreo sin sedimentarse. Además, algunas de ellas son extraordinariamente ligeras, conteniendo incluso vacuolas de gas, y poseen formas aerodinámicas que les permiten desplazarse a través de la atmosfera. (Gregory, 1973).

Según (De la rosa *et al.*, 2002) menciona que el periodo durante el cual los microorganismos se mantienen suspendido en el medio aéreo, lo cual está condicionado por su peso, forma, tamaño y la influencia de las fuerzas del flujo de aire que los mantienen y elevan. Obstáculos, tales como la fricción con el viento y la precipitación, que deposita partículas del aire al suelo, actúan como factores negativos, reduciendo la velocidad. Además, se generan más esporas, y algunas de ellas permanecen en la atmosfera. No obstante, ciertos éxitos garantizan la permanencia y propagación de los microorganismos. La capacidad de supervivencia bacteriana varía según su densidad estructural y metabólica. En términos generales, las bacterias Gram positivas muestran mayor resistencia que las Gram negativas debido a sus gruesas paredes celulares. Según (Bovalluis, 1978) menciona que, en regiones de clima seco, el aire alberga una abundancia de microorganismos, y su cantidad se reduce tras las precipitaciones, ya que estas los arrastran mediante el lavado de aire. Se observa variaciones estacionales en la concentración de microgramos en la atmosfera. Durante las estaciones invernales, los fungis son más prevalentes, mientras que las bacterias son más numerosas en las estaciones de otoño y primavera. Este fenómeno se debe a diferentes factores como la temperatura y la humedad del entorno aéreo y la exposición a la radiación solar, entre otros.

2.2.6.1. Temperatura

La mayor parte de las bacterias prosperan en un intervalo de temperatura superior a los 30 °C, aunque las temperaturas mínima y máxima pueden variar considerablemente entre especies. Las bacterias que son patógenos para los seres humanos encuentran condiciones de crecimiento optimas a temperaturas cercanas a las del cuerpo humano, alrededor de los 37 °C. (Llop *et al.*, 2001).

Según (Mohr, 1997) la congelación no erradica por completo a los microorganismos, pero impide su capacidad de reproducción. Diversos estudios refieren que a medida que la temperatura incrementa, la probabilidad de supervivencia de los microorganismos disminuye.

Los microorganismos se dividen en distintas categorías: Psicrófilas, que pueden desarrollarse en bajas temperaturas (0 °C); Mesófilos, cuya temperatura optima de crecimiento se sitúa entre 25 °C y 40 °C; y finalmente, los Termófilos, con una temperatura perfecta de

crecimiento que se sitúa entre 50 °C y 60 °C. Los Hipertermófilos pertenecientes a este último grupo, pueden crecer a temperaturas superiores, oscilando entre 80 °C y 120 °C, con excepciones. (Prescott *et al.*, 2008).

Según (SENAMHI, 2008) menciona que hay una relación entre la temperatura y la humedad relativa, el cual establece que, “debido a que la humedad relativa de una masa de aire experimenta cambios con las variaciones de temperatura, se puede afirmar en líneas generales que suelen disminuir durante el comienzo de la tarde y más alta durante la noche, especialmente durante el inicio de la mañana, cuando se llega a la temperatura más baja”.

2.2.6.2. Humedad relativa

Según (De la Rosa *et al.*, 2002) refiere que la humedad juega un papel fundamental, ya que, al decrecer en el medio aéreo, el suministro de la cantidad de agua disponible para los microorganismos disminuye, llevando a la deshidratación y la pérdida de la capacidad reproductora de muchos de ellos. En regiones elevadas, esta condición favorece la sudoración, lo que facilita la germinación de ciertas esporas en las nubes. En áreas desérticas, la humedad relativa en el aire fluctúa entre el 10% y el 20%. La humedad relativa mínima para el crecimiento de los fungi es del 65%, mientras que las bacterias necesitan una humedad aún más elevada.

(Cruz *et al.*, 2006) menciona que existe una relación entre temperatura y la capacidad del aire para retener la humedad, donde “a medida que la capacidad del entorno para captar vapor de agua aumenta, la temperatura también aumenta”. Simultáneamente, la humedad relativa se reduce mientras que la temperatura se incrementa. La humedad relativa tiene un papel muy importante en el desarrollo de los microorganismos. Cuando este factor se mantiene en un entorno al 50%, la atmósfera no posee la cantidad requerida de vapor de agua para que los microorganismos crezcan adecuadamente, lo que resulta en una disminución de su concentración en el entorno. Por otro lado, una humedad mínima relativa puede generar consecuencias negativas para la salud humana, provocando sequedad en las fosas nasales y la laringe, lo que podría aumentar la vulnerabilidad a agentes patógenos presentes en el aire.

2.2.7. Patogenicidad de los microorganismos

(De la rosa *et al.*, 2002) indica que numerosas enfermedades contagiosas en seres humanos y animales se contagian a través de microorganismos que viajan por el aire, afectando principalmente el sistema respiratorio. La transmisión del organismo responsable ocurre

mediante las secreciones de la nariz y la garganta, las cuales la diseminan al estornudar, toser y hablar, alcanzando velocidades de hasta 300km/h.

Un estornudo humano expulsa un promedio de 19,000 partículas, mientras la tos libera alrededor de 500 partículas, la mitad de los cuales tiene un tamaño inferior a 10 μm . Diversas enfermedades causadas por bacterias, virus y fungis se propagan en la atmosfera, generalmente a través de estos microorganismos. (Atlas *et al.*, 2002).

2.2.8. Enfermedades transmitidas por los microorganismos

Un considerable número de enfermedades tanto en humanos como en animales se propagan mediante la inhalación de aire, provocando principalmente afectaciones en el sistema respiratorio. Dado que los seres humanos inhalan millones de metros cúbicos de aire, una proporción de este contiene microorganismos. El control de estas enfermedades resulta complicado, ya que las personas afectadas continúan con sus actividades diarias y, en ocasiones, no hay disponibles tratamientos terapéuticos o vacunas efectivas. Además, en determinadas circunstancias, se generan bioaerosoles a partir de animales y sus productos, como plumas de aves, heces desecadas, lana, piel, placenta y marfil, los cuales pueden suspenderse en el aire y ser inhalados. También, hay diversas enfermedades bacterianas que se contagian a través del aire, especialmente originadas por bacterias Gram positivas que tienen una mayor capacidad de supervivencia en el ambiente. Estas bacterias impactan tanto en las vías respiratorias superiores (como la faringitis y la difteria) como en las inferiores (como la bronquitis, neumonías, tos ferina y tuberculosis), y en algunos casos pueden ingresar al torrente sanguíneo y otros órganos. (De la rosa *et al.*, 2002).

Tabla 1. Enfermedades bacterianas transmitidas por el aire

Enfermedades	Género y Especies
Amigdalitis, faringitis, bronquitis	<i>STREPTOCOCCUS pyogenes</i>
Difteria	<i>CORYNEBACTERIUM diphtheriae</i>
Neumonía clásica	<i>STAPHYLOCOCCUS aureus</i> , <i>STREPTOCOCCUS pneumoniae</i> , <i>KLEBSIELLA pneumoniae</i>
Neumonía atípica, bronquitis	<i>NEISSERIA meningitidis</i> , <i>MYCOPLASMA pneumoniae</i> , <i>CHLAMYDOPHILA psittaci</i>

Enfermedades	Género y Especie
Meningitis	<i>NEISSERIA meningitidis</i>
Meningitis, Epiglotitis, Neumonía	<i>HAEMOPHILUS influenzae</i>
Tosferina	<i>BORDETELLA pertussis</i>
Tuberculosis	<i>MYCOBACTERIUM tuberculosis</i>
Legionelosis	<i>LEGIONELLA pneumophila</i>
Actinomicosis	<i>ACTINOMYCES israelii</i>
Nocardiosis	<i>NOCARDIA asteroides</i>
Fiebre Q	<i>COXIELLA burnetii</i>
Carbunco pulmonar	<i>BACILLUS anthracis</i>
Peste	<i>YERSINIA pestis</i>

Fuente: ROMERO y CASTAÑEDA (2015), BARAHONA (2010), CRUZ y JIMENEZ (2006), REY y FULA (2005)

Algunos fungis levaduriformes (*Cryptococcus*, *Coccidioides*, *Blastomyces*, *Histoplasma*) causan enfermedades respiratorias y tienen la capacidad de penetrar en otros tejidos, provocando una enfermedad que afecta al sistema entero. Además, las esporas de diversos tipos de fungi tienen la capacidad de provocar respuestas de hipersensibilidad, ya sea de manera inmediata o alérgica, afectando el trato respiratorio superior y provocando rinitis y asma. Este fenómeno se atribuye a partículas de 30 μm , como las esporas de *Puccinia*, *Alternaria* y *Cladosporium*. Por otro lado, las esporas de *Aspergillus* y *Penicillium* afectan el tracto respiratorio inferior, dando lugar a alveolitis y neumonitis. (De la rosa *et al.*, 2002).

Tabla 2. Enfermedades fúngicas transmitidas por el medio aéreo

Enfermedades	Género y Especies
Neumonías	<i>PNEUMOCYSTIS carinii</i>
Micosis sistémicas	<i>CRYPTOCOCCUS neoformans</i> , <i>BLASTOMYCES dermatitidis</i> , <i>HISTOPLASMA capsulatum</i> , <i>COCCIDIIOIDES immitis</i> , <i>ASPERGILLUS fumigatus</i>
Hipersensibilidad	<i>Alternaria</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Serpula</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Mucor</i>
Micotoxicosis	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Stachybotrys</i>

Fuente: ROMERO y CASTAÑA (2015), BARAHONA (2010), CRUZ y JIMENEZ (2006), REY y FULA (2005).

2.2.9.. Técnicas de muestreo por borboteo en líquidos

Este procedimiento, implica hacer circular el aire mediante un aspirador a través de un líquido, generalmente una solución tampón diluida, con el fin de capturar y retener los microorganismos presentes. (Hernandez *et al.*, 2013); este método permite sembrar los microorganismos capturados en placas con el objetivo de cuantificar su número, así como examinarlos mediante microscopia o someterlos ensayos bioquímicos para identificar la presencia de endotoxinas. (De la rosa *et al.*, 2002).

2.2.10. Marco legal

El artículo 2º inciso 22 de la Constitución Política del Perú indica que es responsabilidad fundamental del Estado asegurar el derecho de cada individuo a disfrutar de un ambiente equilibrado y propicio para el desarrollo de su vida. (Constitución Política del Perú, 1993).

El Perú, no tiene establecidos estándares, normativas ni leyes que aborden la calidad microbiológica del aire en espacios interiores. No obstante, la OMS (Organización Mundial para la Salud), tiene valores referenciales para medir la calidad del aire microbiológico como se muestra en la Tabla 3 y en la Tabla 4 (OMS, 2004).

Tabla 3 Nivel de contaminación mediante concentración de bacterias

Nivel de Contaminación	Concentración de bacterias (UFC/m ³)
Muy baja	< 50
Baja	50 - 100
Intermedia	100 - 500
Alta	500 - 2000
Muy alta	> 2000

Fuente: Organización Mundial de Salud (OMS); (Cost Project 613 Report nº 12)

Tabla 4 Nivel de contaminación mediante concentración de fungi

Nivel de Contaminación	Concentración de fungi (UFC/m ³)
Muy baja	< 25
Baja	25 - 100
Intermedia	100 - 500
Alta	500 - 2000
Muy alta	> 2000

Fuente: Organización Mundial de Salud (OMS); (Cost Project 613 Report nº 12)

La Norma española UNE 100012 (Asociación Española de Normalización), sobre higienización de sistemas de climatización establece ciertos estándares microbiológicos para el aire en ambientes interiores. En lo cual, los recuentos totales de bacterias y fungi deben de ser inferiores a 800UFC/m³ (Unidades Formadoras de Colonias). (Ortiz *et al.*, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política y geográfica

La realización de la investigación tuvo lugar en el ambiente interno del primer nivel del mercado modelo de la ciudad de Tingo María, situado en el distrito de Rupa Rupa, perteneciente a la provincia de Leoncio Prado, en el departamento de Huánuco, geográficamente ubicado en las coordenadas latitud 09° 18' 00'' longitud 76° 01' 00'' a una altitud de 660 m.s.n.m.

El procesamiento de las muestras se desarrolló en el laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Ubicado políticamente en el distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas UTM (E: 390533 m y N: 8970291 m) a una altitud de 668 m.s.n.m.

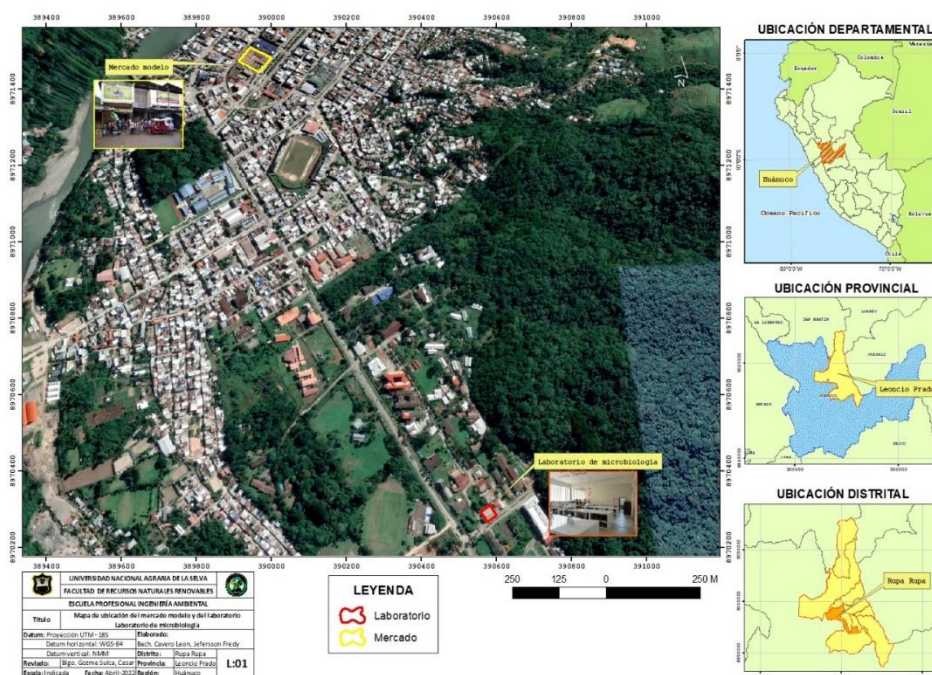


Figura 1. Mapa de ubicación

3.1.2. Aspectos ambientales

3.1.2.1. Clima

La provincia está situada en la región de selva alta, con altitudes que varían entre 660 y 1,300 metros sobre el nivel del mar. Esto le confiere un clima tropical, cálido y húmedo. La variación en altitud y estación del año da lugar a climas diversos, pero todos comparten una característica común: una alta precipitación pluvial. (PDC Leoncio Prado, 2015).

3.1.2.2.Precipitación

La cantidad anual de precipitación asciende de 3,179 mm, y durante la temporada de invierno, estas cifras pueden llegar a alcanzar los 3,860 mm. Según la clasificación climática del Perú, Leoncio Prado forma parte de la región natural de Rupa Rupa, una región de bosque tropical montano muy húmedo, caracterizada por un clima cálido, húmedo y lluvioso, especialmente durante noviembre a marzo. (PDC Leoncio Prado., 2015).

3.1.2.3.Temperatura

La temperatura media se sitúa en 24.31 °C, con temperaturas máximas alcanzando los 25.7 °C y un promedio mínimo de 19.5 °C. Durante el mes de mayo a septiembre, la temperatura es cambiante; sin embargo, en junio, debido a los fríos vientos del anticiclón polar marítimo que proviene de la zona austral atlántica, se observa un descenso en la temperatura. (PDC Leoncio Prado, 2015).

3.1.2.4.Humedad relativa

La humedad relativa promedio mensual se sitúa en un 85.67%, y su variación sigue el ciclo de lluvias, lo que significa que durante las temporadas de mayores precipitaciones se experimente un aumento en la humedad. (PDC Leoncio Prado, 2015).

3.2. Materiales y métodos

3.2.1.Materiales y equipos

Para el muestreo microbiológico se emplearon los siguientes materiales: Mapa de distribución de los puntos de muestreo, Cuaderno de campo, Caja hermética de tecnopor, Jeringas de 60 ml, Guantes quirúrgico, Parafina, Guardapolvo, Mascarillas y Gorra quirúrgica.

a) Materiales de laboratorio

Para el análisis en el laboratorio se emplearon los siguientes materiales: Matraces Erlenmeyer, Placas Petri de cristal, Termohigrómetro, Jeringas de 60 ml, Algodón, Pipetas, Cubreobjetos, Portaobjetos, Varillas de Vidrio y Pinzas. Láminas portaobjetos, Laminillas cubreobjetos, Mechero de Bunsen, Gradillas para Tubos de Ensayo, Asa de siembra, Anza micológica, Espátulas, Hilo pabilo, Papel Mantequilla, Papel toalla, Papel craft, Guardapolvo, Guantes, Mascarillas, Gorro de cirujano y Etiquetas.

b) Equipos de muestreo

Los equipos de muestreos que se usarán son: Cámara fotográfica (MotoG8Play) y Termohigrómetro.

c) Equipos de laboratorio

Los equipos de laboratorio que se usaron para la presente investigación son: Autoclave (LMIM, modelo MO.25X), Microscopio electrónico (Leica, modelo DMSOORH), Cámara fotográfica, Baño maría, Balanza analítica (Henkel, modelo KG6503), Incubadora de fungi (LP101, modelo N°65-3436), Incubadora de bacterias (Thelco, modelo MO.25X), Horno (Lab line, modelo 403-01) y Refrigerador (Meling, YC-315L).

d) Medios de cultivo

Para la determinación de bacterias y fungi en el medio aéreo se utilizó los siguientes medios de cultivos: Agar Eosina Azul de Metileno (EMB), Brain Hearth Broth (BHI), Agar Cristina- Lactosa Deficiente en Electrolitos (CLED), Agar Manitol Salado, Agar Mac Conkey, Agar Sabouraud Glucosado al 5%, Caldo peptona, Agar Cetrimide, Agar Plate Count, Agar TCBS y Agar SS.

e) Medio de cultivo para pruebas bioquímicas

Para realizar las pruebas bioquímicas se utilizaron: Caldo peptona 0.1%, Indol según Kovac, Agar hierro-triple azúcar (TSI), Voges-Proskauer (RMVP) y Caldo rojo de metilo, Agar Lisina Hierro (LIA), Caldo malonato, Agar úrea y Agar Citrato de Simmons.

f) Reactivos

Los reactivos que se utilizaron para la presente investigación son: Aceite de cedro, azul de metileno, cristal violeta, reactivo lugol, alcohol acetona, safranina, antibiótico ceftriaxona, esmalte de uñas transparente y agua destilada

3.3. Metodología

3.3.1. Determinación de los factores físicos (temperatura y humedad relativa) en los ambientes internos del Mercado Modelo

La visita fue llevada a cabo para identificar el área de estudio y de esta manera poder establecer los puntos de muestreo de manera estratégica en el interior del primer nivel del Mercado Modelo de Tingo María, lo cual se muestra en el Anexo A (Figura 5).

Para determinar la humedad relativa y la temperatura se utilizó un termohigrómetro digital en los siguientes puntos de muestreo, como se muestra en la Tabla 5, para lo cual se realizó cuatro repeticiones, la primera repetición se realizó en el mes de marzo del año 2023, la segunda repetición se realizó en el mes de abril del año 2023, la tercera repetición se realizó en el mes de mayo del año 2023 y la cuarta repetición se realizó en el mes de junio del año 2023.

Tabla 5. Determinación de los factores físico por cada punto de muestreo

Nº	Punto de muestreo	Temperatura (°C) Promedio	Humedad (%) Promedio
P1	Entrada principal	-	-
P2	Sector celulares con abarrotes	-	-
P3	Sector verdura	-	-
P4	Sector carne	-	-
P5	Sector abarrotes	-	-
P6	Sector pescado con pollo	-	-
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	-	-
P8	Sector jugos	-	-
P9	Salida principal	-	-
P10	Sector vivandaria (Comida)	-	-

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Identificación de las especies de bacterias y fungi en los ambientes internos del Mercado Modelo

Se llevaron a cabo cuatro muestreos, siendo el primero realizado en el mes de marzo del año 2023, el segundo muestreo se realizó en el mes de abril del año 2023, el tercer muestreo se realizó en el mes de mayo del año 2023 y el cuarto muestreo se realizó en el mes de junio del año 2023. Para ello se escogieron 10 puntos de muestreos, en cada uno de ellos se realizaron 4 repeticiones.

Se realizó la recolección de las muestras desde las diez de la mañana (10 am). Para los diez puntos de muestreo se preparó veinte matraces con BHI, considerando 3,7 g para 100 ml de agua destilada, separándose diez matraces para el muestreo de bacterias y diez matraces para el muestreo de fungi, una vez rotulado los matraces para bacterias y fungi, estos fueron llevados

a baño maría por 30 min a 100 °C para su dilución, pasado el tiempo se trasladó los matraces al autoclave a 15 PSI de presión, a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos, pasado los minutos se retiró los matraces y se dejó a que enfríen para luego adicionar el antibiótico (ceftriaxona, 250 mg/L) a los matraces para fungi, con la finalidad de evitar el crecimiento de bacterias. (López, 2004).

En cuanto a la recolección de muestra de aire se realizó mediante el método volumétrico, se llevó en una caja hermética los matraces para bacterias y fungi. Se utilizó jeringas descartables de 60 ml previamente esterilizadas y se realizaron 25 aspiraciones a 1.5 m de altura en cada punto de muestreo. Los matraces fueron sostenidos junto con el mechero encendido para posterior a cada aspiración, el aire contenido en la jeringa se descargó dentro del matraz con el caldo de BHI para bacterias y en un matraz con el caldo BHI más antibiótico (Ceftriaxona) para fungi. (López, 2004).

a) Identificación de las especies de bacterias en los ambientes internos del Mercado Modelo

Con respecto a la identificación de las bacterias, de los matraces con el caldo BHI para el crecimiento de bacterias se incubaron a una temperatura de 37 °C por un tiempo de 48 horas, posterior a ello utilizando un asa de siembra se extrajo un inóculo para sembrar por el método de estrías en las 30 placas Petri con medios enriquecedores respectivamente (Agar Manitol Salado, Agar CLED y Agar Mac Conkey), estas placas fueron incubadas a 37 °C durante 48 horas, mientras que las 10 placas Petri con el medio enriquecedor Agar M77 fue incubada a temperatura ambiente. Luego de haber pasado las horas de incubación se seleccionó a que colonias se le realizará la Diferenciación Bioquímica y coloración GRAM (López, 2004).

Para realizar la prueba bioquímica, a través de in mechero se extrajo un inóculo de una colonia aislada utilizando un asa de siembra de las placas con medios enriquecidos, luego se procedió a sembrar en los tubos de ensayo de 5 ml contenido el medio de cultivo diferenciales, los cuales son 9 medios de cultivo:

- **INDOL:** Se procedió a inocular el microorganismo en el caldo aplicando el método de siembra por enjuague, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se adiciono 3 gotas de reactivo de Kovac agitando lentamente, luego se aguardó unos 15 minutos para proceder con la lectura de los resultados:

Positivo: Color rojo observado en el anillo de interfase entre el reactivo y el medio.

Negativo: No se produce cambio de color y el reactivo permanece con tonalidad amarilla.

- **SIM:** Se procedió a inocular el microorganismo en el caldo aplicando el método de siembra por puntura, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se adicionó 3 gotas de reactivo de Kovac agitando lentamente, luego de haber pasado los 15 minutos se procedió con la lectura de los resultados:

Indol (positivo): Se observa un color rojo en el anillo de interfase entre el reactivo y el medio.

Indol (negativo): No se evidencia cambio de color, manteniendo el reactivo en tonalidad amarilla.

Motilidad (positivo): El medio adquiere una consistencia gelatinosa.

Motilidad (negativo): Lo descrito anteriormente no se observa.

Ácido Sulfhídrico (positivo): Todo el fondo del tubo se observa de color negro o se genera una pequeña cantidad de precipitado.

Ácido Sulfhídrico (negativo): No se observa ningún precipitado negro.

- **Rojo de Metilo (RM):** Se procedió a inocular el microorganismo en el caldo aplicando el método de siembra por enjuague, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se adicionó 3 gotas de colorante Rojo de Metilo agitando muy lentamente, luego de haber pasado los 15 minutos se procedió con la lectura de los resultados:

Positivo: El indicador mantiene su color rojo.

Negativo: El indicador se transforma en color amarillo.

- **Voges-Proskauer (VP):** Se procedió a inocular el microorganismo en el caldo aplicando el método de siembra por enjuague, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se agregó 3 gotas de KOH al 4% y 3 gotas de reactivo Alfa naftol agitando suavemente, luego de haber pasado los 15 minutos se procedió con la lectura de los resultados:

Positivo: Presencia de color rojo o rosado en el medio.

Negativo: El medio exhibe de color o presenta tonalidad amarilla.

- Citrato de Simmons (CS): Se procedió a inocular el microorganismo en el medio solido de Simmons aplicando el método de siembra por estría, luego se trasladó a incubación a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se procedió con la lectura de los resultados:

Positivo: Aumento con cambio de tonalidad hacia el azul del indicador, porque los microorganismos emplean el citrato como la única fuente de carbono.

Negativo: No experimenta crecimiento ni presenta alteración en su tonalidad.

- Agar Lisina - Hierro(LIA): Se inoculó el microorganismo en el medio solido de LIA aplicando el método de siembra por puntura y estría, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se procedió con la lectura de los resultados:

Color amarillo indica acidez (A) por desaminación.

Color purpura o rojo indica alcalinidad (K) por descarboxilación.

Posible presencia de Ácido Sulfhídrico.

- Agar Hierro Tres Azucres (TSI): Se inoculó el microorganismo en el medio solido de TSI aplicando el método de siembra por puntura y estría, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se procedió con la lectura de los resultados:

Utilización de carbohidratos: Se muestran los siguientes casos:

- . Fermentación solamente de glucosa: Bisel: alcalino(rojo), fondo: ácido(amarillo), que significa K/A.
- . Fermentación de glucosa y otro azúcar: Bisel: ácido(amarillo), fondo ácido(amarillo), A/A.
- . Ninguno de los carbohidratos es fermentado: Bisel: alcalino(rojo), fondo: alcalino(rojo), que significa K/K.

Producción de gas (CO₂)

. Positivo: Se observa burbujas en el interior del medio, ruptura del medio, y desplazamiento hacia arriba del mismo.

. Negativo: Lo descrito anteriormente no ocurre.

Producción de ácido sulfhídrico

. Positivo: La totalidad del fondo del tubo muestra un color negro o también se genera un precipitado escaso.

. Negativo: No se visualiza ningún precipitado negro.

- **Malonato:** Se inoculó el microorganismo en el medio sólido de malonato aplicando el método de siembra por enjuague, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24 horas. Posterior a ello se procedió con la lectura de los resultados:

Positivo: Presencia de un color azul intenso.

Negativo: Presencia de un color verde.

- **Ureasa:** Se inoculó el microorganismo en el medio sólido de urea aplicando el método de siembra por puntura, luego se trasladó a incubar a 37 °C por 24h. Posterior a ello se procedió con la lectura de los resultados:

Positivo: Presencia de un color rosado intenso.

Negativo: No se evidencia cambio de color.

Para realizar la tinción Gram, Se acondicionaron portaobjetos limpios y libres de microorganismo, se prendió el mechero Bunsen, se cogió un portaobjeto limpio y rotulado, luego se abrió una caja petri por detrás del mechero encendido y con la ayuda de un anza circular se retiró una muestra de inóculo, con el fin de colocarlo en el portaobjetos. Al portaobjeto se le adiciono una gota de suero fisiológico, luego se llevó a cabo el frotis de manera horizontal, dispersando la muestra de forma homogénea. En cuanto al secado del portaobjeto con el frotis realizado se sometió al fuego del mechero.

En cuanto a la coloración, se tomó un portaobjeto con el frotis y se adiciono cristal violeta por un tiempo de 2 minutos para luego ser lavado a chorro, luego se adiciono el lugol y se esperó 2 minutos para luego ser lavado a chorro, luego se adiciono alcohol acetona durante 5 segundos mientras se hacían movimientos de vaivén para luego ser lavado a chorro, luego se adiciono safranina por 30 segundos para luego ser lavado a chorro, acto seguido se tomó el

portaobjeto y se llevó al mechero para secarlo y poder proceder con la identificación de la bacteria.

Para identificar la bacteria se adicionó al portaobjeto 2 gotas de aceite de inmersión antes de ser observado en el microscopio con el objetivo a 100x para posteriormente identificar si son bacterias Gram (+) o bacterias Gram (-).

b) Identificación de las especies de fungi en los ambientes internos del

Mercado Modelo

Para la determinación del género Fungi, de los matraces con el caldo BHI más antibiótico se trasladó a incubación a una temperatura ambiente por 5 días, posterior a ello se retiró un inóculo de cada caldo BHI más antibiótico y se sembró por el método de estría en 10 placas Petri contenido el agar Sabouraud mas antibiótico ya solidificado, luego las placas fueron incubadas a una temperatura ambiente durante 5 a 8 días para luego realizar los microcultivos (López, 2004),

Para realizar el microcultivo, en dos placas petri se colocó el medio Agar Sabouraud Glucosa más el antibiótico, se dejó enfriar para luego dividirlo en cubitos de 20x20x10mm (el espesor no debe superar los 10 milímetros), cada cubito se situó en la parte superior del portaobjeto el cual se encuentra dentro de la placa de microcultivo previa esterilización. Se seleccionó una colonia fungi y usando un anza micológica, se tomó un inóculo para colocarlo encima del cubito que se encuentra en la placa del microcultivo. Utilizando una pinza se puso el cubreobjeto encima del cubito con el inóculo de la muestra, se puso un algodón mojado con agua al costado de la muestra y finalmente se procedió a cerrar la placa para luego ser trasladado a incubarse a temperatura ambiente durante 7 a 8 días.

Al término de la incubación, a través de un mechero se abrió la placa de microcultivo y se retiró cuidadosamente el cubreobjeto utilizando una pinza, este cubreobjeto se colocó sobre un portaobjeto estéril al cual previamente se le adiciono 2 gotas del colorante Lactofenol de Aman. Se eliminó el exceso de colorante con la ayuda de un papel absorbente, para cerrar herméticamente los lados laterales del cubreobjeto, se empleó esmalte de uñas transparente. Se obtuvieron 2 muestras, una del cubre objeto y otra del portaobjeto.

El cubo del agar que contenía el fungi del microcultivo fue descartado en agua con lejía.

Se examinaron las muestras obtenidas mediante un microscopio, siendo visualizadas con un lente ocular de 10x y un objetivo de 40x, logrando un aumento total de 400x.

3.3.3. Determinación de la cantidad de bacterias y fungi de los ambientes internos del Mercado Modelo

Para determinar la cantidad de bacterias y fungi, después de haber realizado el muestreo en campo, a partir de los matraces incubados, se llevaron a cabo diluciones a partir de la muestra original. Mediante una micropipeta se sacó 0.1 μL (10^3) de muestra de cada uno de los matraces con BHI y BHI mas antibiótico. Para realizar el conteo de bacterias se colocó el inóculo de muestra en las placas previamente rotuladas para bacterias, luego se le agregó 10 ml del medio agar Plate Count, inmediatamente se agitó muy lento con cinco movimientos a la izquierda y hacia la derecha y tres movimientos en forma de ocho, después se permitió que solidificara durante 5 minutos, para luego ser llevado a incubación por 48h a 38 °C. Para realizar el conteo de fungi se colocó el inóculo de muestra en las placas previamente rotuladas para fungi, luego se le agregó 10 ml del medio agar Sabouraud Glucosa al 4% adicionando el antibiótico ceftriaxona de 1g/l, luego se realizó el mismo procedimiento a excepción que, luego de haber transcurrido el tiempo de solidificación, estas placas fueron selladas con parafina, finalmente se trasladó a incubar por ocho días a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo, se procedió a realizar el recuento de colonias de bacterias y fungi, utilizando la siguiente formula (1):

$$\text{UFC}/\text{m}^3 = \text{Número de colonias} \times \text{Inóculo de siembra} \times \text{Factor de dilución} \dots (1)$$

3.3.4. Evaluación del nivel de contaminación con respecto a la norma española UNE 100012 de Higienización de Sistemas de climatización y con la OMS (Organización Mundial para la Salud).

Después de realizar las pruebas de cuantificación e identificación de los microorganismos presentes en el medio aéreo, se comparó los resultados obtenidos con los valores establecidos por la Norma Española de Higienización de sistemas de climatización, lo que refiere un máximo de 800 UFC/ m^3 , si los valores exceden dicho estándar, se clasifica como un entorno contaminado, lo cual puede implicar un riesgo para la salud.

También se realizó el contraste con los valores referenciales que proporciona la OMS (Organización Mundial para la Salud) para medir la calidad del aire microbiológico como se muestra en la Tabla 3 y en la Tabla 4.

3.4. Tipo de investigación

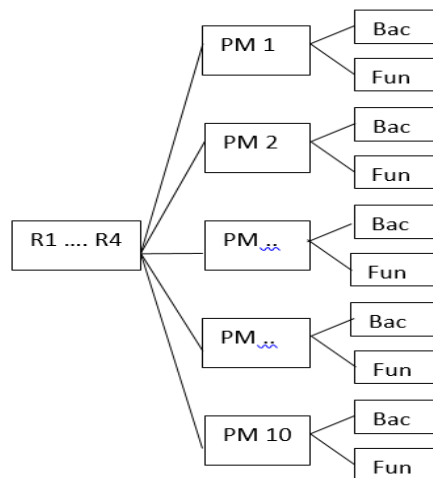
Se categoriza como descriptiva, ya que implica la recopilación de muestras de aire en los diferentes puntos de muestreo, con el propósito de identificar y cuantificar posteriormente la presencia de bacterias y fungi. Estos microorganismos sirven como indicadores de la calidad microbiológica del aire.

3.4.1. Variables de estudio

- Variables independientes: Especie y cantidad de bacterias y fungi
- Variable dependiente: Calidad microbiológica del aire interno

3.4.2. Diseño de investigación

Es de carácter no experimental, ya que no se pretende manipular las variables. Además, se clasifica como transversal, puesto que tiene como objetivo evaluar la concentración de bacterias y fungi a lo largo de 4 meses, así como aislarlos e identificarlos posteriormente, como se detalla en la Figura 2.



[R1,..., R4]: Repeticiones; [PM 1,..., PM 10]: Puntos de muestreo; [Bac]: Bacteria;
[Fun]: Fungi

Figura 2. Diseño de investigación

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de los factores físicos (Temperatura y Humedad relativa)

En el Tabla 6 se visualiza la temperatura promedio y la humedad relativa promedio registrados por cada punto de muestreo.

Tabla 6. Temperatura y humedad relativa promedio por cada punto de muestreo

Nº	Punto de muestreo	Temperatura (°C) Promedio	Humedad (%) Promedio
P1	Entrada principal	26.3	68
P2	Sector celulares con abarrotes	26.4	68
P3	Sector verdura	26.6	68
P4	Sector carne	26.7	67
P5	Sector abarrotes	26.5	68
P6	Sector pescado con pollo	26.5	68
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	26.2	69
P8	Sector jugos	26.5	68
P9	Salida principal	26.4	68
P10	Sector vivandaria (Comida)	26.4	68

4.1.1. Temperatura

En la figura 3, se visualiza la temperatura promedio por cada punto de muestreo, donde el máximo valor promedio fue de 26.7 °C en el punto 4, y la temperatura mínima promedio fue de 26.2 °C en el punto 7. En el Anexo B – Tabla 12, se puede observar todos los valores de los cuatros meses.

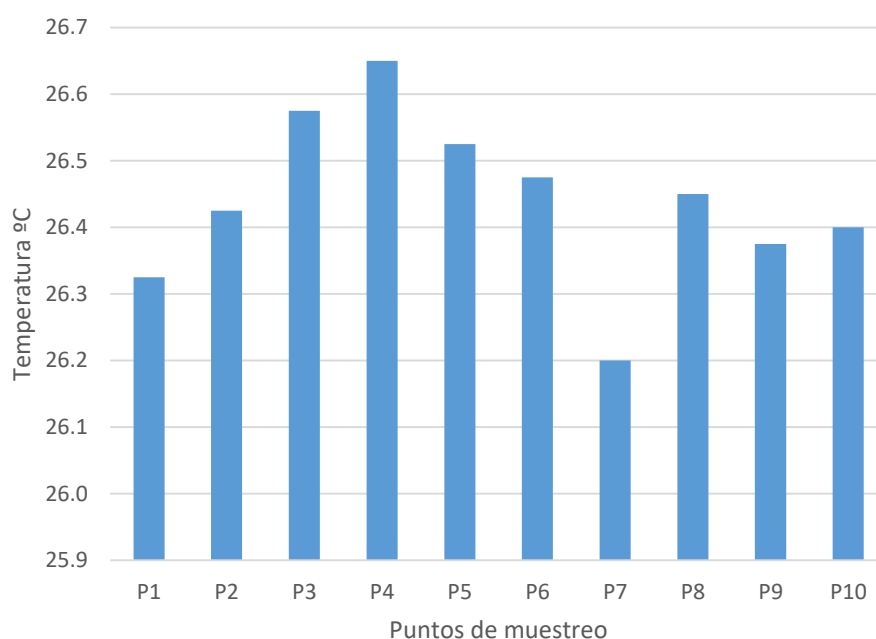


Figura 3. Temperatura promedio por cada punto de muestreo

4.1.2. Humedad Relativa

En la figura 4, se observa la humedad relativa promedio por cada punto de muestreo, donde el máximo valor promedio fue de 69% en el punto 7, y la mínima humedad relativa promedio fue de 67% en el punto 4. En el Anexo B – Tabla 12, se puede observar todos los valores de los cuatros meses.

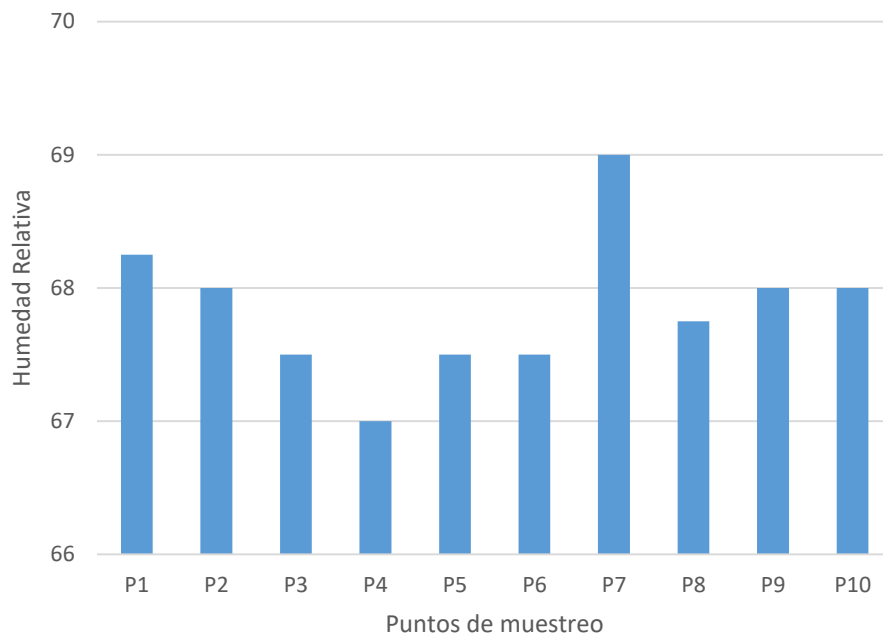


Figura 4. Humedad relativa promedio por cada punto de muestreo

(Prescott et al., 2008) menciona que existen los microorganismos mesófilos, los cuales tienen una temperatura óptima de crecimiento de 25 °C a 40 °C, muchos de estos microorganismos mesófilos son dañinos para el ser humano dado que la temperatura interna del cuerpo humano es de 37 °C, en la Figura 3 se observan valores de temperatura entre 26.2 °C - 26.7 °C, los cuales se encuentran dentro del rango favorable de crecimiento en relación con los microorganismos patógenos.

Según menciona (SENAMHI, 2008) la temperatura y la humedad relativa mantienen una relación inversa, lo que significa que a medida que una de ellas aumenta, la otra tiende a disminuir, y viceversa, es decir que la humedad relativa de una masa de aire fluctúa con los cambios de temperatura. En la tabla 6, se visualiza que el máximo valor promedio de la temperatura (26.7 °C) y el mínimo valor promedio de la humedad relativa (67%) se dio en el punto 4, mientras que el mínimo valor promedio de la temperatura (26.2 °C) y el máximo valor promedio de la humedad relativa (69%) fue en el punto 7.

(De la Rosa *et al*, 2002) refiere que el valor mínimo de humedad para el desarrollo fúngico es de 65% y que las bacterias requieren más humedad. En la Figura 4 se puede observar que la humedad estuvo en un rango de 67% a 69%. Según la presente información podemos afirmar dicha teoría debido a que en el punto 4 en donde se dio el valor mínimo de humedad relativa presento una mayor carga microbiana.

4.2. Identificación de las especies de bacterias y fungi

4.2.1. Identificación de bacterias

En la Tabla 7, se observa a las bacterias identificadas por cada punto de muestreo, mediante el método Gram y Diferenciación Bioquímica, se puede observar que el punto con mayor diversidad de bacterias es el punto 8, con una diversidad total de 7 géneros. También se puede observar que el género de bacteria que más prevaleció mediante el método coloración Gram fue, *Bacillus sp* (+) y *Staphylococcus sp.* (Gram +). Mientras que el género de bacteria que más prevaleció mediante el método de diferenciación bioquímica fue, *Pantoea agglomerans* y *Serratia Rubidaea*.

Tabla 7. Bacterias identificadas por cada punto de muestreo

Nº	Punto de muestreo	Método de caracterización		Total
		Coloración Gram	Diferenciación bioquímica	
P1	Entrada principal	<i>Staphylococcus sp. (Gram +)</i> <i>Lactobacillus sp. (Gram +)</i> <i>Bacillus sp (+)</i>	<i>Pantoea agglomerans</i> <i>Serratia Rubidaea</i>	5
P2	Sector celulares con abarrotes	<i>Bacillus sp (+)</i> <i>Staphylococcus sp. (Gram +)</i> <i>Lactobacillus sp. (Gram +)</i> <i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Pantoea agglomerans</i> <i>Salmonella sp</i>	5
P3	Sector verdura	<i>Staphylococcus sp. (Gram +)</i> <i>Streptobacillus sp (+)</i> <i>Cocobacilos sp. (Gram+)</i>	<i>Pantoea agglomerans</i>	5
P4	Sector carne	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Pantoea agglomerans</i> <i>Escherichia sp</i> <i>Serratia Rubidaea</i> <i>Salmonella sp</i>	5
P5	Sector abarrotes	<i>Bacillus sp (Gram +)</i> <i>Cocobacilos sp. (Gram+)</i>	<i>Enterobacter Cloacae</i> <i>Serratia Rubidaea</i> <i>Escherichia sp</i>	5
P6	Sector pescado con pollo	<i>Bacillus sp (Gram +)</i>	<i>Pantoea agglomerans</i> <i>Escherichia sp</i>	3
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	<i>Staphylococcus sp. (Gram +)</i> <i>Bacillus sp (Gram +)</i> <i>Cocobacilos sp. (Gram+)</i>	<i>Pantoea agglomerans</i> <i>Serratia Rubidaea</i>	5
P8	Sector jugos	<i>Staphylococcus sp. (Gram +)</i> <i>Bacillus sp (Gram +)</i> <i>Streptobacillus sp. (Gram+)</i> <i>Cocobacilos sp. (Gram+)</i>	<i>Enterobacter Cloacae</i> <i>Serratia Rubidaea</i> <i>Salmonella sp</i>	7
P9	Salida principal	<i>Staphylococcus sp. (Gram +)</i> <i>Bacillus sp (Gram +)</i> <i>Streptobacillus sp. (Gram+)</i>	<i>Serratia Rubidaea</i> <i>Pantoea agglomerans</i>	5
P10	Sector vivandaria (Comida)	<i>Bacillus sp (Gram +)</i> <i>Cocobacilos sp. (Gram+)</i>	<i>Escherichia sp</i> <i>Pantoea agglomerans</i>	4

Se puede observar que las bacterias Gram positivas (*Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*), se presentan en todos los puntos muestreados, a comparación que las bacterias Gram negativas que presentaron mucha presencia en los puntos muestreados. (Méndez *et al*, 2015) menciona que las bacterias Gram positivos son muy resistentes en comparación a las bacterias Gram negativo, esto debido a que los Gram positivos presentan una pared celular más gruesa. (Izzedin

et al., 2011) menciona que los *Bacillus sp* presentan una probabilidad más alta de supervivencia en situaciones desfavorables.

En la Tabla 7 se puede observar que el género *Pantoea agglomerans* se presentó con mayor presencia en los puntos de muestreo. Según (Fariñas *et al.*, 2013) el género *Enterobacter* son aprovechadores y por lo general, son responsables de la propagación de enfermedades infecciosas, particularmente cuando la persona tiene un sistema inmunológico debilitado, estas bacterias suelen invadir en cualquier área del cuerpo y provocar enfermedades respiratorias, así como varios problemas gastrointestinales. La presencia de esta bacteria está vinculada con la crianza y la presencia de mascotas y animales sin hogar.

(Mandell *et al.*, 2006) menciona que el género *Serratia* tienen la capacidad de sobrevivir en ambientes desafiantes, incluso frente a diversos desinfectantes, y suelen aislarse con frecuencia en las vías respiratorias y en las heridas expuestas. Lo cual se corrobora con la investigación ya que a pesar que la Gerencia de Servicios Públicos de la MPLP, mediante la administración del mercado modelo de Tingo María, realizan una limpieza del mercado modelo, a pesar de ello, el género *Serratia* fue otra de las bacterias que tuvo mayor frecuencia en los distintos puntos muestreados.

4.2.2. Identificación de Fungi

En la Tabla 8, se puede observar a los fungi identificadas por cada punto de muestreo, se visualiza que el punto con mayor diversidad de fungi es el punto 8 y el punto 10, con una diversidad total de 5 géneros. Se encontraron en total 8 géneros de fungi, tales como *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*, *Monosporium sp.*, *Geotrichum sp.*, *Oidium sp.* y *Epidermophyton sp.* Siendo el género *Aspergillus sp.*, y *Penicillium sp.* con mayor predominancia, mientras que el género encontrado con menor predominancia fue el *Geotrichum sp.*, *Oidium sp.* y *Epidermophyton*.

Tabla 8. Fungi identificados por cada punto de muestreo

Nº	Punto de muestreo	Género	Total
P1	Entrada principal	<i>Aspergillus sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i>	2
P2	Sector celulares con abarrotes	<i>Rhizopus sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Monosporium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i>	4

Nº	Punto de muestreo	Género	Total
P3	Sector verdura	<i>Mucor sp., Rhizopus sp., Aspergillus sp., Penicillium sp</i>	4
P4	Sector carne	<i>Geotrichum sp., Aspergillus sp., Penicillium sp., Mucor sp.</i>	4
P5	Sector abarrotes	<i>Rhizopus sp., Mucor sp., Penicillium sp.</i>	3
P6	Sector pescado con pollo	<i>Aspergillus sp., Rhizopus sp.,</i>	2
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	<i>Aspergillus sp., Mucor sp., Penicillium sp.</i>	3
P8	Sector jugos	<i>Aspergillus sp., Oidium sp., Rhizopus sp., Mucor sp., Penicillium sp.</i>	5
P9	Salida principal	<i>Rhizopus sp., Aspergillus sp., Epidermophyton sp., Penicillium sp.</i>	4
P10	Sector vivandaria (Comida)	<i>Mucor sp., Rhizopus sp., Monosporium sp., Aspergillus sp., Penicillium sp.</i>	5

(Méndez *et al.*, 2015) en su investigación identificó que el género *Aspergillus sp.* apareció con mayor frecuencia en comparación con otros microorganismos aislados, lo cual fue debido a que las esporas de este género tienen poco peso, lo cual hace que puedan ser transportadas fácilmente por medio del flujo aéreo. En la Tabla 8 se muestra que el género *Aspergillus* tuvo mayor predominancia en casi todos los puntos muestreados, lo cual explicaría su incidencia en los puntos de muestreo.

(Cruz *et al.*, 2006) menciona que las esporas del género *Penicillium sp.* son livianas, lo cual les facilita el transporte por el medio aéreo, además menciona que el género *Penicillium sp* está relacionada con la generación de toxinas dañinas para el ser humano, siendo más letal en personas inmunocomprometidos. De acuerdo a la Tabla 8 se puede corroborar la presencia de este género en casi todos los puntos muestreados, el cual tiene una relación directa en cuanto a las enfermedades o molestias que puedan presentar las personas que están en el interior del mercado.

Según (Castañón, 2021) el género *Rhizopus* es anemófilo, lo cual significa que las esporas tienen la habilidad de permanecer en suspensión en el aire, también suelen encontrarse depositadas en el suelo, dichas esporas no son visibles a simple vista, su infección es mediante

la vía respiratoria. En la Tabla 8 se muestra que el género *Rhizopus* se encontró en casi todos los puntos de muestreo, lo que se corrobora con lo mencionado ya que dado a sus características de dicho fungi favorece que sea encontrado en el medio aéreo.

4.3. Determinación de la cantidad de bacterias y fungi

4.3.1. Determinación de la cantidad de bacterias

En la Tabla 9, se detalla la concentración de bacterias (UFC/m³) de los 10 puntos muestreados durante la fecha de marzo, abril, mayo y junio. Encontrándose una concentración máxima de 330x10³ UFC/m³ en el punto 4 dentro del mes de Marzo, mientras que la concentración mínima fue de 21x10³ UFC/m³ en el punto 6 dentro del mes de marzo.

Tabla 9. Concentración de bacterias (UFC/m³)

Nº	Punto de muestreo	Recuento de Bacterias (UFC/m ³)				Promedio
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	
P1	Entrada principal	261x10 ³	30x10 ³	115x10 ³	103x10 ³	127.25x10 ³
P2	Sector celulares con abarrotes	33x10 ³	51x10 ³	65x10 ³	106x10 ³	63.75x10 ³
P3	Sector verdura	71x10 ³	220x10 ³	107x10 ³	130x10 ³	132x10 ³
P4	Sector carne	330x10 ³	127x10 ³	200x10 ³	300x10 ³	239.25x10 ³
P5	Sector abarrotes	29x10 ³	50x10 ³	20x10 ³	72x10 ³	42.75x10 ³
P6	Sector pescado con pollo	21x10 ³	160x10 ³	33x10 ³	22x10 ³	59x10 ³
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	25x10 ³	140x10 ³	50x10 ³	57x10 ³	68x10 ³
P8	Sector jugos	104x10 ³	20x10 ³	86x10 ³	74x10 ³	71x10 ³
P9	Salida principal	165x10 ³	30x10 ³	120x10 ³	80x10 ³	98.75x10 ³
P10	Sector vivandaria (Comida)	103x10 ³	105x10 ³	147x10 ³	160x10 ³	128.75x10 ³

Mientras que la temperatura y velocidad del viento aumentan, la concentración de bacterias también tiende a incrementarse, se caracterizan por poseer una temperatura excelente de crecimiento que varía en 25 °C – 38 °C, existen especies tolerantes a temperaturas muy bajas como los 0 °C, así como también existe otra especie que crecen por encima de los 50 °C, los cuales tienen la capacidad de vivir con o sin oxígeno según (Prescott *et al.*, 2008). En la Tabla 4 se visualiza que la mayor temperatura fue en el punto 4, mientras que en la Tabla 9 se observar que la mayor concentración de bacterias fue en el punto 4. Lo cual se corrobora con lo anteriormente mencionado ya que en el presente trabajo se identificó que en el punto 4 existe una mayor temperatura y en la cual se identificó una mayor concentración de bacterias.

Según (De la Rosa *et al*, 2002) refiere que la cantidad de los microorganismos es mayor en las zonas pobladas. estos microorganismos varían en base a la altura, obteniendo el valor más alto a ras del suelo, sobre todo hasta los 200 metros y luego se hacen más escasas hasta los 5000 metro. La cantidad de microorganismos presentes guarda una relación directa con la actividad que se realizando en la zona y la cantidad de polvo. Con respecto a lo mencionado podemos confirmar esta teoría debido a que se identificaron como máximo 330×10^3 UFC/m³ y como mínimo 21×10^3 UFC/m³. En la Tabla 9 podemos observar que, en todos los puntos, los resultados se muestran por debajo del estándar máximo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), según la Tabla 3 en estos puntos existe una contaminación intermedia (100 - 500 UFC/m³).

4.3.2. Determinación de la cantidad de fungi

En la Tabla 10, se detalla la concentración de fungi (UFC/m³) de los 10 puntos muestreados durante la fecha de marzo, abril, mayo y junio. Encontrándose una concentración máxima de 17×10^3 UFC/m³ en el punto 4, mientras que la concentración mínima fue de 11×10^3 UFC/m³ en el punto 1 y en el punto 7.

Tabla 10. Concentración de fungi (UFC/m³)

Nº	Punto de muestreo	Recuento de Fungi (UFC/m ³)				Promedio
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	
P1	Entrada principal	11×10^3	12×10^3	11×10^3	11×10^3	11.25×10^3
P2	Sector celulares con abarrotes	13×10^3	11×10^3	12×10^3	13×10^3	12.25×10^3
P3	Sector verdura	16×10^3	16×10^3	13×10^3	13×10^3	14.5×10^3
P4	Sector carne	17×10^3	15×10^3	14×10^3	13×10^3	14.75×10^3
P5	Sector abarrotes	11×10^3	11×10^3	11×10^3	13×10^3	11.5×10^3
P6	Sector pescado con pollo	12×10^3	11×10^3	12×10^3	13×10^3	12×10^3
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	11×10^3	11×10^3	11×10^3	12×10^3	11.25×10^3
P8	Sector jugos	12×10^3	12×10^3	12×10^3	15×10^3	12.75×10^3
P9	Salida principal	11×10^3	14×10^3	13×10^3	11×10^3	12.25×10^3
P10	Sector vivandaria (Comida)	14×10^3	13×10^3	11×10^3	11×10^3	12.25×10^3

(Belén, 2015) refiere que el tipo y numero de espora cambia según el tiempo, humedad relativa, día, estación del año, ubicación geográfica y las distintas fuentes de esporas, junto con los micro hábitats de los fungis. Los muestreos se realizaron en la mañana (10 am), debido que

a partir de esa hora hay mayor afluencia de personas en el interior del Mercado, dichos resultados concuerdan con descrito con (Belén, 2015), lo que refiere que la concentración puede fluctuar en cada turno y esta influencia por diferentes variables, factores ambientales, actividades humanas, el flujo de tránsito de personas, entre otros.

(Brock *et al.*, 2001). refiere que para evaluar la magnitud de la contaminación del aire causada por fungi, el nivel debe de ser inferior a los 500 UFC/m³ con el fin de cumplir con los estándares ambientales. En la Tabla 10 se muestra que la mayor concentración de fungi fue de 17x10³ UFC/m³, mientras que la menor concentración fue de 11x10³ UFC/m³. En la Tabla 10 podemos observar que, en todos los puntos, los resultados se muestran por debajo del estándar máximo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), según la Tabla 3 en estos puntos existe una contaminación muy baja (< 25 UFC/m³).

4.4. Evaluación del nivel de contaminación con respecto a la norma española UNE 100012 de Higienización de Sistemas de Climatización y con la OMS (Organización Mundial para la Salud).

La siguiente Tabla 11, muestra los resultados promedio de unidades formadoras de colonias por metro cubico en los 10 puntos de muestreo. Se puede apreciar que en 5 puntos (p1, p3, p4, p9 y p10) presentan mayor concentración de microorganismo a comparación de los demás puntos.

Tabla 11. Promedios de unidades formadoras de colonias por metro cubico por punto de muestreo

Nº	Punto de muestreo	Recuento de microorganismos (UFC/m ³)				Promedio	Nivel de contaminación
		Marzo	Abril	Mayo	Junio		
P1	Entrada principal	272x10 ³	42x10 ³	126x10 ³	114x10 ³	138.5 x10 ³	Intermedio
P2	Sector celulares con abarrotos	46x10 ³	62x10 ³	77x10 ³	119x10 ³	76x10 ³	Bajo
P3	Sector verdura	87x10 ³	236x10 ³	120x10 ³	143x10 ³	146.5x10 ³	Intermedio
P4	Sector carne	347x10 ³	142x10 ³	214x10 ³	313x10 ³	254x10 ³	Intermedio
P5	Sector abarrotos	40x10 ³	61x10 ³	31x10 ³	85x10 ³	54.25x10 ³	Bajo
P6	Sector pescado con pollo	33x10 ³	171x10 ³	45x10 ³	35x10 ³	71x10 ³	Bajo
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	36x10 ³	151x10 ³	61x10 ³	69x10 ³	79.25x10 ³	Bajo
P8	Sector jugos	116x10 ³	32x10 ³	98x10 ³	89x10 ³	83.75x10 ³	Bajo
P9	Salida principal	116x10 ³	44x10 ³	133x10 ³	91x10 ³	100x10 ³	Intermedio
P10	Sector viveria (Comida)	117x10 ³	118x10 ³	158x10 ³	171x10 ³	141x10 ³	Intermedio

(Chuquillin et al, 2020) nos menciona que, en su estudio realizado dentro del mercado central de Cajamarca, los puntos muestreados que mostraron una mayor cantidad de microorganismos, fueron en punto 1 (carnes, 859 UFC/m^3) y el punto 4 (menús/ceviche, 831 UFC/m^3). Como se puede observar en la Tabla 11, la mayor cantidad de microorganismos se encontró en el punto 1 (entrada principal, $272 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$), punto 3 (sector verdura, $143 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$), punto 4 (sector carnes, $347 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$), punto 9 (salida principal, $116 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$) y punto 10 (sector vivandaría, $171 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$).

(Camones, 2021) en su investigación realizada nos indica que la mayor concentración de microorganismos fue en el mercado de Paucarbamba siendo estos el P3 (Carnes $72 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$) y el P2 (Verduras $49 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$). Se puede apreciar en la Tabla 11, la concentración mayor de microorganismos se encontró en el punto 1 (entrada principal, $272 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$) y en el punto 4 (sector carnes, $347 \times 10^3 \text{ UFC/m}^3$).

(UNE, 2005) considera como valores máximos recomendados en interiores los recuentos menores a 800 UFC/m^3 de flora aerobia mesófila total, superado dicho valor se recomienda tomar medidas correctivas. Contrastando con nuestros resultados podemos observar en la Tabla 11 existen 5 puntos que presentan mayor concentración sin embargo dichos datos se encuentran dentro del rango ($100 - 500 \text{ UFC/m}^3$) mencionado por la OMS. Dando a entender que la calidad de aire es intermedia en dichos puntos y puede provocar prejuicios en la salud de los individuos, especialmente a personas inmunocomprometidas.

V. CONCLUSIONES

- La temperatura máxima promedio fue de 26,7 °C en el punto 4 y el mínimo valor promedio fue de 26.2 °C en el punto 7, mientras que el máximo valor promedio de la humedad fue de 69% en el punto 7 y el mínimo valor promedio de la humedad fue de 67 % en el punto 4.
- Se identificó 10 géneros de bacterias, y 8 géneros fúngicos en los ambientes internos del mercado modelo.
- Se determinó la cantidad de bacterias y fungi siendo estos las siguientes concentraciones respectivamente 103.05×10^3 UFC/m³ y 12.475×10^3 UFC/m³.
- El nivel de la calidad del aire se sitúa en un nivel de contaminación intermedio.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Se recomienda desinfectar todos los puntos contaminados ya sea con el formaldehído o con legía para eliminar todos los microorganismos peligrosos para la salud humana.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones en donde se considera al nuevo mercado modelo y se haga una comparativa con el mercado modelo antiguo con respecto a la cantidad de microorganismos presentes en el medio aéreo.
- Se recomienda tener mayores puntos de muestreo distribuidos en toda el área de muestreo.
- Se recomienda considerar la inclusión de parásitos en la determinación de la calidad microbiológica del medio aéreo interno ya que estos son más infecciosos y de rápida propagación.
- Se recomienda considerar la inclusión de virus en la determinación de la calidad microbiológica del medio aéreo interno ya que estos son más infecciosos y de rápida propagación.
- Se propone evaluar la calidad del aire interno y externo del mercado modelo, ya que los microorganismos son transportados por la dirección y velocidad del viento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ATLAS, R., BARTHA, M. et al. 2002. Ecología microbiana y microbiológica ambiental. Addison Wesley, cuarta edición. 696 p.
- BARAHONA, S. 2010. Estudio microbiológico del material particulado atmosférico de Santiago mediante herramientas de biología molecular. Tesis MSc. Gestión y planificación ambiental. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 75 p.
- BELÉN, E. 2015. Importancia del conocimiento de las esporas atmosféricas en zonas urbanas y su relación con la morbilidad por asma. Revista de salud ambiental, 15(1), 12-64.
- BOVALLUIS, A., BUTCH, B., ROFERRY, R., ANAS, P. 1978. Three-year investigation of the natural airborne bacterial flora at four locations in Sweden: Applied and Environmental Microbiology. 35:847-852.
- BRAGOSZEWSKA, E. 2019. Exposure to bacterial and fungal aerosols: microorganism indices in a waste-sorting plant in Poland. International journal of Environmental Research and Public Health. September, 2019. 11 p.
- BROCK, T., MADIGAN, M. 2001. Microbiología. 10ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- CAMONES, R. 2021. Calidad Microbiológica del aire en el interior del mercado modelo privado de Huánuco y del mercado de Paucarbamba, Huánuco – 2021. Tesis Ing. Ambiental. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 104 p.
- CASTAÑON, L. 2021. Hongo negro: mitos y realidades de la mucormucosis. Gaceta UNAM, Investigadora de la Unidad de micología del departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Medicina de la UNAM.
- CERVANTES, G., GARCIA, G., SALAZAR, R. 2018. Características generales del Staphylococcus aureus. [En línea]: Medigraphic, (Características generales del Staphylococcus aureus (medigraphic.com), 29 Feb. 2014).
- CIFRE, E. 2017. Análisis de la calidad del aire interior en función de la tipología de ventilación. Trabajo final de Master. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 18 p.
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ. Art. Perú. 29 dic. 1993.

- CHUQUILLIN, D., ROJAS, N. 2020. Calidad Microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca – 2020. Tesis Ing. Ambiental. Cajamarca, Perú. Universidad Privada del Norte. 73.
- CRUZ, O., JIMENEZ, P. 2006. Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos oportunistas y su relación con material particulado en la localidad de Puente Aranda. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá D.C. 167 P.
- DAZA, M., MARTINEZ, D., CARO, P. 2015. Air Microbiological Polution Indoor and the Sick Building Syndrome. Dialnet. 10(2): 37-50.
- DE LA ROSA, M., MOSSO, M., ULLAN, C. 2002. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental. ISSN: 1139-1987(5):375-402 p.
- FARIÑAS, M., MARTINEZ, L. 2013. Infecciones causadas por bacterias gramnegativos multirresistentes: Enterobacterias, Pseudomonas Aeuruginosa, Acinetobacter Baumannii y otros bacilos gramnegativos no fermentadores. España. 2013. [En línea]: (https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos/eimc/seimc_eimc_v31n06p402a409.pdf).
- GILCHRIST, L., FUENTES, G., MARTINEZ, C. 1995. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. CIMMYT. 64 P.
- GHOSH, B., SRIVASTAVA, A. 2015. Review of bioaerosols in indoor environmental with special reference to sampling, analysis and control mechanisms. Environmental International 85: 254-272 p.
- GREGORY, P. 1973. The microbiology of the atmosphere. Edit John Willey and Sons. New York.
- HEITZMANN, B. 2015. Challenges, considerations and concerns of indoor air quality. [En línea]: PHRC , (<https://www.phrc.psu.edu/assets/docs/Publications/PHRC%20IAQ%20BB%20FINAL.pdf>).
- HERNÁNDEZ, A. 2003. Microbiología industrial. Edt. EUNED. Costa Rica. 296 p.
- HERNANDEZ, A., MARIN, A. 2013. Protocolo de muestreo microbiológico del aire para el laboratorio de análisis de aguas y alimentos dela Universidad Tecnológica de Pereira. Tesis Tec. Químico. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. 119p.

- HERRERA, K. 2009. Impacto de la calidad microbiológica del aire externo en el ambiente interno en la salud del personal de cuatro laboratorios de instituciones públicas en la ciudad de Guatemala y Bárcenas Villa Nueva. 564 pg.
- IZZEDIN, A., MEDINA, L., ROJAS, T. 2011. Evaluación de bioaerosoles en ambientes de centros de salud de la ciudad de Valencia. Venezuela. Kasmera, 39(1), 59-67.
- LINO, K. 2017. Calidad Microbiológica del Aire en el Interior del Comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Practica Pre-Profesional para optar por el grado de bachiller en Ingeniería Ambiental. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 80 p.
- LOPEZ, C. (2004). Protocolos de práctica de Microbiología Ambiental. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.
- LOAIZA, M., RUIZ, L. 2019. Análisis del Riesgo Microbiológico del Aire en dos Laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio campus Aguas Claras. Tesis Ing. Ambiental. Villavicencio, Colombia. Universidad Santo Tomás. 67 p.
- LLOP, A., VALDES, M., ZUASO, J. 2001. Microbiología y Parasitología Médicas. Tomo I. Edit. Ciencias Médicas Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Ciudad de la Habana, Cuba. 550 p.
- MACCFADDIN, J. (2004). Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
- MANDELL, G., BENNET, J., DOLING, R. 2006. Enfermedades Infecciosas. Elsevier principios y prácticas. España. Ed. 8:120 p.
- MANSILLA, L. 2019. Calidad Microbiológica del Aire y Superficies en Interiores de Comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis Ing. Ambiental. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 106 p.
- MATEUS, J. 2018. Determinación de la calidad microbiológica en los ambientes de los laboratorios de la universidad de Santander Campus Cúcuta 20188. Trabajo de grado para optar por el título de bacterióloga y laboratorista clínico. Universidad de Santander “UDES” – Campus Cúcuta. San José de Cúcuta, Colombia. 89p.
- MENDEZ, A., CAMACHO, J., ECHEVERRY, S. 2015. Identificación de bacterias y fungis en el aire de Neiva, Colombia. Salud Publica, 17(5), 728-737. [En línea]: (<http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v17n5.38468>).

- MOHR, A. 1997. Fate and transport of microorganisms in air. En: Hurst, C. J. et al. Ed. Manual of Environmental Microbiology. Ed. American Society for Microbiology. Washington.
- NICOLLE, L. 2006. A practitioner's Guide CMAJ Community acquired; Vol: 1 pp. 175-174.
- OMS, 2004. Organización Mundial de la Salud. Guidelines for Air Quality [En línea]: CEPIS, (<http://www.bvsde.opsoms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>).
- ORTIZ, G., CATALÁN, V. 2007. Calidad Microbiológica en ambientes interiores. [En línea]: Higiene Industrial, (<http://pdfs.wke.es/8/5/6/1/pd0000018561.pdf>).
- PASCUAL, M., CALDERON, V. 2000. Microbiología alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas. Ed. Díaz de Santos. 441 p.
- PASTOR, P. 2010. Microbiología del aire. Editorial Velásquez. Madrid, España.
- PEGRAM, G., ROLLINS, N., ESPAY, Q. 1998. Estimating the cost of diarrhoea and epidemic dysentery in Kwa-Zulu-Natal and South Africa. Water SA, 24:11-20.
- PDC LEONCIO PRADO. 2015. Plan de Desarrollo Concertado de la provincia de Leoncio Prado. [En línea]: (<https://www.munitingomaria.gob.pe/mplp/sites/default/files/mplp/documentosdegestion/PDC2008-2015.pdf>).
- PRESCOTT, L. et al. 2008. Microbiología, Edición 5, Editorial McGraw-Hill (5ª, ed.), pag. 128 – 145. File: [///C:/Users/CAZA1/Downloads/Libro_prescott.pdf](file:///C:/Users/CAZA1/Downloads/Libro_prescott.pdf).
- QUISHPE, J. 2021. Evaluación Microbiológica de la Calidad del Aire en las Áreas de Laboratorio de Microbiología del Hospital de Especialidades de las Fuerzas Armadas N°1. Tesis Ing. Ambiental. Sangolqui, Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador. 108 p.
- REY, I., FULA, Y. 2005. Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos patógenos en los bioaerosoles, en una zona de alta actividad industrial y flujo vehicular de la localidad de puente Aranda en Bogotá. DC. Colombia. Universidad de la Salle. 25 p.
- ROMERO, R. 2007. Microbiología y parasitología humana. Ed. Medica Panamericana. México. 1802 p.

- ROMERO, C., CASTAÑEDA, D. 2015. Determinación de bacterias en el aire del laboratorio de microbiología de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital de Francisco José de Caldas asociadas a posibles afecciones a la salud. Tesis. Bogotá DC. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 83P.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROGRAFIA DEL PERÚ (SENAMHI), 2008. La Temperatura. Capítulo 3. [En línea]: (<https://www.senamhi.gob.pe/pdf/manualmeteo/cap3.pdf>).
- SORIANO, J. 2007. Micotoxinas en alimentos. Ediciones Díaz de Santos. 396 p.
- SOTELO, B. 2018. Calidad Microbiológica de Aire en las aulas de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la Universidad Nacional del Centro del Perú durante el semestre 2018-I. Tesis para optar por el Grado Académico de Maestro en docencia en educación superior. Huancayo, Perú. Universidad Peruana los Andes. 126 p.
- TORTORA, G., & FUNKE, B. (2007). Introducción a la microbiología. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- UNDERWOOD, E. 1992. Ecology of microorganisms as it affects the pharmaceutical industry. En: Hugo, W. B and Russell, A. D. (ed). Pharmaceutical microbiology. 5ª Edic. Edit. Black well Scientific Publication. London.
- UNE. NORMA ESPAÑOLA. (2005). Higienización de sistemas de climatización. [En línea]: (http://higiene.unex.es/Bibliogr/ISO_BS_USDA/UNE-100012.pdf).
- VAQUERO DE LA HOZ, M. 2011. Calidad del aire interior en las edificaciones hospitalarias. Tesis doctoral. Valladolid, España. Universidad de Valladolid. 688 p.

ANEXOS

Anexo A. Mapa de ubicación

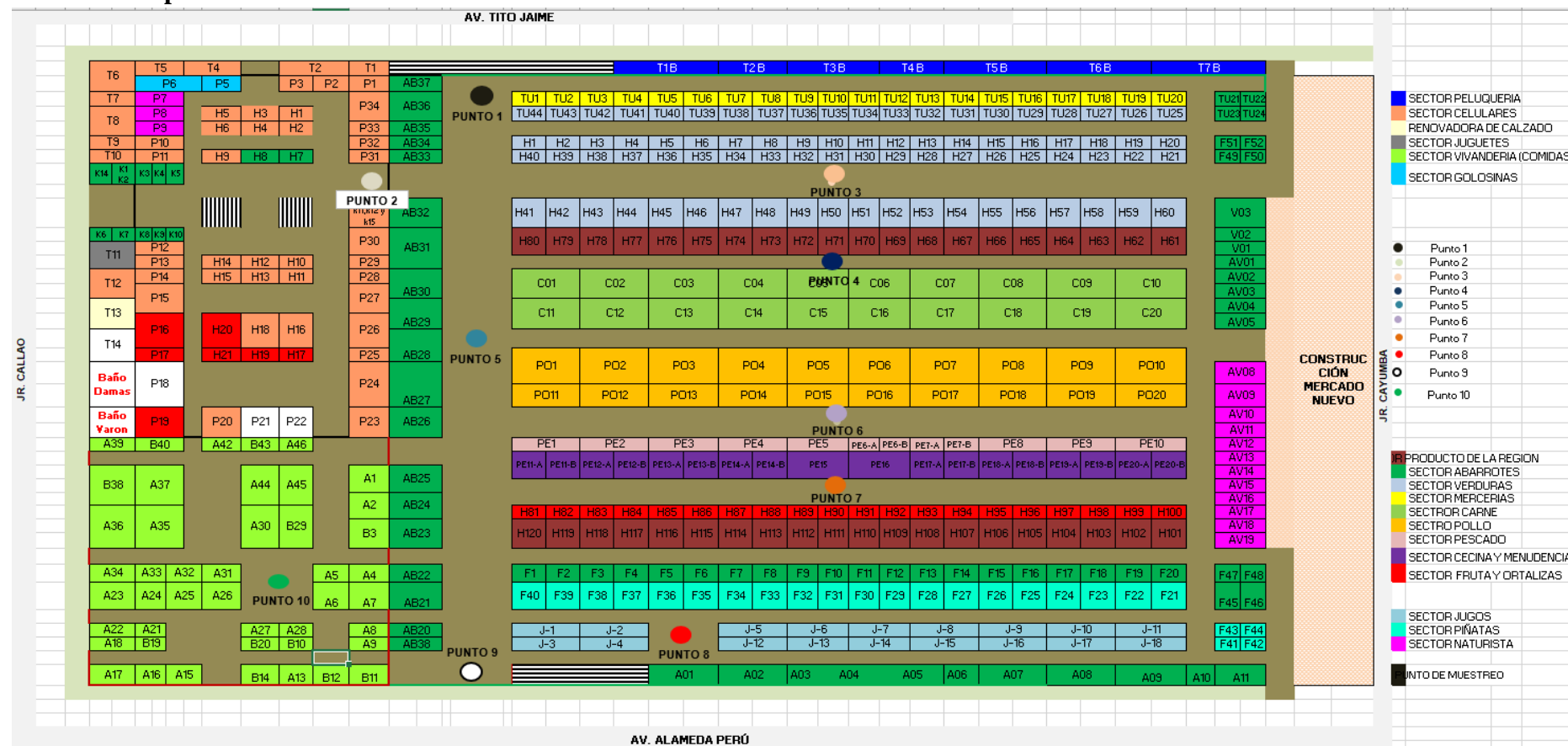


Figura 5. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo

Anexo B. Tablas complementarias

Tabla 12. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)

Nº	Punto de muestreo	Meses							
		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
		T(°C)	H(%)	T(°C)	H(%)	T(°C)	H(%)	T(°C)	H(%)
P1	Entrada principal	26.3	70	26.2	69	26.4	66	26.4	68
P2	Sector celulares con abarrotes	26.6	69	26.3	69	26.4	66	26.4	68
P3	Sector verdura	26.7	69	26.6	68	26.6	65	26.4	68
P4	Sector carne	26.8	67	26.6	66	26.6	67	26.6	66
P5	Sector abarrotes	26.6	69	26.5	68	26.5	66	26.5	67
P6	Sector pescado con pollo	26.5	69	26.5	68	26.4	66	26.5	67
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	26.2	71	26.0	70	26.2	67	26.3	68
P8	Sector jugos	26.6	69	26.4	68	26.4	66	26.4	68
P9	Salida principal	26.6	69	26.2	69	26.3	67	26.4	68
P10	Sector vivandaria (Comida)	26.5	69	26.4	68	26.4	66	26.4	68

Tabla 13. Promedio de temperatura y humedad relativa

Nº	Punto de muestreo	Temperatura (°C) Promedio	Humedad (%) Promedio
P1	Entrada principal	26.3	68
P2	Sector celulares con abarrotes	26.4	68
P3	Sector verdura	26.6	68
P4	Sector carne	26.7	67
P5	Sector abarrotes	26.5	68
P6	Sector pescado con pollo	26.5	68
P7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	26.2	69
P8	Sector jugos	26.5	68
P9	Salida principal	26.4	69
P10	Sector vivandaria (Comida)	26.4	68

Tabla 14. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de marzo

Nº	Punto de muestreo	Medios de cultivo			
		Cleed	M77	Manitol Salado	Mac Conkey
P1	Entrada principal	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-	Staphylococcus sp (+)
p2	Sector celulares con abarrotes	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Staphylococcus sp (+)	-
		Bacilos (-)			
p3	Sector verdura	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Staphylococcus sp (+)	-
		Bacilos (-)			
p4	Sector carne	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)
		Bacillus sp (+)			
p5	Sector abarrotes	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
		Bacillus sp (+)			
p6	Sector pescado con pollo	Bacilos (-)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	Staphylococcus sp (+)	Bacillus sp (+)	Staphylococcus sp (+)	-
		Bacillus sp (+)			
p8	Sector jugos	Staphylococcus sp (+)	Staphylococcus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)
			Staphylococcus sp (+)		
p9	Salida principal	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Staphylococcus sp (+)	Staphylococcus sp (+)
p10	Sector vivandaria (Comida)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-

Tabla 15. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de abril

Nº	Punto de muestreo	Medios de cultivo			
		Cleed	M77	Manitol Salado	Mac Conkey
P1	Entrada principal	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	Staphylococcus sp (+)	-
p2	Sector celulares con abarrotes	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p3	Sector verdura	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	Streptobacillus sp (+)	-
p4	Sector carne	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	-
p5	Sector abarrotes	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacilos (-)	-
p6	Sector pescado con pollo	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Bacilos (-)	Bacillus sp (+)	-
p7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p8	Sector jugos	Bacillus sp (+)	Staphylococcus sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p9	Salida principal	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p10	Sector vivandaria (Comida)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-

Tabla 16. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de mayo

Nº	Punto de muestreo	Medios de cultivo			
		Cleed	M77	Manitol salado	Mac Conkey
P1	Entrada principal	Lactobacillus sp (+) Bacilos (-)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p2	Sector celulares con abarrotes	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p3	Sector verdura	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p4	Sector carne	Bacilos (-) Bacilos (-)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	-
p5	Sector abarrotes	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p6	Sector pescado con pollo	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	Bacilos (-)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p8	Sector jugos	Bacilos (-)	Streptobacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p9	Salida principal	Bacillus sp (+)	Streptobacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p10	Sector vivandaria (Comida)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Cocobacilos sp (+)

Tabla 17. Bacterias identificadas por el método Gram del mes de junio

Nº	Punto de muestreo	Medio de cultivo			
		Cleed	M77	Manitol salado	Mac Conkey
P1	Entrada principal	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+) Lactobacillus sp (+)	- -
p2	Sector celulares con abarrotes	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Lactobacillus sp (+)	-
p3	Sector verdura	Cocobacilos sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p4	Sector carne	Bacillus sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p5	Sector abarrotes	Cocobacilos sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p6	Sector pescado con pollo	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p7	Sector menudencia, cecina con sector de frutas y hortalizas	Cocobacilos sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Cocobacilos sp (+)
p8	Sector jugos	Cocobacilos sp (+)	Staphylococcus sp (+) Streptobacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p9	Salida principal	Bacillus sp (+)	Staphylococcus sp (+)	Bacillus sp (+)	-
p10	Sector vivandaria (Comida)	Cocobacilos sp (+) Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	Bacillus sp (+)	-

Tabla 18. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de marzo

Pruebas bioquímicas	P1		P2			P3	P4			P5		P6	P7			P8		P9	
	CLEED	M77	CLEED	CLEED	M77	CLEED	CLEED	Mco	M77	CLEED	M77	M77	CLEED	CLEED	Mco	CLEED	M77	Mco	MS
INDOL	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
MOTILITY (SIM)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
METHYL RED (RM)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
VOGE - PROSKAUER (VP)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
SIMONS CITRATE (CS)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
LISINE DESACARBOXILASA (LIA)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)
GRAS FROM CLUCUCOSE (TSI)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)
HYDROGEN SULFIDE (TSI)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
MALONATE	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)
UREA	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)
Bacteria	<i>Rubidaea Serratia</i>	<i>Rubidaea Serratia</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Rubidaea Serratia</i>	<i>Cloacae Enterobacter</i>	<i>Rubidaea Serratia</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Rubidaea Serratia</i>	<i>Rubidaea Serratia</i>	<i>Cloacae Enterobacter</i>	<i>Rubidaea Serratia</i>	<i>Agglomerans Enterobacter</i>	<i>Rubidaea Serratia</i>

Tabla 19. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de abril

Pruebas bioquímicas	P4	P8
	M77	M77
INDOL	(-)	(-)
MOTILITY (SIM)	(+)	(-)
METHYL RED (RM)	(+)	(+)
VOGE - PROSKAUER (VP)	(-)	(-)
SIMONS CITRATE (CS)	(-)	(-)
LISINE DESACARBOXILASA (LIA)	(-)	(+)
GRAS FROM CLUCUCOSE (TSI)	(+)	(+)
HYDROGEN SULFIDE (TSI)	(-)	(-)
MALONATE	(-)	(-)
UREA	(-)	(-)
Bacteria	<i>Escherichia sp</i>	<i>Salmonella sp</i>

Tabla 20. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de mayo

Pruebas bioquímicas	P1	P2	P4	P10	
	CLEED	CLEED	CLEED	CLEED	Mco
INDOL	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
MOTILITY (SIM)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)
METHYL RED (RM)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)
VOGE - PROSKAUER (VP)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)
SIMONS CITRATE (CS)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
LISINE DESACARBOXILASA (LIA)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)
GRAS FROM CLUCUCOSE (TSI)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)
HYDROGEN SULFIDE (TSI)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
MALONATE	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
UREA	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)
Bacteria	<i>Serratia Rubidaea</i>	<i>Salmonella sp</i>	<i>Salmonella sp</i>	<i>Escherichia sp</i>	<i>Pantoea agglomerans</i>

Tabla 21. Bacterias identificadas por el método de Diferenciación Bioquímica en el mes de junio

Pruebas bioquímicas	P1	P4	P5	P6	P7	P10	
	CLEED	CLEED	CLEED	CLEED	CLEED	Mco	CLEED
INDOL	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
MOTILITY (SIM)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)
METHYL RED (RM)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)
VOGE - PROSKAUER (VP)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)
SIMONS CITRATE (CS)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)
LISINE DESACARBOXILASA (LIA)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)
GRAS FROM CLUCUCOSE (TSI)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
HYDROGEN SULFIDE (TSI)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
MALONATE	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)
UREA	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Bacteria	<i>Enterobacter Aerogenes</i>	<i>Serratia Rubidaea</i>	<i>Escherichia sp</i>	<i>Escherichia sp</i>	<i>Enterobacter Aerogenes</i>	<i>Serratia Rubidaea</i>	<i>Serratia Rubidaea</i>

Tabla 22. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de marzo

Nº	Método de caracterización		Diversidad
	Coloración Gram	Diferenciación bioquímica	
P1	Bacillus sp (Gram +) Staphylococcus sp. (Gram +)	<i>Serratia Rubidaea</i>	3
P2	Bacillus sp (Gram +) Staphylococcus sp. (Gram +)	<i>Pantoea agglomerans</i>	3
P3	Bacillus sp (Gram +) Staphylococcus sp. (Gram +)	<i>Pantoea agglomerans</i>	3
P4	Bacillus sp (Gram +)	<i>Pantoea agglomerans</i>	3
P5	Bacillus sp (Gram +)	<i>Serratia Rubidaea</i> <i>Enterobacter Cloacae</i>	3
P6	Bacillus sp (Gram +)	<i>Serratia Rubidaea</i> <i>Pantoea agglomerans</i>	2
P7	Staphylococcus sp. (Gram +) Bacillus sp (Gram +)	<i>Pantoea agglomerans</i> <i>Serratia Rubidaea</i>	4
P8	Staphylococcus sp. (Gram +) Bacillus sp (Gram +)	<i>Enterobacter Cloacae</i> <i>Serratia Rubidaea</i>	4
P9	Bacillus sp (Gram +) Staphylococcus sp. (Gram +)	<i>Pantoea agglomerans</i> <i>Serratia Rubidaea</i>	4
P10	Bacillus sp (Gram +)	-	1

Tabla 23. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de abril

Nº	Método de caracterización		Diversidad
	Coloración Gram	Diferenciación bioquímica	
P1	Bacillus sp (Gram +) Staphylococcus sp. (Gram +)	-	2
P2	Bacillus sp (Gram +)	-	1
P3	Bacillus sp (Gram +) Streptobacillus sp (+)	-	1
P4	Bacillus sp (Gram +)	<i>Escherichia sp</i>	2
P5	Bacillus sp (Gram +)	-	1
P6	Bacillus sp (Gram +)	-	1
P7	Bacillus sp (Gram +)	-	1
P8	Bacillus sp (Gram +) Staphylococcus sp. (Gram +)	<i>Salmonella sp</i>	3
P9	Bacillus sp (Gram +)	-	1
P10	Bacillus sp (Gram +)	-	1

Tabla 24. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de mayo

Nº	Método de caracterización		Diversidad
	Coloración Gram	Diferenciación bioquímica	
P1	Lactobacillus sp. (Gram +)	<i>Pantoea agglomerans</i>	3
	Bacillus sp (+)		
P2	Bacillus sp (+)	<i>Salmonella sp.</i>	2
P3	Bacillus sp (+)	-	1
P4	Bacillus sp (+)	<i>Salmonella sp.</i>	2
P5	Bacillus sp (+)	-	1
P6	Bacillus sp (+)	-	1
P7	Bacillus sp (+)	-	1
P8	Streptobacillus sp. (Gram+)	-	2
	Bacillus sp (+)		
P9	Streptobacillus sp. (Gram+)	-	2
	Bacillus sp (+)		
P10	Cocobacilos sp. (Gram+)	<i>Escherichia sp.</i>	4
	Bacillus sp (+)	<i>Pantoea agglomerans</i>	

Tabla 25. Diversidad de bacterias identificadas en el mes de junio

Nº	Método de caracterización		Diversidad
	Coloración Gram	Diferenciación bioquímica	
P1	Lactobacillus sp. (Gram +) Bacillus sp (+)	<i>Pantoea agglomerans</i>	3
P2	Lactobacillus sp. (Gram +) Bacillus sp (+)	-	2
P3	Cocobacilos sp. (Gram+) Bacillus sp (+)	-	2
P4	Bacillus sp (+)	<i>Serratia Rubidaea</i>	2
P5	Cocobacilos sp. (Gram+) Bacillus sp (+)	<i>Escherichia sp</i>	3
P6	Bacillus sp (+)	<i>Escherichia sp</i>	2
P7	Cocobacilos sp. (Gram+) Bacillus sp (+)	<i>Pantoea agglomerans</i>	3
P8	Cocobacilos sp. (Gram+) Staphylococcus sp. (Gram +) Streptobacillus sp. (Gram+) Bacillus sp (+)	-	4
P9	Staphylococcus sp. (Gram +) Bacillus sp (+)	-	2
P10	Cocobacilos sp. (Gram+) Bacillus sp (+)	<i>Serratia Rubidaea</i>	3

Tabla 26. Diversidad de fungi identificados en el mes de marzo

Punto de muestreo	Genero	Total
P1	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P2	<i>Rhizopus sp.</i>	1
P3	<i>Mucor sp., Rhizopus sp., Aspergillus sp.</i>	3
P4	<i>Geotrichum sp.</i>	1
P5	<i>Rhizopus sp.</i>	1
P6	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P7	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P8	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P9	<i>Rhizopus sp.</i>	1
P10	<i>Mucor sp., Rhizopus sp.</i>	2

Tabla 27. Diversidad de fungi identificados en el mes de abril

Punto de muestreo	Genero	Total
P1	<i>Penicillium sp.</i>	1
P2	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P3	<i>Penicillium sp., Aspergillus sp.</i>	2
P4	<i>Aspergillus sp., Penicillium sp.</i>	2
P5	<i>Mucor sp.</i>	1
P6	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P7	<i>Mucor sp., Aspergillus sp.</i>	2
P8	<i>Oidium sp.</i>	1
P9	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P10	<i>Rhizopus sp.</i>	1

Tabla 28. Diversidad de fungi identificados en el mes de mayo

Punto de muestreo	Genero	Total
P1	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P2	<i>Monosporium sp., Penicillium sp.</i>	2
P3	<i>Penicillium sp.</i>	1
P4	<i>Mucor sp.</i>	1
P5	<i>Rhizopus sp.</i>	1
P6	<i>Rhizopus sp.</i>	1
P7	<i>Aspergillus sp., Penicillium sp.</i>	2
P8	<i>Rhizopus sp., Mucor sp.</i>	2
P9	<i>Aspergillus sp., Epidermophyton sp.</i>	2
P10	<i>Monosporium sp.</i>	1

Tabla 29. Diversidad de fungi identificados en el mes de junio

Punto de muestreo	Genero	Total
P1	<i>Penicillium sp.</i>	1
P2	<i>Monosporium sp.</i>	1
P3	<i>Penicillium sp.</i>	1
P4	<i>Aspergillus sp., Penicillium sp.</i>	2
P5	<i>Penicillium sp.</i>	1
P6	<i>Aspergillus sp.</i>	1
P7	<i>Penicillium sp.</i>	1
P8	<i>Penicillium sp.</i>	1
P9	<i>Penicillium sp., Aspergillus sp.</i>	2
P10	<i>Aspergillus sp., Penicillium sp.</i>	2

Anexo C. Microorganismos identificados (Bacterias)

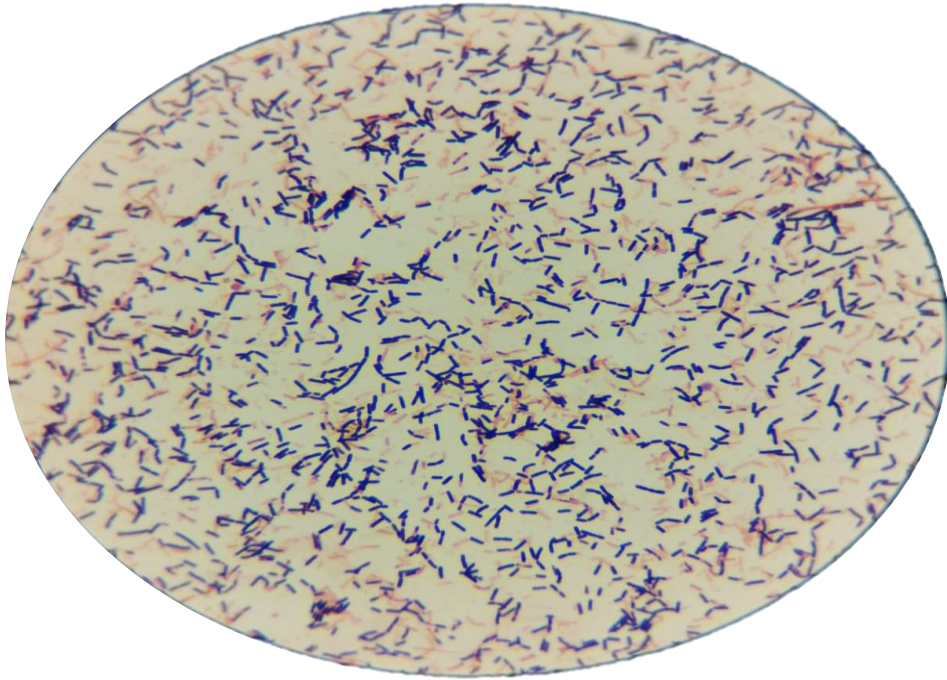


Figura 6. *Bacillus* sp Gram (+)

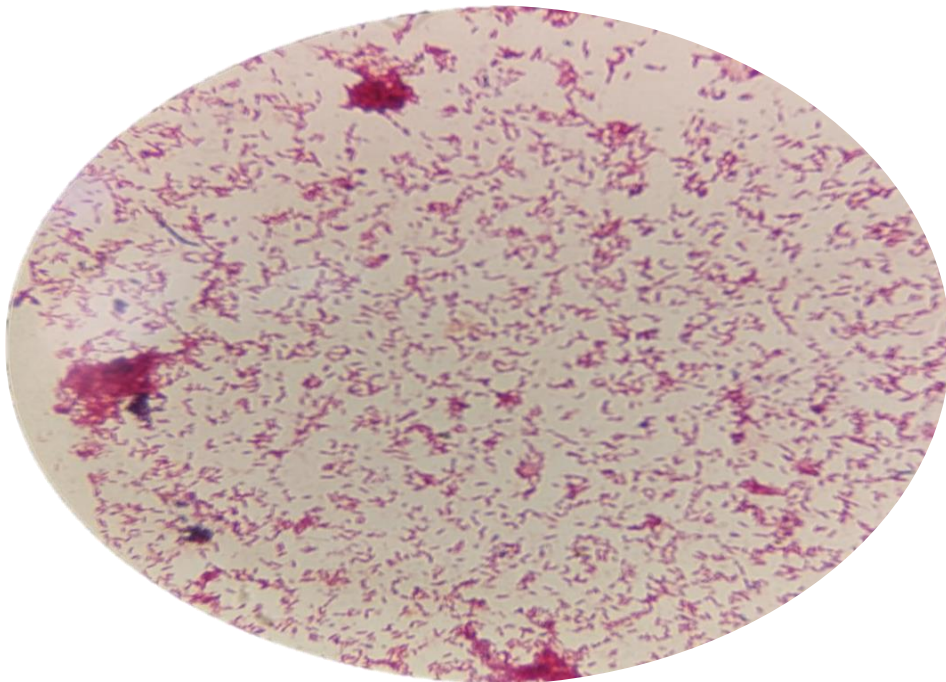


Figura 7. *Bacillus* sp Gram (-)

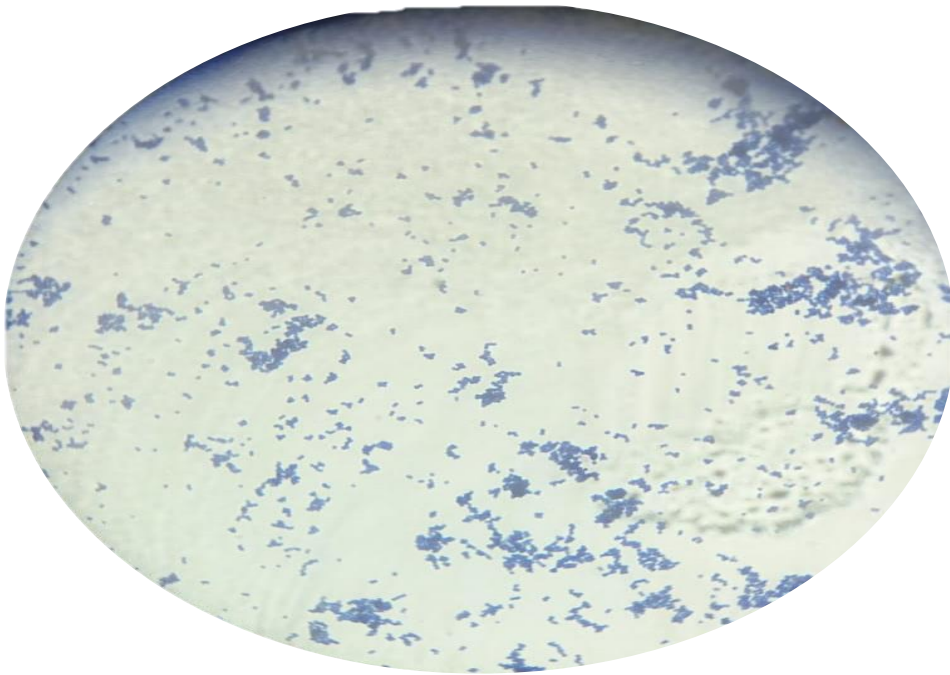


Figura 8. *Staphylococcus* sp (+)

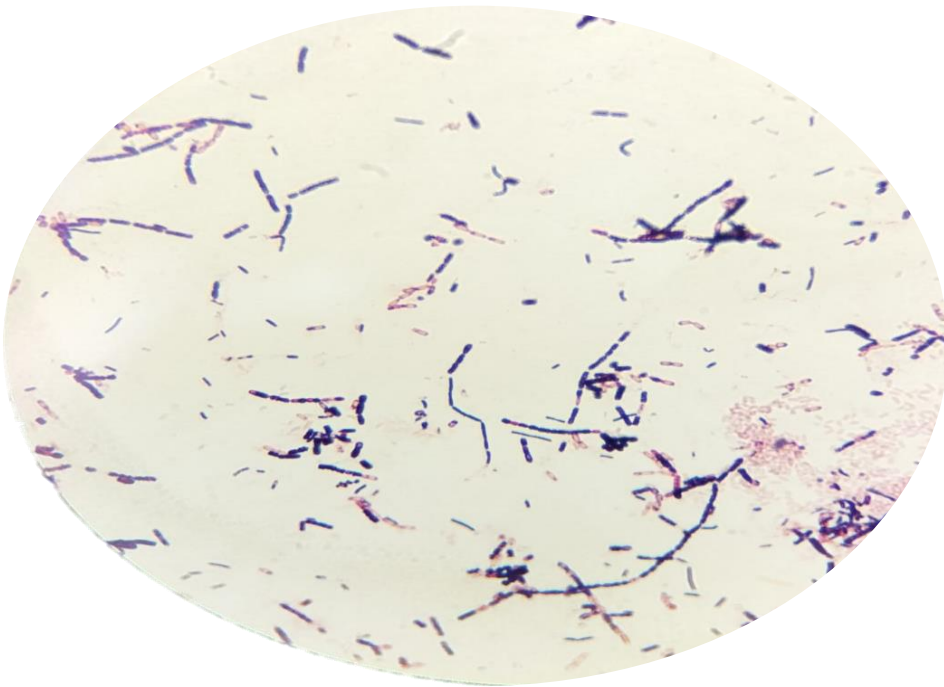


Figura 9. *Streptobacillus* sp (+)

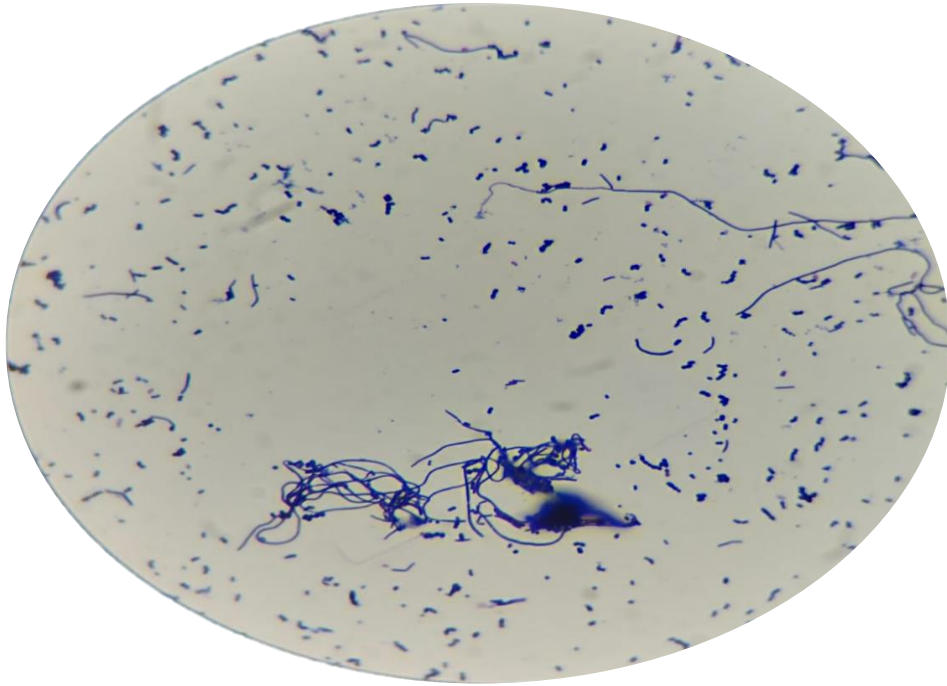


Figura 10. *Lactobacillus* sp (+)

Anexo D. Microorganismos identificados (Fungi)

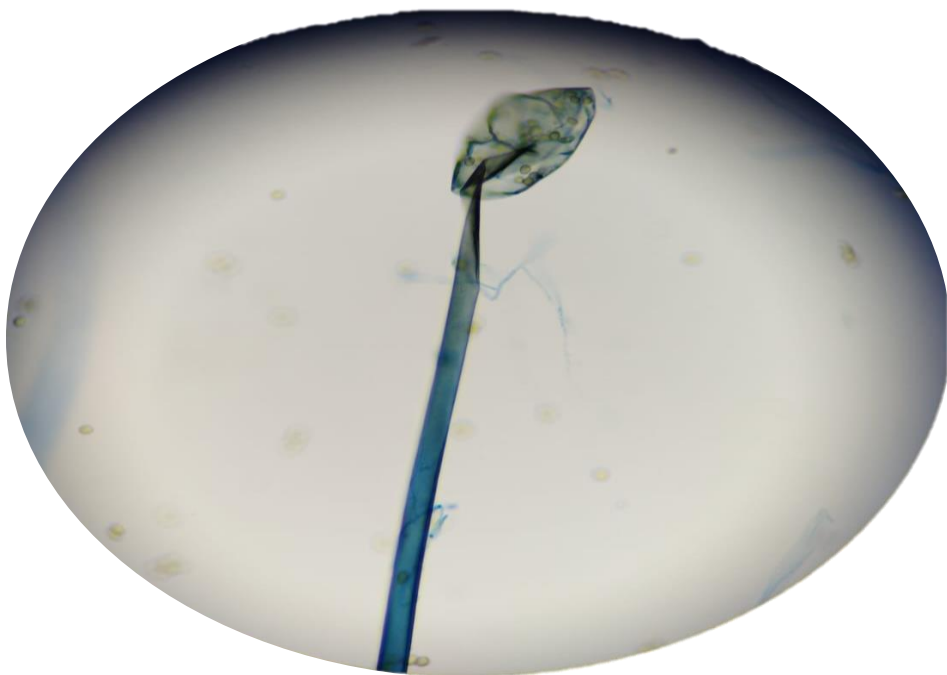


Figura 11. *Rhizopus* sp.

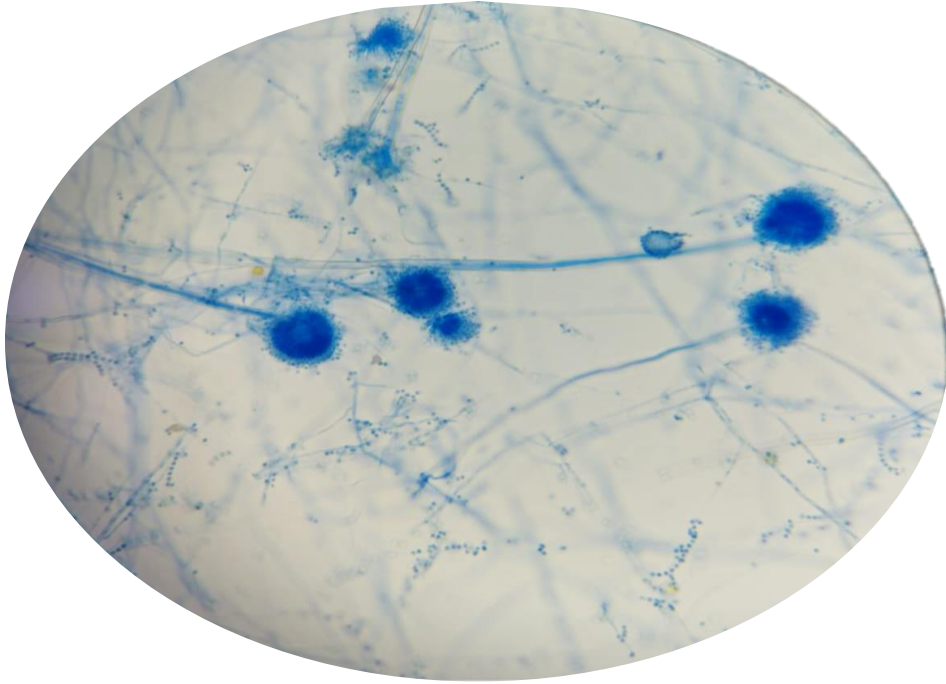


Figura 12. *Aspergillus* sp.

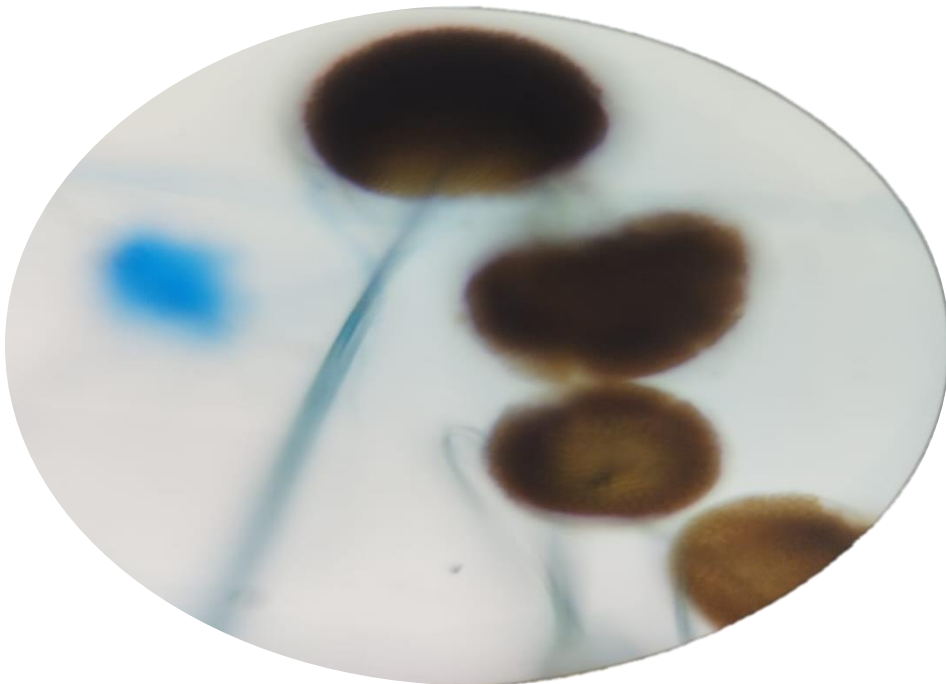


Figura 13. *Mucor* sp.

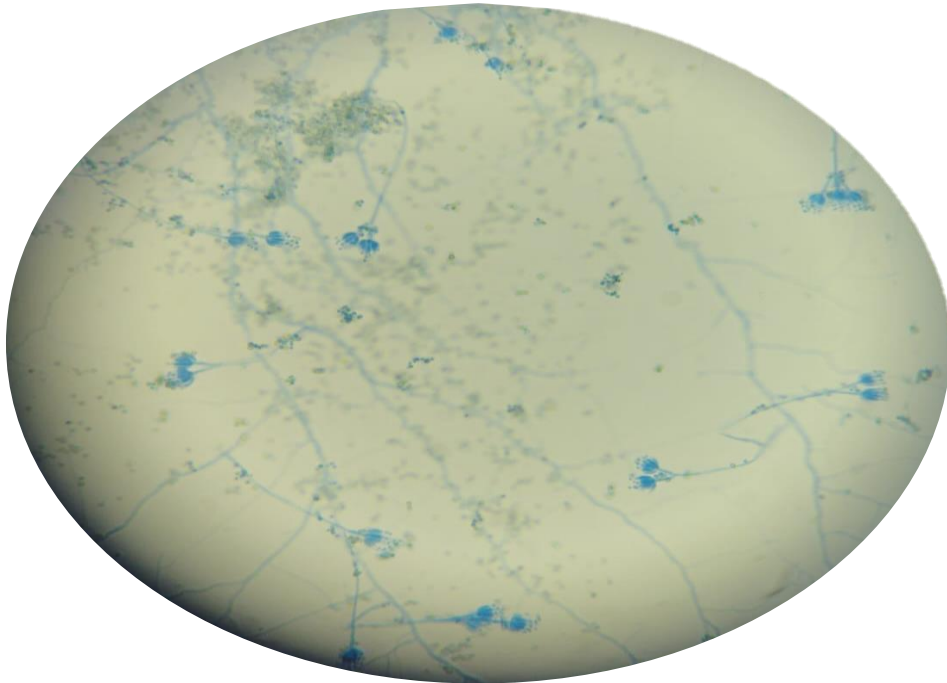


Figura 14. *Penicillium* sp.

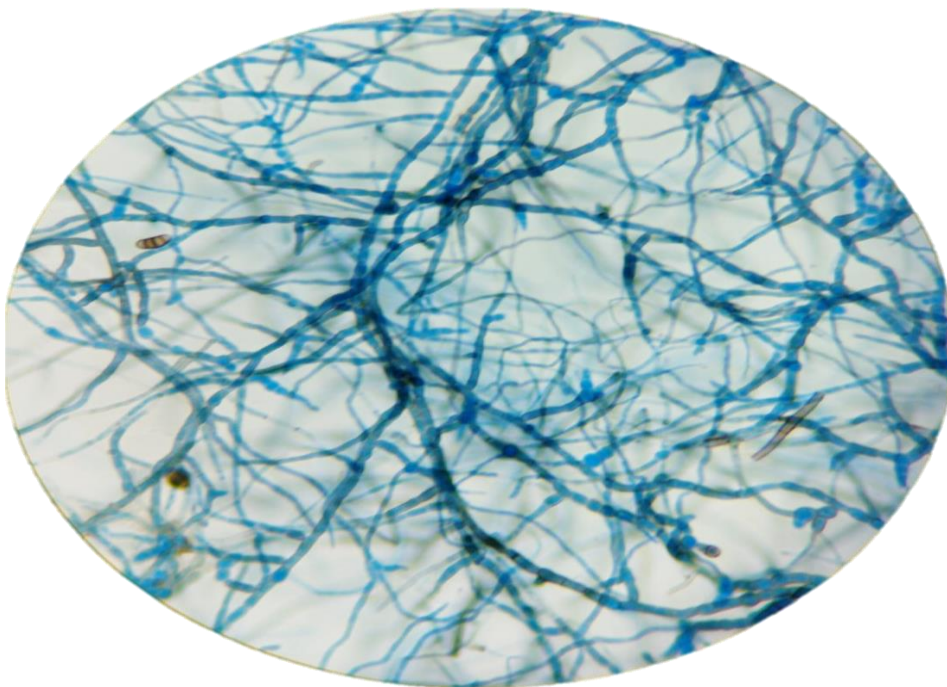


Figura 15. *Geotrichum* sp.

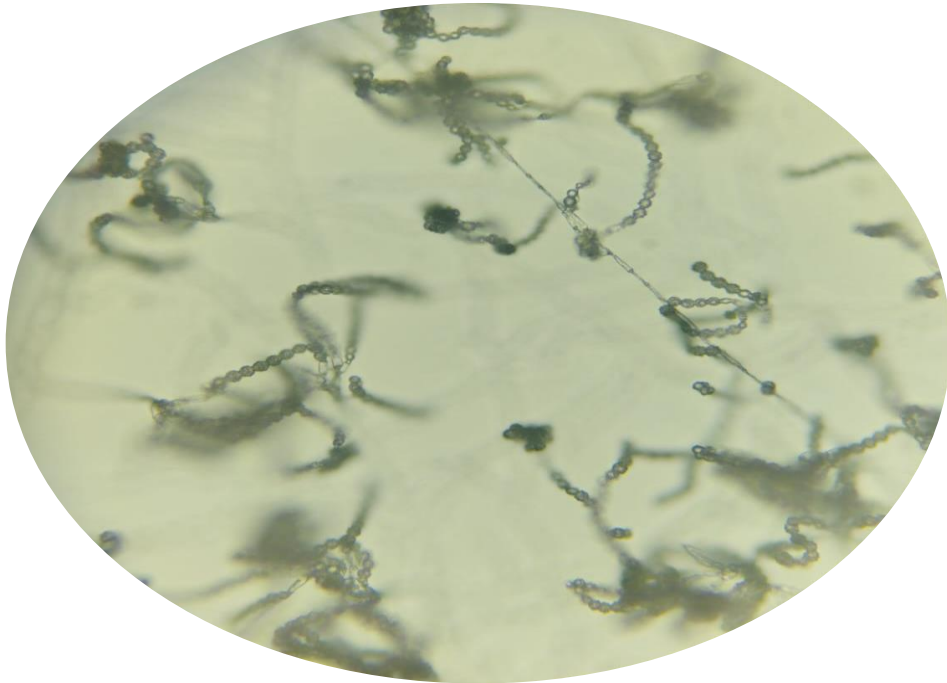


Figura 16. *Oidium* sp.

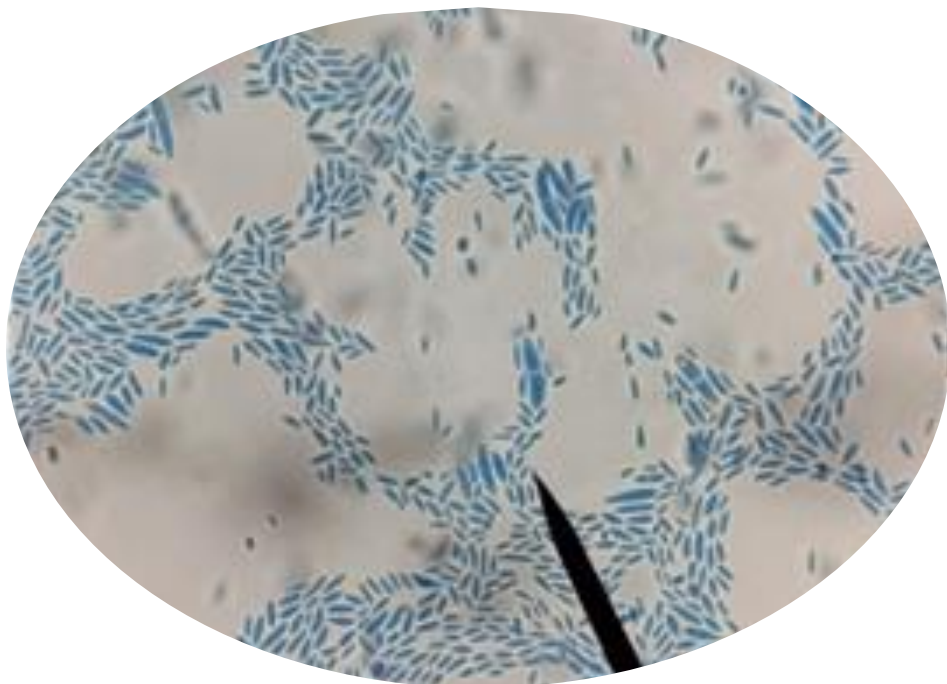


Figura 17. *Epidermophyton* sp.

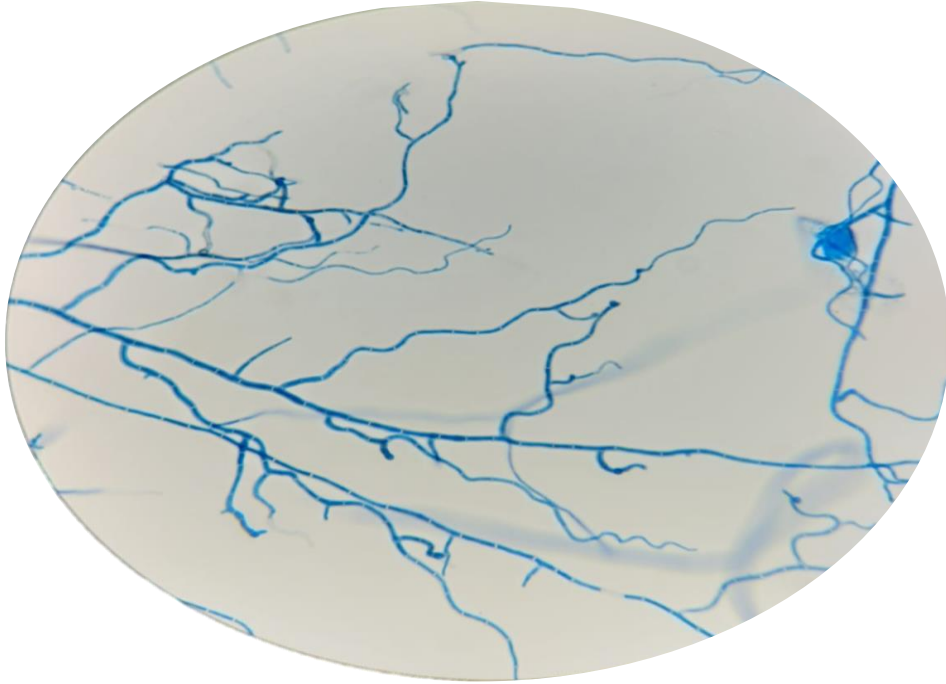


Figura 18. *Monosporium sp.*

Anexo E. Panel fotográfico



Figura 19. Vertiendo agua destilada a los matraces



Figura 20. Pesado del caldo BHI



Figura 21. Echando el caldo BHI en los matraces



Figura 22. Matrices con caldo BHI para muestreo



Figura 23. Matrices en la autoclave



Figura 24. Toma de muestra de aire en el punto 1



Figura 25. Vertido de muestra de aire dentro del matraz



Figura 26. Toma de muestra de aire en el punto 2



Figura 27. Toma de muestra de aire en el punto 3



Figura 28. Toma de muestra de aire en el punto 4



Figura 29. Toma de muestra de aire en el punto 5



Figura 30. Toma de muestra de aire en el punto 6



Figura 31. Toma de muestra de aire en el punto 7



Figura 32. Toma de muestra de aire en el punto 8



Figura 33. Toma de muestra de aire en el punto 9



Figura 34. Toma de muestra de aire en el punto 10



Figura 35. Medición de la Temperatura y Humedad relativa con el termohigrómetro



Figura 36. Bacterias y fungi sembradas en las placas Petri



Figura 37. Matraces y placas petri llevadas a incubación a temperatura ambiente



Figura 38. Siembra de bacterias en matraces y placas petri, incubadas a temperatura de 37°

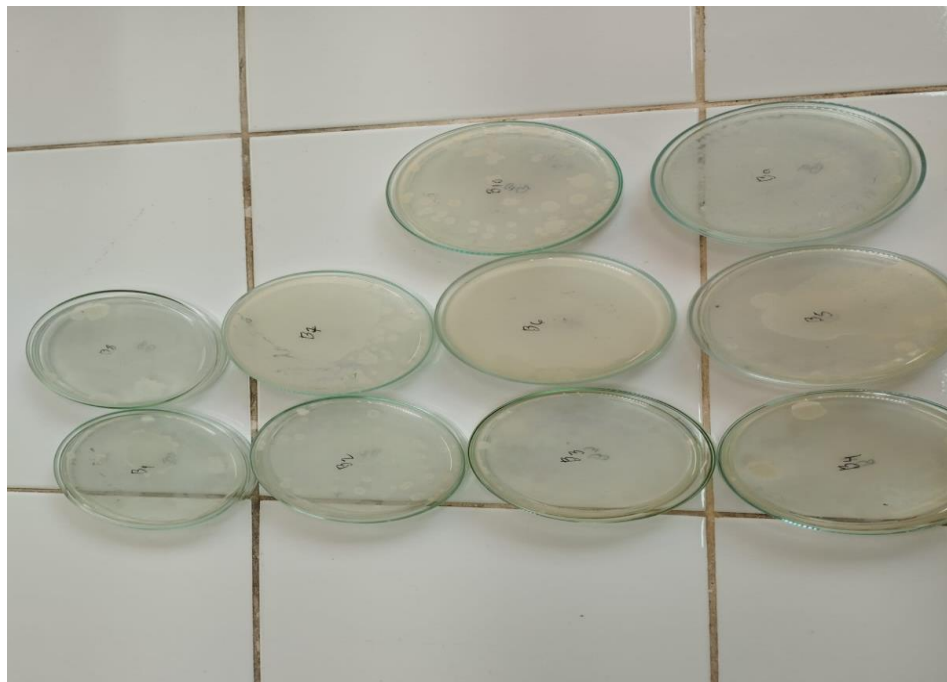


Figura 39. Placas con crecimiento de bacterias

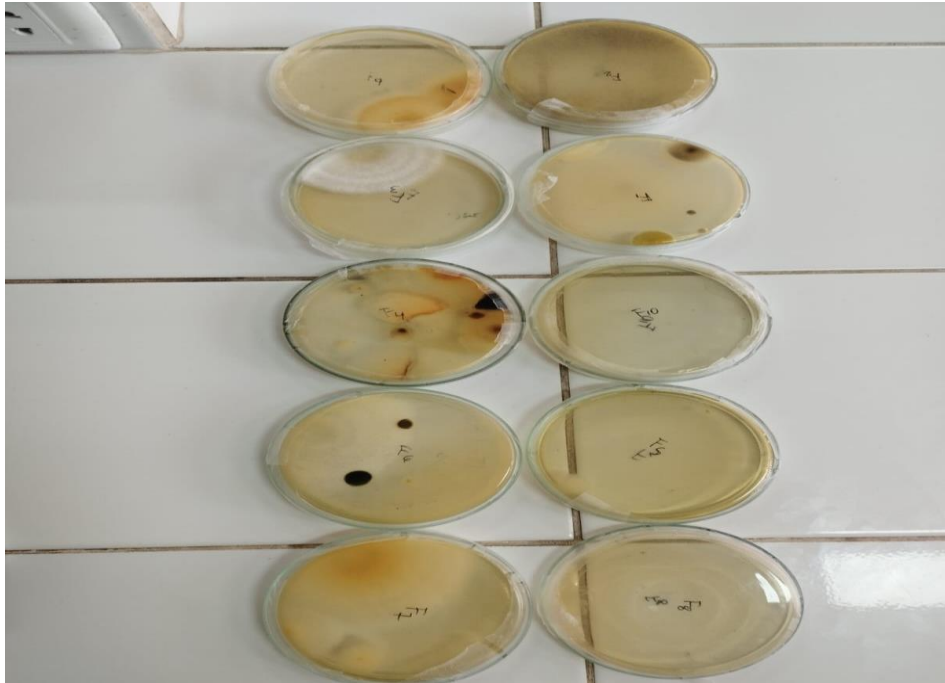


Figura 40. Placas con crecimiento fúngico

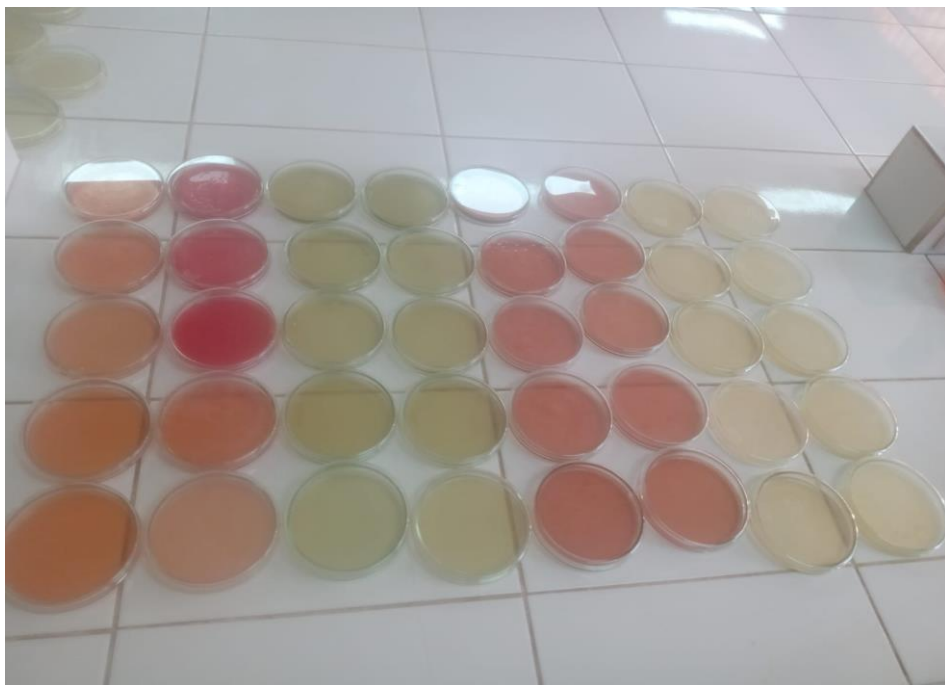


Figura 41. Medios de cultivo



Figura 42. Sembrado de inóculos del muestreo en las placas con medios enriquecidos

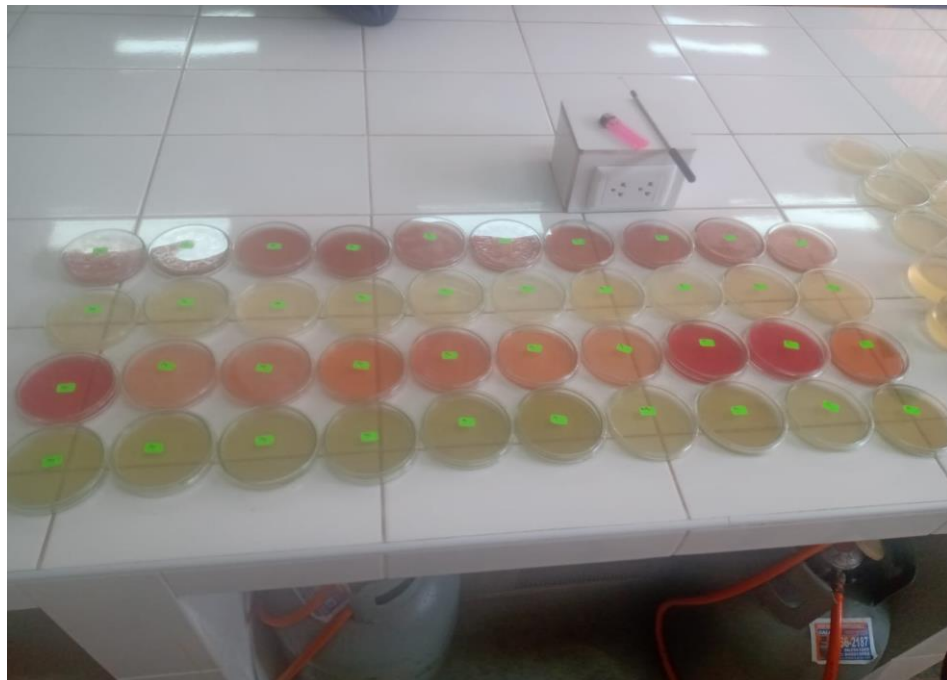


Figura 43. Medios enriquecidos sembrados con las muestras recolectadas



Figura 44. Preparación de medios para diferenciación bioquímica



Figura 45. Tubos de ensayos con medios de diferenciación bioquímica con muestras inoculadas



Figura 46. Reactivos para la diferenciación bioquímica



Figura 47. Tubos con medio Citrato de Simmos



Figura 48. Tubos con medio Indol

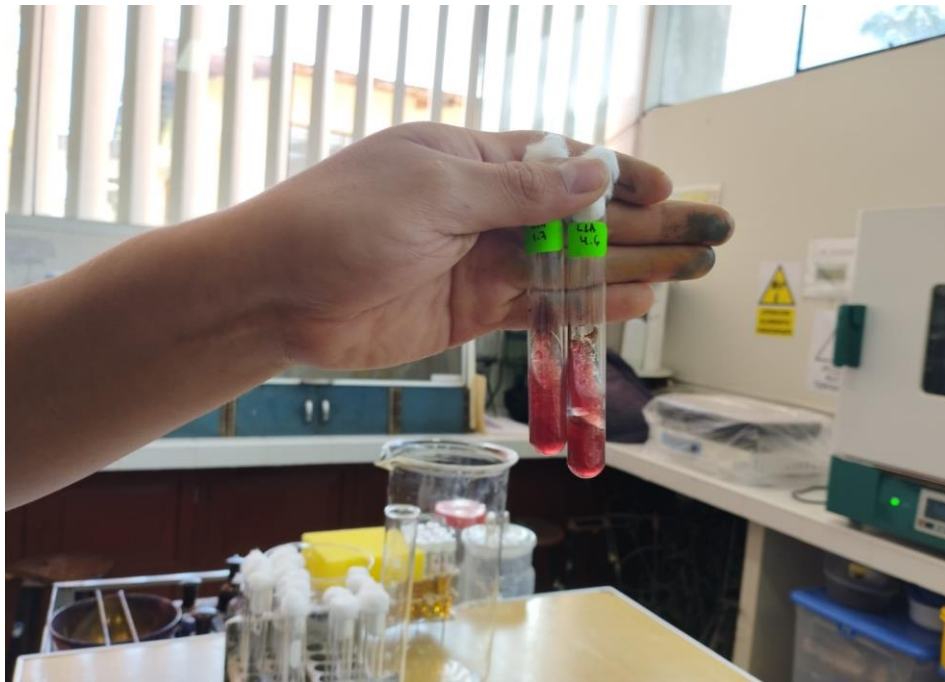


Figura 49. Tubos con medio LIA



Figura 50. Tubos con medio TSI

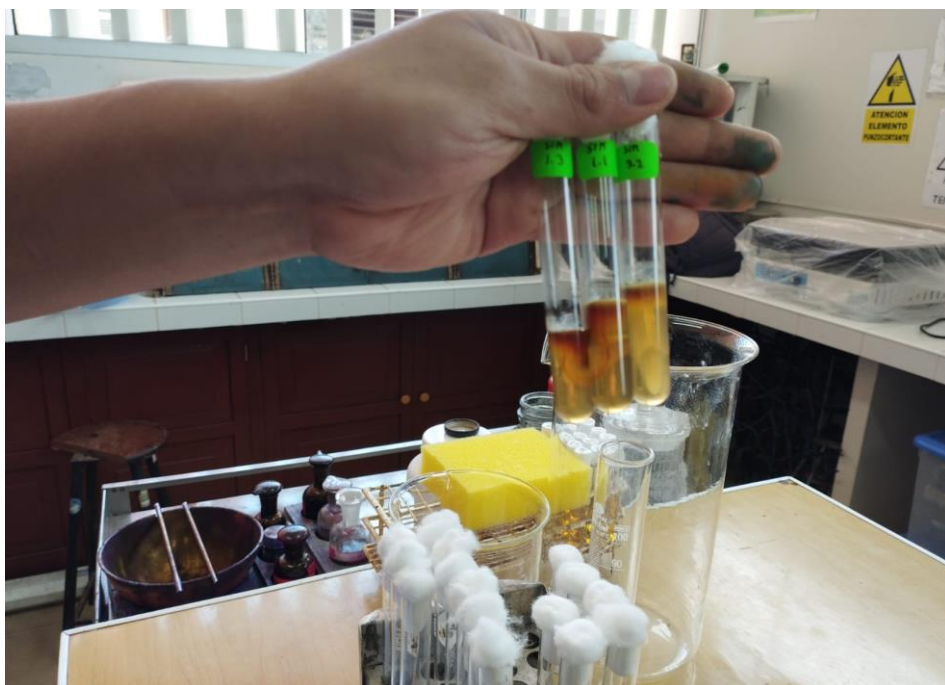


Figura 51. Tubos con medio SIM



Figura 52. Tubos con medio RM y VP

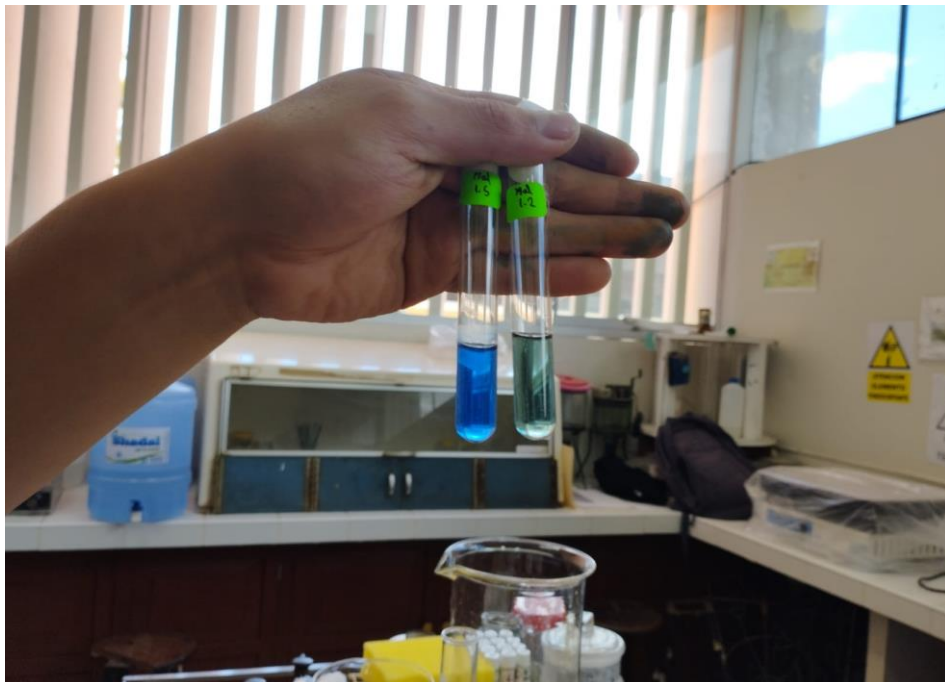


Figura 53. Tubos con medio Malonato

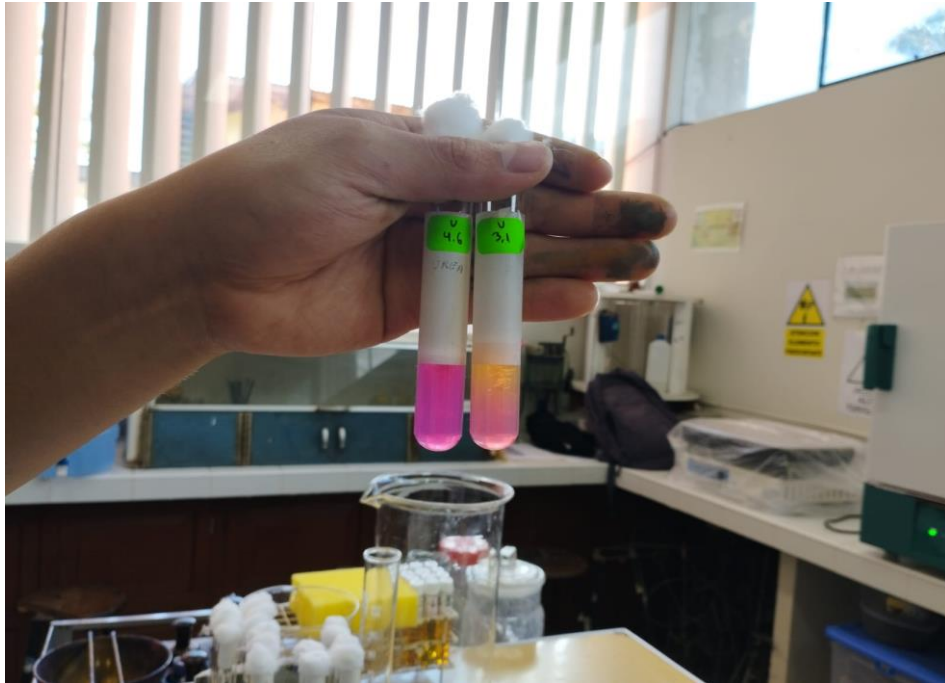


Figura 54. Tubos con medio Urea



Figura 55. Realizando la coloración Gram



Figura 56. Lavando a chorro la lámina del portaobjeto



Figura 57. Láminas con frotis y coloración Gram

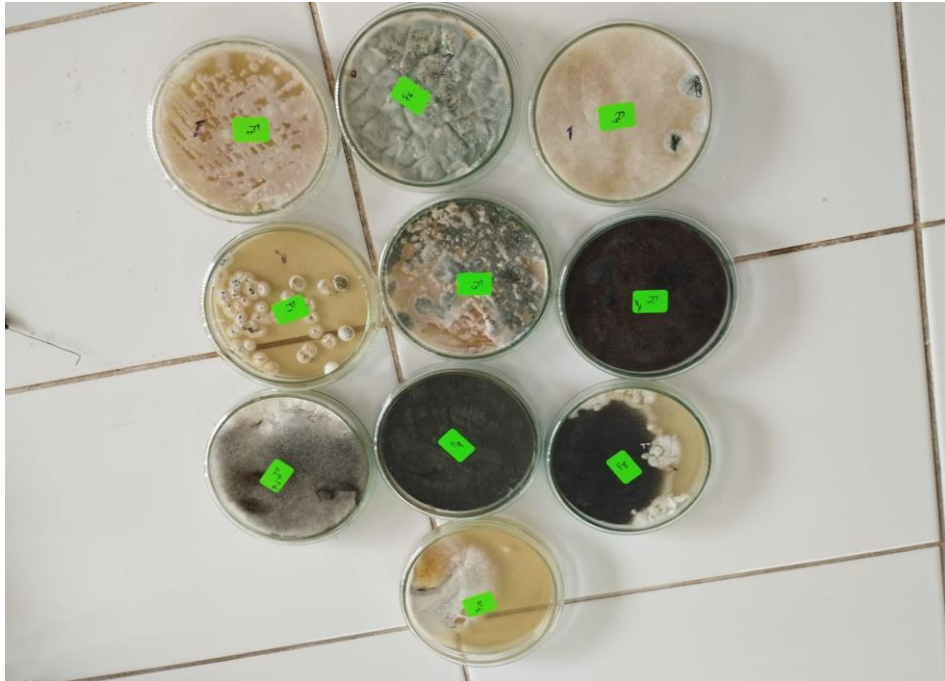


Figura 58. Placas petri con crecimiento fúngico



Figura 59. Placas petri con el microcultivo realizado



Figura 60. Placas con el microcultivo colocadas a incubación



Figura 61 Observación de bacterias y fungi en el microscopio