

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AIRE INTERIOR DEL
MERCADO CENTRAL DE CAJAMARCA - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental



Autores:

Diana Elizabet Chuquilín Vallejos

Nolish Percy Rojas Palomino

Asesor:

M.Cs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A mi madre, por el apoyo brindado en cada uno de los proyectos que he realizado, y porque me ha dado el amor que he necesitado para creer en mí misma, A mi hijo Renzo por ser el pilar fundamental en mi vida. Los amo inmensamente. A mi abuela que desde el cielo me cuida y acompaña. La extraño. A mis hermanas, porque me han ayudado a seguir adelante con sus palabras de amor y aliento. Las quiero mucho.

Diana Chuquilín

El presente trabajo de investigación, se lo dedico a mi familia, en especial a mi madre quién siempre está dispuesta a apoyarme, además por inculcarme valores y deseo de superación constante, incentivándome a un continuo estudio como la mejor opción de alcanzar el éxito en la vida.

Percy Rojas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por habernos dado la vida, guiándonos con sabiduría e inteligencia en estos años. A nuestros familiares, por su apoyo incondicional en todo momento, por enseñarnos a ser fuertes, a ser la clase de personas que alcanzan sus objetivos, a levantarnos y avanzar.

A la Universidad Privada del Norte Cajamarca. De una manera muy especial a nuestro asesor Mg. Juan Carlos Flores Cerna, por su respaldo, tiempo y dedicación en la realización de la presente tesis, además de ser un ejemplo a seguir de manera personal y profesional.

Al docente M.Sc. Blgo. Marco Alfredo Sánchez Peña, por brindarnos sus conocimientos y apoyo incondicional.

Diana y Percy

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
INDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Realidad problemática.....	9
1.1.1 Antecedentes.....	12
1.1.2 Bases Teóricas.....	19
1.2 Formulación de problema.....	29
1.3. Objetivos.....	29
1.3.1 objetivo general.....	28
1.3.2 Objetivos específicos.....	28
1.4. Hipótesis.....	30
1.4.1 Hipótesis general.....	30
1.4.2 Hipótesis específicas.....	30

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	31
2.1 Tipo de investigación.....	31
2.2 Materiales, instrumentos y métodos.....	32
2.3 Procedimiento.....	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS	40
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	49
4.1. Discusión.....	49
4.2. Conclusiones.....	58
REFERENCIAS	60
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Ubicación de los puntos de muestreo</i>	33
Tabla 2 <i>Resultados obtenidos en el primer día de monitoreo</i>	37
Tabla 3 <i>Resultados obtenidos en el segundo día de monitoreo</i>	38
Tabla 4 <i>Resultados obtenidos en el tercer día de monitoreo</i>	39
Tabla 5 <i>Resultados obtenidos en el cuarto día de monitoreo</i>	40
Tabla 6 <i>Resultados obtenidos en el quinto día de monitoreo</i>	41
Tabla 7 <i>Resultados promedio de unidades formadoras de colonias por metro cúbico en cada punto de monitoreo</i>	42
Tabla 8 <i>Resultados promedio durante los cinco días de monitoreo</i>	42
Tabla 9 <i>Resultados promedio del número de personas y UFC/m³ en los cinco puntos de monitoreo</i>	43
Tabla 10 <i>Resultados de los microorganismos y UFC/m³ en los cinco puntos de monitoreo</i>	44
Tabla 11 <i>Microorganismos encontrados en los cinco puntos de nuestro muestro microbiológico</i> ...	45

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de ubicación del Mercado central de Cajamarca.	30
<i>Figura 2.</i> Unidades formadoras de colonia por metro cúbico encontradas en los puntos de monitoreo.....	46
<i>Figura 3.</i> Unidades formadoras de colonia por metro cúbico encontradas en los cinco días de monitoreo.....	47
<i>Figura 4.</i> Relación entre el número de personas y unidades formadoras de colonias por metro cúbico, durante los cinco días de monitoreo en los cinco puntos.....	49
<i>Figura 5.</i> Promedio de unidades formadoras de colonias por metro cúbico, por géneros de microorganismos encontrados en los puntos de monitoreo.....	50

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo, determinar la calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca, con la finalidad de demostrar si existe contaminación microbiológica. Para cumplir con el objetivo se realizaron monitoreos de aire interior, haciendo uso del muestreador microbiológico Hycon, el cual succiona volúmenes de aire, impregnando la carga microbiológica en las cuadrículas de las tiras de agar strips. Los monitoreos se realizaron en turno mañana entre los horarios de 10.00 am. a 1.00 pm. Se tomaron un total de 50 muestras. Para ello se designó cinco puntos en el interior del mercado central de Cajamarca, distribuidos en P-1 (carne), P-2 (jugos), P-3 (frutas), P-4 (menús y ceviches) y P-5 (artesanía y abarrotes). Estas muestras fueron tomadas durante 5 días en el mes de febrero del 2020. La Norma Española (UNE 100012), establece algunos estándares de calidad de aire en ambientes interiores, con un límite de 800UFC/m³. Obteniendo como resultado general un promedio de 806 UFC/m³, durante los cinco días de monitoreo. Concluyendo que el valor obtenido sobrepasa el estándar de calidad de la norma UNE 100012.

Palabras clave: Contaminación de Aire Interior, Calidad Microbiológica, Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El desarrollo del acelerado proceso de industrialización en la que hoy se inserta la sociedad, ha motivado la generación de una serie de cambios en la vida de las personas, como por ejemplo, la ampliación de los parques automotores, la dinámica comercial, la concentración de personas en centros laborales, en instituciones educativas, uso de insumos industriales en la agricultura, minería, que están contribuyendo con la concentración de carga microbiológica, que son perjudiciales a la salud humana, a lo que se suma el deterioro constate del habitat de la sociedad.

La concentración de personas en los centros comerciales, en los mercados de abastos, ha contribuido a la propagación de una serie de enfermedades que están afectando seriamente la calidad de vida de las personas, situación que se agrava en los mercados locales, donde la concentración de las personas excede el espacio destinado a la circulación de las personas. No esta demás precisar que en los diferentes mercados locales, principalmente en los países en vías de desarrollo, uno de los problemas es el hacinamiento de grandes volúmenes de productos industriales, vegetales, animales, además de comerciantes y personas que acuden a realizar compras, situación que afecta la calidad del aire interior, por las condiciones operativas inadecuadas incluso inexistentes de sistemas de ventilación y recirculación de aire, refrigeración y/o calefacción, hacen que determinen la concentración de microorganismos, que alteran

la calidad biológica del aire, siendo un factor de contaminación y de propagación de enfermedades.

Al respecto, Basílico et al. (2007), refiere que: La calidad biológica del aire, principalmente en interiores o locales cerrados, afecta a la salud, directa o indirectamente, afectando la salud de las personas, por los contaminantes biológicos o no biológicos emanados al aire interior. En otro sentido, estudios realizados por la Agencia de Protección Medio ambiental de los Estados Unidos (EPA) sobre la exposición de humanos a los contaminantes del aire, indican que los niveles de contaminación en ambientes cerrados son entre dos a cinco y en algunos casos 100 veces más concentrados que los niveles presentes en el aire exterior. (EPA, 2005). Situaciones como las expuestas contribuyen a modificar la composición del aire interior, que se sobrecarga con agentes microbianos nocivos a la salud.

La calidad de aire de interiores (CAI) se refiere a la contaminación de aire dentro de edificios, locales comerciales, mercados e industrias, donde la concentración de agentes biológicos como hongos, bacterias, virus, se diseminan con el contacto entre las personas al estornudar, respirar, toser, generando procesos infecciosos que van a alterar la salud de las personas, constituyéndose, los centros laborales, educativos y fundamentalmente los mercados locales, por su alto nivel de hacinamiento en centros de contaminación.

Cajamarca es una ciudad que en los últimos años ha experimentado un crecimiento notable en su población. El Censo de Población y vivienda del 2017, estima que la población que reside en la ciudad de Cajamarca es de 201.329 habitantes, población que mayormente recurre a realizar sus compras al mercado central de la ciudad, donde se puede observar una alta concentración de pequeños puestos de comercialización de todo tipo de productos, como carnes, frutas, jugos, menús verduras, artesanías, etc. A lo que se suma un hacinamiento de comerciantes y personas que acuden a realizar negocios de diversa índole, sin ningún respeto al aforo que las condiciones del ambiente soportan, más aún cuando la calidad de la infraestructura es muy deficiente, y no presta las condiciones para una desinfección adecuada, para el aseo pertinente, lo que origina una alta concentración del aire interno sobre cargado de factores biológicos que se constituyen en transmisores de varias enfermedades.

El cuidado de la salud humana, y garantizar una vida sana, es uno de los objetivos del desarrollo sostenible, de allí la motivación de los gobiernos de todo el mundo de facilitar las condiciones más favorables para asegurar el bienestar de las personas, por tal motivo, la investigación tiende a contribuir con un estudio muy importante, sobre la calidad microbiológica del aire interior en el mercado central de Cajamarca, con la finalidad de identificar la concentración de microorganismos presentes en el aire y superficies para garantizar que este centro de abastos no se convierta en un foco de contaminación, en tal sentido se ha planteado la siguiente interrogante. ¿Cuál es la

calidad microbiológica del aire interior en el mercado central de Cajamarca?, con el objetivo de acceder a información que precise la real dimensión de la realidad estudiada y sirva de fuente de información que se traslade hacia otros mercados de la ciudad y de las provincias, evitando así contagios masivos que afectan la salud y calidad de vida de las personas. De la misma forma se plantea la hipótesis siguiente: La evaluación de la calidad microbiológica del aire interior del mercado central de Cajamarca sobrepasa los estándares de calidad de acuerdo con la norma UNE 100012 (800 UFC/m³).

1.1.1. Antecedentes

Nacionales

Jaimés (2014). En su estudio de calidad microbiológica del aire interior de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) en la Universidad Nacional Agraria La Molina en base a los hongos ambientales. Analizó que los hongos ambientales existentes en los diferentes ambientes de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) situada en el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, Perú, durante los meses de octubre y noviembre del 2011. La determinación de los hongos ambientales puede ser un parámetro muy importante para evaluar la calidad del aire interno. Las esporas fúngicas se consideran componentes ambientales de las bibliotecas, muchas de ellas son responsables de causar efectos perjudiciales sobre la salud. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de aire interno de la BAN, con el fin de conocer

la situación actual y proponer alternativas de mejora. Se tomaron un total de 468 muestras en 13 ambientes de la biblioteca de los cuales 11 son ambientes internos y 2 son externos. La metodología utilizada para detectar las esporas de hongos, fue a través de un equipo muestreador microbial que succiona volúmenes de aire e impregna las esporas en placas petri con un medio de cultivo (Agar Sabouraud), con ello se obtuvo una estimación cualitativa y cuantitativa de la presencia de hongos en esos ambientes; además se midió con un termohigrómetro, la temperatura y humedad relativa de manera simultánea a la toma de muestras en cada ambiente ya que su crecimiento y proliferación de estos microorganismos están relacionados a estas variables. Se identificaron 13 géneros de hongos además de Levaduras, Rhodotorulas y micelios sin esporular, los géneros que se encontraron con mayor frecuencia en los 13 ambientes estudiados fueron, *Cladosporium* (67.85%), *Alternaria* (8.23%), *Penicillium* (5.11%), *Aspergillus* (3.40%) y *Fusarium* (2.41%). La concentración de hongos expresados en UFC/m³ en los dos ambientes externos fue mayores a todos los ambientes internos de la biblioteca. Se pudo concluir que la BAN presentaba condiciones ambientales de temperatura y humedad, que favorecían el crecimiento de hongos.

Chong (2017). En su estudio de calidad microbiológica fúngica del aire en un área de envasado de bebidas. Indica que el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo analizar los hongos ambientales existentes en el área de

envasado de bebidas de la empresa AJEPER S.A. Planta Huachipa, situada en la Av. La Paz 131 Santa María de Huachipa, San Juan de Lurigancho, Lima-Perú, durante los meses de diciembre del 2014 y enero del 2015. Conocer la diversidad fúngica y su concentración en un ambiente interior es muy importante para evaluar la calidad del aire interno, ya que las esporas fúngicas tienen la capacidad de afectar negativamente a la salud humana y podrían producir alergias, infecciones o toxicidad en las personas que labora en él. Se evaluó la calidad del aire al interior del área de envasado, con el fin de conocer la concentración y la variedad de géneros fúngicos mediante el método volumétrico por impactación, y simultáneamente se midió la temperatura ambiental y el porcentaje de humedad relativa con un termohigrómetro. Se tomaron un total de 264 muestras en 11 puntos, de los cuales 10 puntos se ubicaron al interior del área de envasado y un punto al exterior de ésta. El muestreo se realizó durante el turno día por el transcurso de 12 días. Se obtuvo una concentración total de 12220 UFC/cm³ (Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico), identificadas durante todos los días de muestreo, siendo los géneros encontrados con mayor frecuencia *Penicillium* (65.70 por ciento), *Cladosporium* (20.64 por ciento), *Paecilomyces* (5.57 por ciento) y *levaduras* (2.12 por ciento). El ambiente exterior presentó valores de concentración fúngica superiores a los obtenidos en todos los puntos del ambiente interior. Se concluyó que el interior del área de envasado de bebidas presentaba condiciones ambientales de temperatura

y humedad relativa que favorecen el desarrollo fúngico y que los niveles de concentración fúngica encontrados en él calificaban entre “intermedio” y “alto” en las referencias para ambientes interiores no industriales.

Ardila (2018). En su estudio de Caracterización Microbiológica de la Calidad del aire al interior de las instalaciones del Cead Bucaramanga de la Universidad Nacional abierta y a distancia. Menciona que las esporas y células fúngicas en ambientes interiores suelen asociarse a partículas inertes o biológicas suspendidas en el aire en forma de bioaerosoles, los cuales, pueden ser fácilmente inhalados por una persona y así, producir efectos adversos en la salud humana. Este mecanismo de propagación es relevante en el ámbito laboral porque afecta de forma negativa la salud del trabajador si se consideran factores de riesgo como la cantidad de horas que pasa una persona al interior de un edificio, las actividades que realiza en ese periodo de tiempo en un espacio físico reducido, y las condiciones medio ambientales que favorecen el desarrollo y proliferación de estos microorganismos. El presente trabajo se planteó con el objetivo de determinar los microorganismos fúngicos presentes en el aire dentro de las instalaciones del CEAD Bucaramanga de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, mediante: la identificación de los mismos a nivel de género, la recopilación de información relacionada con su potencial patógeno y, con los datos obtenidos, la elaboración de una metodología de limpieza y desinfección aplicable a la

institución. Los hallazgos obtenidos durante tres semanas de muestreo entre los meses de noviembre y diciembre del año 2018 permitieron confirmar la presencia de los géneros *Aspergillus sp.*, (17.36%), *Penicillium sp.*, (14.91%), *Cladosporium sp.*, (8.07%), *Fusarium sp.*, (7.70%) del total de 818 muestras revisadas. Los resultados muestran datos similares con reportes de autores nacionales e internacionales efectuados en espacios de interiores como bibliotecas y complejos de oficinas; mientras que otros estudios científicos corroboran que estos géneros poseen alérgenos capaces de promover el desarrollo de enfermedades alérgicas en el ser humano y además, contribuyen al deterioro de estructuras de construcción y materiales de diferente composición. Se sugiere continuar con la investigación que permita indagar sobre los riesgos ocupacionales asociados a la calidad del aire a nivel microbiológico y los factores ambientales que favorezcan la propagación y permanencia de microorganismos con potencial patógeno.

Internacionales

Torrealba et al., (2019). En su estudio de Ontología de calidad del aire en ambientes cerrados en perspectiva de versionantes caso Unellez-Vipi. Indica que el presente estudio se integra la ontología de los versionantes en cuanto a la calidad del aire en ambientes cerrados en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ) del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (VIPI), ubicado

en San Carlos, estado Cojedes. Se hizo una evaluación microbiológica de diversas áreas que conforman la casa de estudios, en las que se tomaron muestras por técnicas de sedimentación en placas, cuyos resultados demostraron que no representa un peligro de infección para quienes hacen vida y visitan la misma, por presentar niveles inferiores a los especificados por la Norma UNE 171330 que valora contaminantes biológicos. Por otro lado, se hicieron entrevistas a versionantes que conforman la familia unellista sobre esta temática, de la que surgieron seis categorías emergentes que dimensionan al estudio, en las que prevalece la opinión de los trabajadores en pensar, que es en ese lugar donde ellos se sienten afectados por patologías producto de su permanencia en las diversas áreas. Finalmente, reflexionamos sobre esto, en el cual se afirma que la UNELLEZ – VIPI no se considera un edificio enfermo, y que las posibles causas de las sintomatologías en la comunidad universitaria se deban, entre otras cosas, a causas inherentes a higiene del hogar.

Tolosa & Lizarazo (2013). En su estudio de calidad microbiológica del ambiente de la biblioteca Alfonso Patiño Rosselli, Tunja- Boyacá (Colombia). Indica que la calidad del aire en ambientes internos puede estar influenciada por la presencia de agentes abióticos y bióticos, entre los que se encuentran microorganismos, esporas, ácaros y polen, los cuales, son componentes naturales de estos ambientes y pueden ser transportados, desde

el exterior, por partículas de polvo. Con este trabajo, se buscó evaluar la presencia de microorganismos en el ambiente de la Biblioteca Alfonso Patiño Rosselli, Tunja (Boyacá) y establecer cuáles de los géneros fúngicos aislados podría representar riesgo de biodeterioro sobre los documentos. Se empleó el método de sedimentación en placa, para el muestreo ambiental, utilizando Agar Sabouraud, para el aislamiento de hongos y agar nutritivo, para bacterias, mientras que, para el muestreo de libros, se empleó Agar Papa Dextrosa, como medio de cultivo. En el ambiente, la mayor diversidad estuvo representada por los hongos, con 23 géneros aislados, con predominio de *Cladosporium spp.*, mientras que las levaduras fueron menos representativas, siendo *Geotrichum*, el género predominante. En cuanto a las bacterias, las Gram Positivas fueron las más abundantes, siendo *Staphylococcus* el género más frecuente de los 13 identificados, frente a tres géneros de bacterias Gram Negativas. *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.* Predominaron en las muestras de libros. La concentración microbiana del ambiente fue alta, aunque se encontró dentro del límite de sanidad de lugares públicos, para considerarlos como no contaminados; sin embargo, es importante establecer medidas de control de estas poblaciones microbianas y de las condiciones ambientales que podrían favorecer su desarrollo.

1.1.2. Bases teóricas

1.1.2.1. Contaminación microbiológica del aire interior.

Uno de los mayores problemas del aire al interior es la carga de partículas biológicas como: hongos, bacterias, esporas, toxinas, virus, entre otras. Los bio-aerosoles o partículas biológicas en suspensión usan el aire como medio de transporte y dispersión, llegando de esta manera a las personas que respiran un promedio de 14 m³ de aire por día. Recientemente se ha incrementado el interés por la evaluación de la calidad microbiológica del aire al interior de las edificaciones, entre otras razones, porque los microorganismos además de contribuir al deterioro de infraestructuras y materiales, son agentes etiológicos productores de toxinas y sustancias volátiles, que en ocasiones causan enfermedades respiratorias, sistémicas y alergias (Mart et al., 2015, p. 39).

a. Contaminantes biológicos

Los agentes biológicos se encuentran entre los factores ambientales implicados en el desarrollo del asma, incluyendo alérgenos de cucarachas, roedores, ácaros de polvo y hongos. La estrategia global para el manejo y la prevención del asma, de la Global Initiative for Asthma (GINA) y la Environmental Protection Agency (EPA), han documentado que el asma puede ser ocasionada y agudizada por factores ambientales (Herrera et al., 2011,p.358).

1.1.2.2. Calidad del aire en interiores

En la actualidad se admite que aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural y que están cerrados, para conseguir un mayor rendimiento del sistema de aire acondicionado, pueden ser áreas de exposición a contaminantes. Entre ellos se encuentran oficinas, edificios públicos, escuelas y guarderías, edificios comerciales e, incluso, residencias particulares. No se conoce con exactitud la magnitud de los daños que pueden representar para la salud, ya que los niveles de contaminantes que se han determinado, principalmente en estudios realizados en oficinas y en residencias particulares, suelen estar muy por debajo de los respectivos límites permisibles de exposición para ambientes industriales. Por otro lado, las técnicas tradicionales de la higiene industrial resultan, con frecuencia, inadecuadas o insuficientes para encontrar soluciones, ya que las causas primarias de esta situación son a menudo difíciles de identificar.(Berenguer et al., 1989, p.1).

Los espacios interiores según Mermet (2005), si no tienen establecido un buen confort ambiental se puede generar riesgos a la salud por la contaminación del aire. Las personas al encontrarse en tiempos prolongados en los espacios internos de inmuebles se encuentran

expuestas a los diversos contaminantes por medio de la respiración son propensas a contraer alguna enfermedad (p.12).

1.1.2.3. Factores de la Calidad del Aire Interior

Los factores que intervienen en la degradación del aire interno pueden ser físicos, químicos y biológicos y proceden de la atmosfera externa o del mismo edificio por la tipología o sistema de ventilación del aire. La OMS (2004), indica que los contaminantes del aire en el interior de un espacio inicialmente parte desde el cuerpo humano y las acciones que se realizan cotidianamente, los materiales de construcción, equipos y herramientas, los sistemas de ventilación y calefacción son las principales fuentes de contaminación del aire. Los agentes bilógicos se desarrollan más por la humedad debido a una inadecuada limpieza (pp.81-82).

a. Ventilación

El inadecuado abastecimiento de aire de acuerdo con Mermet (2005), hacia un espacio, es por el efecto de una mayor menor fluctuación del aire. La incorrecta distribución y la mezcla contaminada del aire externo, efectúa que la presión de los espacios varié constantemente. Además, el deficiente

mantenimiento del sistema de ventilación provoca que la temperatura y la humedad sean alteradas (p. 13).

1.1.2.4. Bioaerosoles

Son partículas suspendidas en el aire de origen biológico las cuales pueden afectar la vida de los organismos a través de su infectividad, alergicidad, toxicidad u otras propiedades o características. El tamaño de estas partículas tienen rangos entre 0.5 y 100 micras (Olaya, et al., 2005, p.43).

1.1.2.5. Tipos de Microorganismos

El aire contiene en suspensión diferentes tipos de microorganismos, especialmente bacterias y fungi. Algunos microorganismos se encuentran en forma de células vegetativas, pero lo más frecuente son las formas esporuladas, ya que las esporas son metabólicamente menos activas y sobreviven mejor en la atmósfera porque soportan la desecación. Las producen fungi, algas, líquenes, algunos protozoos y algunas bacterias. En el aire se aíslan frecuentemente bacterias esporuladas de los géneros *Bacillus*, *Clostridium* y *Actinomicetos* (Underwood, 1992, p.10).

a. Bacterias

Las bacterias son organismos complejos, capaces de vivir, en un medio adecuado, sin la necesidad de un huésped para completar su desarrollo. Es de destacar la capacidad de elaborar esporas que presentan algunas bacterias. Las esporas no son más que formas de vida resistentes a condiciones adversas. Pueden resistir, durante años incluso, altas temperaturas, sequedad, falta de nutrientes, etc., recuperando su estado normal y capacidad infectiva al entrar en contacto con un medio adecuado para su desarrollo (Pastor, 2010, p.11).

Las principales fuentes de bacterias en el aire son originadas por el hombre, siendo las más importantes las aguas negras y los desechos de origen animal. La degradación y digestión de los desechos produce aerosoles que contienen bacterias, algunas de las cuales pueden ser patógenas como es el caso de los estreptococos y las coliformes fecales. Un estudio realizado en la ciudad de Marsella, mostró que el número de bacterias se incrementa con la temperatura y la velocidad del viento (INE, 2014, p.27).

b. Hongos

Se ha demostrado que en las edificaciones los hongos causan tres efectos principales: daños en la estructura del edificio, malos olores y efectos adversos en la salud de personas sensibles. Los mohos, son microorganismos capaces de degradar materiales como la celulosa, lignina, almidón, entre otros, y producir toxinas que afectan la salud. Los materiales porosos como tapices, alfombras, cartón y madera son susceptibles a contaminación y pueden albergar microorganismos por largos periodos de tiempo. La humedad relativa por encima del 60 % mantiene condiciones ideales para el crecimiento y desarrollo de microorganismos, especialmente la germinación de esporas fúngicas. Otras condiciones que pueden incrementar el crecimiento de mohos incluyen inadecuada ventilación, falta de mantenimiento, goteras y humedades, uso de calefacción y aires acondicionados con bajo mantenimiento (Mart et al., 2015, p.8).

1.1.2.6. Factores Ambientales que intervienen en el desarrollo de los microorganismos.

a. Temperatura

De todos es conocido que la temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho,

la información meteorológica que aparece en los medios de comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: sabemos que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra. En invierno puede llegar a estar bajo los 0° C y en verano superar los 40° C. Formalmente, la temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura (Rodriguez et al., 2004, p.12).

b. Humedad Relativa

Es el factor más importante. Cuando la humedad relativa del aire decrece, disminuye el agua disponible para los microorganismos, lo que causa deshidratación y por tanto la inactivación de muchos de ellos. La desecación puede causar una pérdida de viabilidad en las capas más bajas de la atmósfera, especialmente durante el día. La humedad relativa de la atmósfera varía de un 10- 20 % en las regiones desérticas. El límite menor para el crecimiento de hongos es del 65 %. Las bacterias requieren una mayor humedad. Las Gram negativas resisten peor la desecación que las positivas; esto se refleja en que existe poca evidencia de transmisión por el aire

de bacterias Gram negativas, con la excepción de *Legionella*.
(Hernández & León, 2008, p.34).

c. Materia orgánica

La atmósfera contiene muy poca concentración de materia orgánica, y en la mayoría de los casos, es insuficiente para permitir el crecimiento heterotrófico. El agua disponible es escasa por lo que, incluso el crecimiento de microorganismos autótrofos está limitado. (De la Rosa, Ullán, & Mosso, 2000, pág. 388)

1.1.2.7. Medios de cultivo

Los medios de cultivo son una mezcla de nutrientes que, en concentraciones adecuadas y en condiciones físicas óptimas, permiten el crecimiento de los microorganismos. Estos medios son esenciales en el Laboratorio de Microbiología por lo que un control en su fabricación, preparación, conservación y uso, asegura la exactitud, confiabilidad y reproducibilidad de los resultados obtenidos. En los laboratorios de microbiología se utilizan diferentes tipos de medios de cultivo que pueden ser preparados en forma líquida o en forma sólida. Usualmente para preparar un medio sólido, se parte de un medio líquido al que se le añade un agente solidificante como el agar, la gelatina o la sílicagel. (Gutiérrez de Gamboa, 2 008, p.1).

1.1.2.8. Tiras de Agar Strips TSM - HYCON 1442400050

Las tiras de Agar se usan con un muestreador microbiano de aire RCS. Agar tríplico de soja modificado con neutralizantes contra desinfectantes y suplementos de crecimiento; para la identificación del recuento total de microorganismos fastidiosos y dañinos. El Agar Tríplico de Soja (TSM), Agar de Digestión de Caseína de Soja es un medio complejo para el cultivo y aislamiento de una amplia gama de bacterias, levaduras y mohos. El medio se complementa con Lecitina y Polisorbato 80. La apariencia del medio es clara y amarillenta. El valor del pH está en el rango de 7.1 a 7.5. El medio puede ajustarse y / o complementarse de acuerdo con los criterios de rendimiento requeridos. (Merck, 2 016, p.1).

1.1.2.9. Muestreador microbiológico de aire RCS Standard

El Estándar RCS es el clásico muestreador de aire microbiano de mano en todo el mundo. Es un instrumento liviano, compacto y muy robusto para usar en áreas no clasificadas. Muestra a una velocidad del instrumento de aproximadamente 40 L/min. El Estándar RCS permite la selección de cinco duraciones de muestreo programadas permanentemente: 0.5 min, 1 min, 2 min, 4 min y 8 min.

1.1.2.10. Marco Legal

El artículo 2° inciso 22 de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida (Constitución Política del Perú, 1993);

En el Perú no existen estándares, normas o leyes con respecto a la calidad microbiológica del aire interior. Sin embargo. La norma UNE 100012 (Una Norma Española), sobre higienización de sistemas de climatización. Establece algunos estándares microbiológicos del aire en ambientes interiores. Por una parte, los recuentos de gérmenes aerobios totales deben ser inferiores a 800UFC/m³ (unidades formadoras de colonias). (Ortiz & Catalán, 2007, p.5).

Estándar microbiológico del aire del ambiente, se consideran como valores máximos recomendados en aire del ambiente interior los recuentos de menos de 800 UFC/m³ de flora aerobia mesófila total, por encima de los cuales se recomienda tomar medidas correctoras e identificar los microorganismos (UNE, 2005, p.7).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar la calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Comparar los resultados obtenidos con el muestreador microbiológico, con los que rige la norma. UNE 100012 de Higienización de Sistemas de Climatización la cual establece algunos estándares microbiológicos del aire en ambientes interiores.
- ✓ Comparar la concentración de microorganismos presentes en el aire interior del mercado central de Cajamarca con respecto al número de personas.
- ✓ Identificar los géneros de microorganismos presentes en el aire interior del mercado central de Cajamarca. En UFC/m³ (unidades formadoras de colonias por metro cúbico).

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

- ✓ La evaluación de la calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca sobrepasa el estándar de calidad de acuerdo con la norma UNE 100012 (800 UFC/ m³).

1.4.2. Hipótesis Específicas

- ✓ El monitoreo microbiológico del aire interior en las áreas de carnes, menús y ceviches, jugos, frutas y artesanía del mercado central de Cajamarca, da un aire con alta cantidad microorganismos patógenos.
- ✓ La biodiversidad de microorganismos del aire en el interior del mercado central de Cajamarca es muy diversa y patógena.
- ✓ Los resultados obtenidos de las muestras del aire del Mercado Central de Cajamarca superan la cantidad de microorganismos establecidos por la norma. UNE 100012 (800 UFC/m³) de Higienización de Sistemas de Climatización.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

La investigación corresponde al enfoque cuantitativo. Sampieri et al. (2003) define que el enfoque cuantitativo se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas. Los datos de la recolección de información se sustentan en datos numéricos y estadísticos.

Es de tipo BÁSICA, investigación que, de acuerdo con Hernández et al. (2014) se orienta a buscar el conocimiento de la realidad o problemas identificados. Está dirigida a un conocimiento más completo a través de la comprensión de los aspectos fundamentales de los fenómenos, de los hechos observables o de las relaciones que establecen los entes. En este caso se busca conocer la calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca.

El nivel de la investigación fue descriptivo. De acuerdo con Caballero (2008, p. 85) se asume que el nivel de investigación significa el grado de profundidad con la que estudia ciertos fenómenos o hechos de la realidad social, en este caso, la investigación apuntó a describir los componentes microbiológicos del aire al interior del mercado central de Cajamarca.

Es de diseño No Experimental-Transversal. No Experimental, porque no se buscó manipular deliberadamente o intencionalmente las variables de estudio. Hernández et al.

(2014) asume que el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desee. Así mismo asume que en este tipo de investigaciones, se realizan sin manipular deliberadamente variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. Transversal, porque los datos se recolectaron en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y su incidencia de interrelación en un momento dado

2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos

2.2.1. Población

Según Tamayo (2012). Señala que la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno, es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Para el caso de la investigación se ha tomado como referente al Mercado Central de Cajamarca.

Muestra: Tamayo (2006), define la muestra como: *"el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada"* (p.176). Como se ha determinado tomar como unidad de estudio al mercado central de la ciudad de Cajamarca, la muestra responde a la misma población de estudio,

donde por criterios probabilísticos intencionados, se determinó la aplicación de recolección en base a muestras de estudio en la siguiente forma: 50 muestras de aire: 10 muestras en el P-1(carnes), 10 muestras en el P-2 (jugos), 10 muestras en el P- 3 (frutas), 10 muestras en el P-4 (menús y ceviches) y 10 muestras en el P-5 (artesanía y abarrotes). Cada muestreo tuvo dos repetitivas. Se designó cinco puntos de muestreo dentro del mercado central de Cajamarca, tomando los cuatro extremos y la parte central del lugar. Otro criterio que se consideró, fueron los días en que se tomarán las muestras; lunes (inicio de semana), miércoles (media semana) y sábado (fin de semana). Con la finalidad de obtener mejores resultados.

Tabla 1
Coordenadas y puntos de muestreo en el mercado central de Cajamarca.

Área	Punto	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Carnes	P1	9200111	0704903
Jugos	P2	9208360	0774173
Frutas	P3	9208361	0774166
Menús y Ceviches	P4	9208384	0774190
Artesanía y Abarrotes	P5	9208369	0774168

2.2.3. Mapa de ubicación

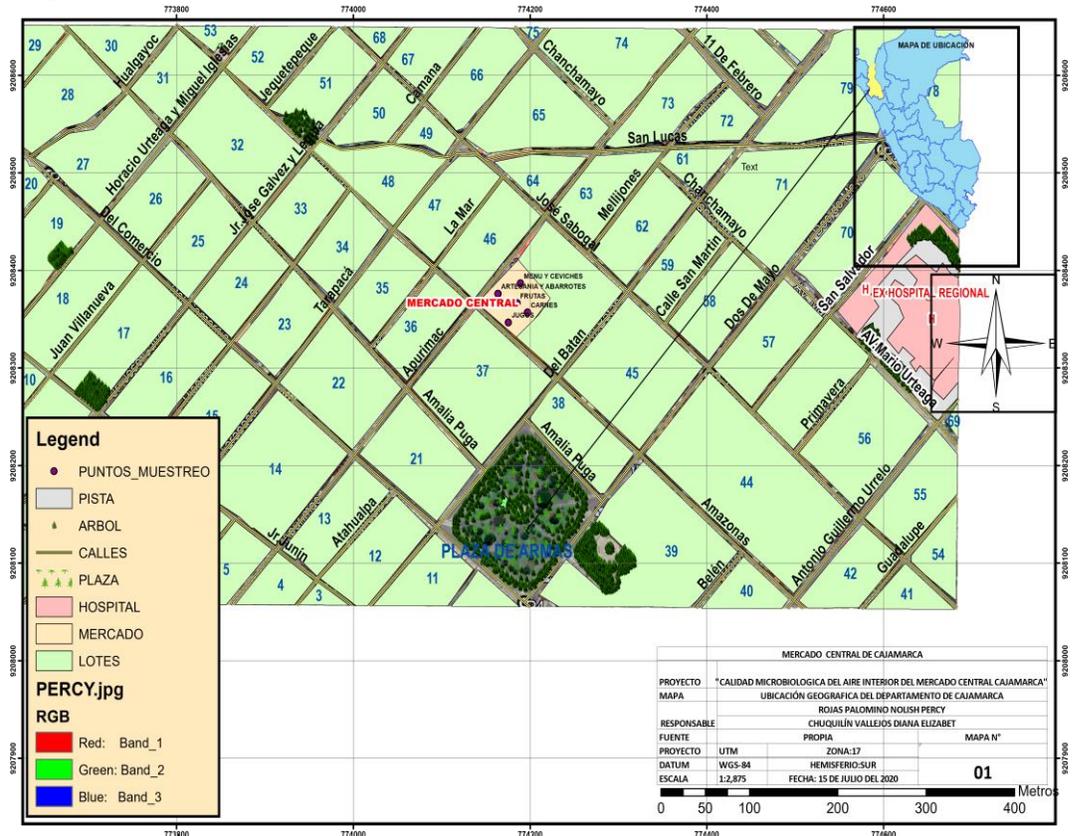


Figura 1. Mapa de ubicación del Mercado central de Cajamarca.

a) Materiales y Reactivos

- ✓ Guantes y mascarilla
- ✓ Libreta de Campo
- ✓ Portaobjetos
- ✓ Asa de siembra
- ✓ Mechero
- ✓ EPP
- ✓ Cinta masking tape.

- ✓ Rotulador indeleble.
- ✓ Alcohol
- ✓ Reactivos para tinción (Lugol, Alcohol acetona, Violeta de metilo, Safralina, Cloruro de metiltionina).
- ✓ Agua destilada
- ✓ Tiras de Agar Strips TSM HYCON 1442400050
- ✓ Cooler.

b) Instrumentos:

- ✓ Muestreador microbiológico – HYCON
- ✓ Microscopio electrónico
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Estufas de incubación
- ✓ Microscopios ópticos de investigación
- ✓ Cámara digital fotográfica
- ✓ Computadora portátil
- ✓ GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- ✓ Contador de colonias manual de mesa
- ✓ Trípode

c) Métodos:

- ✓ Muestreo microbiológico de aire
- ✓ Análisis de muestras de aire en el laboratorio.
- ✓ Identificación de microorganismos en UFC/ m³.

2.3. Procedimiento:

Gabinete

- ✓ Coordinaciones con el administrador del mercado central de Cajamarca para la ejecución del monitoreo.
- ✓ Calibración de instrumentos y equipos de muestreo.
- ✓ Incubación, conteo e identificación de las muestras microbiológicas en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca.
- ✓ Discusión de resultados y conclusiones.
- ✓ Elaboración de informe.

Campo

- ✓ Reconocimiento del lugar para la ejecución del monitoreo.
- ✓ Toma de muestras y mediciones del área.
- ✓ Conservación y traslado de muestras al laboratorio.

Aspectos éticos

- ✓ La investigación se rige por los lineamientos éticos, guardando la confidencialidad sobre los resultados obtenidos durante el monitoreo microbiológico en el interior del mercado central de Cajamarca los cuales fueron sometidos a análisis, cuyos datos sólo sirvieron para los propósitos que exige este tipo de estudio.

2.4. Muestreo Microbiológico

PASO I: Instalación y funcionamiento del muestreador microbiológico de aire RCS

Standard.

- ✓ Haciendo uso del siguiente EPP (guantes, mandil y casco)
- ✓ Se instaló el muestreador microbiológico de aire RCS Standard en el trípode de sujeción a 1 metro de altura.
- ✓ Se introdujo la tira de agar con el medio de cultivo al muestreador microbiológico de aire RCS Standard con un mechero prendido, para evitar la alteración de la muestra microbiológica.
- ✓ Se programó el muestreador microbiológico a 8 minutos (320 litros de aire) por muestra tomada.
- ✓ Después de los 8 minutos de muestreo. Se retiró la tira de Agar Strips TSM, la cual fue sellada y conservada en un cooler a 8°C, luego es transportada al laboratorio para su incubación.

PASO II: Incubación de las muestras microbiológicas

- ✓ Se revisó la ficha técnica de las Tiras de Agar Strips TSM- HYCON 1442400050 ya que ahí nos indican el periodo de incubación de acuerdo al microorganismo.
- ✓ Retiramos las muestras microbiológicas del cooler para introducirlas a la incubadora.
- ✓ Se colocó las muestras microbiológicas a incubar a 34°C por tres días.

PASO III: Conteo de Colonias

- ✓ Pasados los tres días de incubación, las muestras son retiradas para realizar el conteo de colonias.
- ✓ Haciendo uso del contador portátil se procedió al conteo de colonias, cada tira de Agar Strips TSM cuenta con un total de 34 cuadrículas, de las cuales se contó 6 cuadrículas.
- ✓ Se sacó un promedio de colonias por cuadrícula.
- ✓ A este resultado se le multiplicó por 34 ya que es el total de cuadrículas de la tira de Agar Strips TSM.
- ✓ El resultado obtenido, son las UFC presentes en el aire por cada tira de Agar Strips TSM.
- ✓ El valor corregido de los microorganismos presentes en el aire de cada muestra se convierte a Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico (UFC/m³) aplicando la siguiente.

Fórmula 1: Para conversión en UFC/m³ (*unidades formadoras de colonias por metro cúbico*).

$$\text{Formula: } \left(\frac{UFC}{L}\right) \times \left(\frac{1000L}{1m^3}\right) = \frac{UFC}{m^3}$$

PASO VI: Identificación de microorganismos

- ✓ Haciendo uso de un asa de siembra, se retiró una cierta cantidad de carga microbiana para ser aislada al portaobjetos.

- ✓ Con la ayuda del asa de siembra dispersamos la colonia por el portaobjeto para luego iniciar con el procedimiento de identificación.
- ✓ Después de cada aislamiento de colonia se esterilizó el asa de siembra con el fuego de un mechero para así evitar la contaminación o alteración de las siguientes colonias.
- ✓ La identificación de las bacterias aisladas se comenzó aplicando una tinción de Gram al frotis de la bacteria, utilizando los reactivos de tinción como lo son: Lugol, Alcohol, Acetona, Violeta de Metilo, Safranina, Cloruro de Metiltionina.
- ✓ Cada uno de estos reactivos se aplica sobre el portaobjetos que contiene la colonia dispersa, por un tiempo determinado.
- ✓ Con la ayuda del microscopio se determinó, el gram del microorganismo (gram+ positivas, de color violeta azulado, y gram-negativas, de color granate o rojo-rosado) y sus características morfológicas.

PASO V: Estándar de Comparación

Los valores de unidades formadoras de colonia por metro cúbico, se compararon con los valores establecidos por la Norma UNE 100012 (una norma española), la cual indica un máximo de 800 UFC/m³; si los valores sobrepasan este estándar se considera un ambiente contaminado, este aire puede implicar riesgo para la salud, por lo cual se recomendaría tomar medidas correctivas e identificar el tipo de microorganismos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS
Tabla 2
Resultados Obtenidos en el primer día de monitoreo en el mes de enero del 2020.

TIRA DE AGAR TSM (Conteo total)		DIA 1 (29/01/2020)				
		Repetición		MEDIA	TOTAL	UFC/m ³
		1	2			
PUNTO 1	<i>Seudomonas</i>	27	16	7.167	244	761
	<i>Estafilococos</i>	16	13	4.833	164	514
	<i>Mixomicetos</i>	13	11	4.000	136	425
	<i>Penicillium</i>	1	2	0.500	17	53
	<i>Rizhopus</i>	0	0	0.000	0	0
	<i>Aspergillus</i>	0	1	0.167	6	18
	Promedio del punto 1				283	885
PUNTO 2	<i>Seudomonas</i>	20	18	6.333	215	673
	<i>Estafilococos</i>	14	19	5.500	187	584
	<i>Mixomicetos</i>	10	8	3.000	102	319
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Aspergillus</i>	1	1	0.333	11	35
	Promedio del punto 2				281	877
PUNTO 3	<i>Seudomonas</i>	17	28	7.500	255	797
	<i>Estafilococos</i>	10	12	3.667	125	390
	<i>Mixomicetos</i>	10	10	3.333	113	354
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 3				272	850
PUNTO 4	<i>Seudomonas</i>	29	12	6.833	232	726
	<i>Estafilococos</i>	19	10	4.833	164	514
	<i>Mixomicetos</i>	7	6	2.167	74	230
	<i>Penicillium</i>	2	3	0.833	28	89
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 4				264	823
PUNTO 5	<i>Seudomonas</i>	13	10	3.833	130	407
	<i>Estafilococos</i>	10	12	3.667	125	390
	<i>Mixomicetos</i>	8	9	2.833	96	301
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	1	2	0.500	17	53
	Promedio del punto 5				201	629
Promedio total de UFC/m³ por día de muestreo					827	

Tabla 3

Resultados obtenidos en el segundo día de monitoreo en el mes de febrero del 2020.

TIRA DE AGAR TSM (Conteo total)		DÍA 2 (01/02/2020)				
		Repetición		MEDIA	TOTAL	UFC/m ³
		1	2			
PUNTO 1	<i>Seudomonas</i>	20	25	7.500	255	797
	<i>Estafilococos</i>	16	16	5.333	181	567
	<i>Mixomicetos</i>	12	10	3.667	125	390
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Aspergillus</i>	1	2	0.500	17	53
	Promedio del punto 1				312	974
PUNTO 2	<i>Seudomonas</i>	20	14	5.667	193	602
	<i>Estafilococos</i>	13	17	5.000	170	531
	<i>Mixomicetos</i>	7	10	2.833	96	301
	<i>Penicillium</i>	2	3	0.833	28	89
	<i>Rizhopus</i>	2	3	0.833	28	89
	<i>Aspergillus</i>	1	2	0.500	17	53
	Promedio del punto 2				266	832
PUNTO 3	<i>Seudomonas</i>	6	5	1.833	62	195
	<i>Estafilococos</i>	32	18	8.333	283	885
	<i>Mixomicetos</i>	4	5	1.500	51	159
	<i>Penicillium</i>	3	1	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	1	1	0.333	11	35
	Promedio del punto 3				221	691
PUNTO 4	<i>Seudomonas</i>	20	16	6.000	204	638
	<i>Estafilococos</i>	16	18	5.667	193	602
	<i>Mixomicetos</i>	11	10	3.500	119	372
	<i>Penicillium</i>	2	1	0.500	17	53
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	1	1	0.333	11	35
	Promedio del punto 4				278	868
PUNTO 5	<i>Seudomonas</i>	12	11	3.833	130	407
	<i>Estafilococos</i>	22	23	7.500	255	797
	<i>Mixomicetos</i>	7	6	2.167	74	230
	<i>Penicillium</i>	3	2	0.833	28	89
	<i>Rizhopus</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 5				264	823
Promedio total de UFC/m³ por día de muestreo					838	

Tabla 4
Resultados obtenidos en el tercer día de monitoreo en el mes de febrero del 2020.

TIRA DE AGAR TSM (Conteo total)		DÍA 3 (03/02/2020)				
		Repetición		MEDIA	TOTAL	UFC/m ³
		1	2			
PUNTO 1	<i>Seudomonas</i>	20	18	6.333	215	673
	<i>Estafilococos</i>	16	14	5.000	170	531
	<i>Mixomicetos</i>	6	5	1.833	62	195
	<i>Penicillium</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 1				244	761
PUNTO 2	<i>Seudomonas</i>	7	10	2.833	96	301
	<i>Estafilococos</i>	9	12	3.500	119	372
	<i>Mixomicetos</i>	8	4	2.000	68	213
	<i>Penicillium</i>	1	2	0.500	17	53
	<i>Rizhopus</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 2				170	531
PUNTO 3	<i>Seudomonas</i>	13	10	3.833	130	407
	<i>Estafilococos</i>	7	9	2.667	91	283
	<i>Mixomicetos</i>	4	4	1.333	45	142
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	1	1	0.333	11	35
	Promedio del punto 3				156	487
PUNTO 4	<i>Seudomonas</i>	14	13	4.500	153	478
	<i>Estafilococos</i>	9	10	3.167	108	336
	<i>Mixomicetos</i>	8	6	2.333	79	248
	<i>Penicillium</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 4				190	593
PUNTO 5	<i>Seudomonas</i>	14	13	4.500	153	478
	<i>Estafilococos</i>	19	10	4.833	164	514
	<i>Mixomicetos</i>	7	5	2.000	68	213
	<i>Penicillium</i>	1	2	0.500	17	53
	<i>Rizhopus</i>	2	1	0.500	17	53
	<i>Aspergillus</i>	2	2	0.667	23	71
	Promedio del punto 5				221	691
Promedio total de UFC/m³ por día de muestreo					614	

Tabla 5
Resultados obtenidos en el cuarto día de monitoreo en el mes de febrero del 2020.

TIRA DE AGAR TSM (Conteo total)		DIA 4 (05/02/2020)				
		Repetición		MEDIA	TOTAL	UFC/m ³
		1	2			
PUNTO 1	<i>Seudomonas</i>	20	15	5.833	198	620
	<i>Estafilococos</i>	18	13	5.167	176	549
	<i>Mixomicetos</i>	6	7	2.167	74	230
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	2	0	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	2	2	0.667	23	71
	Promedio del punto 1					252
PUNTO 2	<i>Seudomonas</i>	13	11	4.000	136	425
	<i>Estafilococos</i>	19	17	6.000	204	638
	<i>Mixomicetos</i>	10	9	3.167	108	336
	<i>Penicillium</i>	3	1	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	3	2	0.833	28	89
	<i>Aspergillus</i>	4	2	1.000	34	106
	Promedio del punto 2					266
PUNTO 3	<i>Seudomonas</i>	10	12	3.667	125	390
	<i>Estafilococos</i>	20	19	6.500	221	691
	<i>Mixomicetos</i>	15	9	4.000	136	425
	<i>Penicillium</i>	4	2	1.000	34	106
	<i>Rizhopus</i>	2	1	0.500	17	53
	<i>Aspergillus</i>	2	2	0.667	23	71
	Promedio del punto 3					278
PUNTO 4	<i>Seudomonas</i>	21	19	6.667	227	708
	<i>Estafilococos</i>	17	18	5.833	198	620
	<i>Mixomicetos</i>	14	11	4.167	142	443
	<i>Penicillium</i>	0	2	0.333	11	35
	<i>Rizhopus</i>	2	1	0.500	17	53
	<i>Aspergillus</i>	1	2	0.500	17	53
	Promedio del punto 4					306
PUNTO 5	<i>Seudomonas</i>	15	20	5.833	198	620
	<i>Estafilococos</i>	18	19	6.167	210	655
	<i>Mixomicetos</i>	11	12	3.833	130	407
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	2	1	0.500	17	53
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 5					298
Promedio total de UFC/m³ por día de muestreo						875

Tabla 6

Resultados obtenidos en el quinto día de monitoreo en el mes de febrero del 2020.

TIRA DE AGAR TSM (Conteo total)		DIA 5 (08/02/2020)				
		Repetición		MEDIA	TOTAL	UFC/m ³
		1	2			
PUNTO 1	<i>Seudomonas</i>	21	19	6.667	227	708
	<i>Estafilococos</i>	15	12	4.500	153	478
	<i>Mixomicetos</i>	10	13	3.833	130	407
	<i>Penicillium</i>	3	2	0.833	28	89
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 1				283	885
PUNTO 2	<i>Seudomonas</i>	12	10	3.667	125	390
	<i>Estafilococos</i>	27	13	6.667	227	708
	<i>Mixomicetos</i>	10	15	4.167	142	443
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	2	1	0.500	17	53
	<i>Aspergillus</i>	2	1	0.500	17	53
	Promedio del punto 2				275	859
PUNTO 3	<i>Seudomonas</i>	12	17	4.833	164	514
	<i>Estafilococos</i>	27	23	8.333	283	885
	<i>Mixomicetos</i>	11	9	3.333	113	354
	<i>Penicillium</i>	2	1	0.500	17	53
	<i>Rizhopus</i>	1	1	0.333	11	35
	<i>Aspergillus</i>	1	1	0.333	11	35
	Promedio del punto 3				300	939
PUNTO 4	<i>Seudomonas</i>	18	15	5.500	187	584
	<i>Estafilococos</i>	16	17	5.500	187	584
	<i>Mixomicetos</i>	10	7	2.833	96	301
	<i>Penicillium</i>	2	2	0.667	23	71
	<i>Rizhopus</i>	3	2	0.833	28	89
	<i>Aspergillus</i>	1	1	0.333	11	35
	Promedio del punto 4				266	832
PUNTO 5	<i>Seudomonas</i>	15	16	5.167	176	549
	<i>Estafilococos</i>	14	12	7.667	261	815
	<i>Mixomicetos</i>	10	7	2.833	96	301
	<i>Penicillium</i>	2	3	0.833	28	89
	<i>Rizhopus</i>	0	1	0.500	17	18
	<i>Aspergillus</i>	1	2	0.500	17	53
	Promedio del punto 5				235	735
Promedio total de UFC/m³ por día de muestreo					850	

Tabla 7

Resultados promedios de unidades formadoras de colonias por metro cúbico en cada punto de monitoreo.

PUNTOS	UFC/m ³	ESTÁNDAR DE
		MONITOREO SEGÚN UNE 800 UFC/m ³
P1 CARNES	859	800
P2 JUGOS	786	800
P3 FRUTAS	767	800
P4 MENUS Y CEVICHEs	831	800
P5 ARTESANIA Y ABARROTES	761	800

Nota: Los resultados que se encuentran en negrita son los que sobrepasan el estándar de comparación con la Norma UNE 100012 (800UFC/m³)

Tabla 8

Resultados promedio de unidades formadoras de colonias por metro cúbico durante los cinco días de monitoreo.

DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	ESTANDAR 800 UFC/m ³
827	838	614	875	850	800

Nota: Los resultados que se encuentran en negrita son los que sobrepasan el estándar de comparación con la Norma UNE 100012 (800UFC/m³)

Tabla 9

Resultados promedio del número de personas y UFC /m³ en los cinco puntos de muestreo.

Puntos	DIA 1		DIA 2		DIA 3		DIA 4		DIA 5		PROMEDIO	
	Miércoles		Sábado		Lunes		Miércoles		Sábado			
	N° - P	UFC/m ³	N° - P	UFC/m ³	N° - P	UFC/m ³	N° - P	UFC/m ³	N° - P	UFC/m ³	N° - P	UFC/m ³
P-1	20	885	48	974	22	761	25	788	45	885	32	859
P-2	19	877	36	832	16	531	25	832	30	859	25	786
P-3	21	850	17	691	16	487	30	868	49	939	27	767
P-4	34	894	27	868	18	602	37	956	46	832	32	830
P-5	17	629	23	823	21	691	45	930	16	735	24	762

Los valores que se encuentran en negrita son aquellas que sobrepasan el estándar de comparación con la UNE 100012 (800 UFC/m³).

Tabla 10

Resultados de especies y UFC/m³ en los cinco puntos de monitoreo.

PUNTOS	PROMEDIO MICROORGANISMOS	UFC/m ³
PUNTO 1	<i>Seudomonas</i>	712
	<i>Estafilococos</i>	528
	<i>Mixomicetos</i>	329
	<i>Penicillium</i>	64
	<i>Rizhopus</i>	35
	<i>Aspergillus</i>	46
PUNTO 2	<i>Seudomonas</i>	517
	<i>Estafilococos</i>	542
	<i>Mixomicetos</i>	322
	<i>Penicillium</i>	71
	<i>Rizhopus</i>	74
	<i>Aspergillus</i>	60
PUNTO 3	<i>Seudomonas</i>	460
	<i>Estafilococos</i>	627
	<i>Mixomicetos</i>	287
	<i>Penicillium</i>	74
	<i>Rizhopus</i>	39
	<i>Aspergillus</i>	46
PUNTO 4	<i>Seudomonas</i>	655
	<i>Estafilococos</i>	535
	<i>Mixomicetos</i>	319
	<i>Penicillium</i>	57
	<i>Rizhopus</i>	50
	<i>Aspergillus</i>	46
PUNTO 5	<i>Seudomonas</i>	831
	<i>Estafilococos</i>	492
	<i>Mixomicetos</i>	563
	<i>Penicillium</i>	290
	<i>Rizhopus</i>	74
	<i>Aspergillus</i>	46

Tabla 11

Microorganismos encontrados en los cinco puntos de muestro microbiológico.

DOMINIO	FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
Bacterias	Proteobacteria	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas sp</i>
				Bacillaceae	<i>Bacillus sp</i>
	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Staphylococcaceae	<i>Staphylococcus sp</i>
Hongos	Mucoromycota	stolonifer	Mucorales	Mucoraceae	<i>Rhizopus sp</i>
	Ascomycota	Euascomycetes	Eurotiales	Trichomaceae	<i>Aspergillus sp</i>
					<i>Penicillium sp</i>
Amoebozoa	Myxogastria	Echinostelida	Eukarya	<i>Mixomicetos sp</i>	

En esta tabla se observan todas las especies de bacterias y hongos encontradas en los cinco puntos de monitoreo, los mismos microorganismos estuvieron presentes en cada uno de los puntos.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1 Determinación de los puntos de muestreo

Con el objetivo de obtener mejores resultados microbiológicos durante el monitoreo del mercado central de Cajamarca. Se realizó diez monitoreos de aire por punto esto se puede apreciar en la tabla 7: punto uno - carnes, punto dos - jugos, punto tres - frutas, punto cuatro – menús /ceviches y como punto cinco - artesanía y abarrotes. Todas las muestras fueron tomadas en el turno de la mañana entre los horarios de 10.00 am. A 1.00 pm. Durante cinco días. Con la finalidad de ser contrastadas con la norma la norma UNE 100012 (Una Norma Española) y determinar si son permisibles o no, en razón que en nuestro país no existe legislación que sujete a la calidad microbiológica del aire interior.

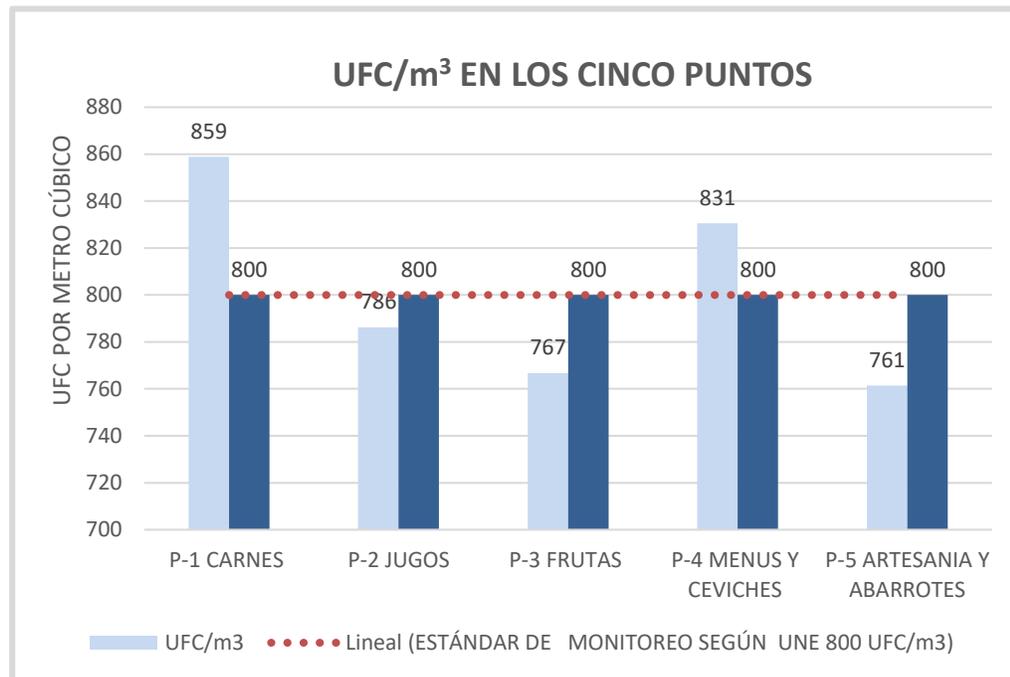


Figura 2. Unidades formadoras de colonias por metro cúbico, encontradas en los puntos de monitoreo comparadas con la norma UNE 100012.

En la figura 2, se observa la existencia de una variación en la concentración de microorganismos presentes en el aire con respecto a los puntos en los que se llevó a cabo el monitoreo. Observándose que se presentó mayor concentración de microorganismos en dos puntos: En el P-1 con un resultado de 859 UFC/m³ y en el P-4 con un resultado de 831 UFC/m³. Ante ello podemos deducir que en ambos puntos sobrepasa el estándar de calidad de la norma UNE 100012 (Una Norma Española). Lo cual da entender que no se respira un aire puro y puede ocasionar daños a la salud de las personas que laboran en el lugar, además de no contar con norma alguna en nuestro país que pueda regularla.

4.1.2 Determinación del muestreo microbiológico por día.

Con la finalidad de obtener resultados más precisos se designó realizar el monitoreo microbiológico en días alternos. Por ello se tomó las muestras un día lunes inicio de semana, un día miércoles a media semana y sábado fin de semana, esto se puede apreciar en la tabla 8.

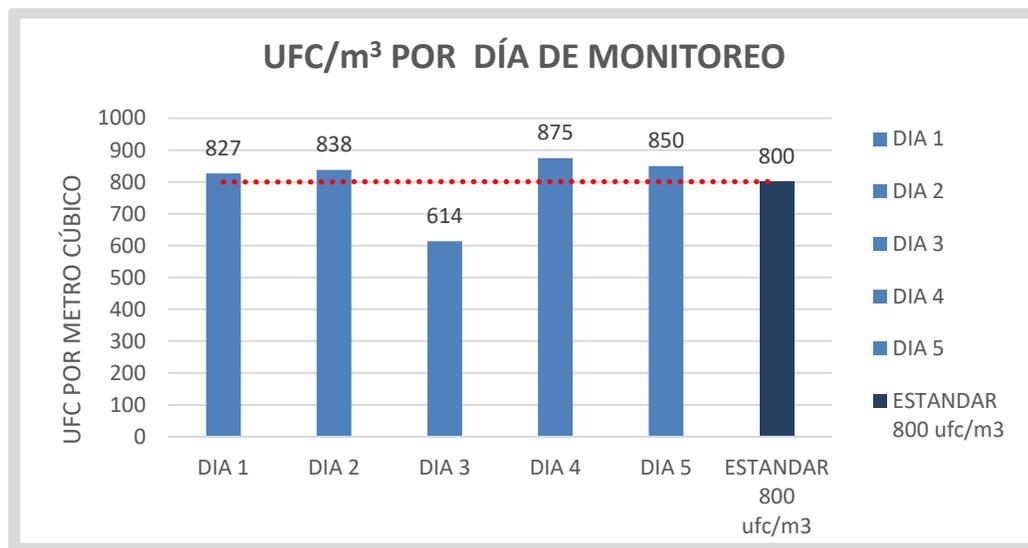


Figura 3. Unidades formadoras de colonias por metro cúbico encontradas durante los cinco días de monitoreo.

En la figura 3, se puede apreciar los resultados de la concentración de microorganismos presentes en el aire colectada en UFC/m³, obtenidos en los cinco días de monitoreo. En el día uno con un resultado de 827 UFC/m³, día dos con un resultado de 838 UFC/m³, día cuatro con un resultado de 875 UFC/m³ y día cinco con un resultado de 850 UFC/m³, donde la concentración de microorganismos en UFC/m³ son similares y ambas sobrepasan el estándar de calidad de la norma UNE 100012 (Una Norma Española). Con esto podemos decir que los miércoles y sábados, donde se observó mayor cantidad de personas, las partículas del piso y de otros

espacios tienden a ponerse en suspensión debido a la aglomeración, por ende hay alteración de calidad de aire en el ambiente. A diferencia del día lunes, donde se observó menos aglomeración de personas, el resultado de microorganismos es 614 UFC/m³. Con ello podemos decir que no se respira un aire puro y puede ocasionar daños a la salud de las personas que laboran en el lugar, además de no contar con norma alguna en nuestro país que pueda regularla.

4.1.3 Relación entre la carga microbiológica presente en el aire con respecto a la cantidad de personas durante el monitoreo.

En la Tabla 9, se puede observar los resultados del conteo total de microorganismos presentes en el aire en UFC/m³ por punto. A ello relacionamos la cantidad de personas que se encontraban o frecuentaban el lugar durante el monitoreo de aire.

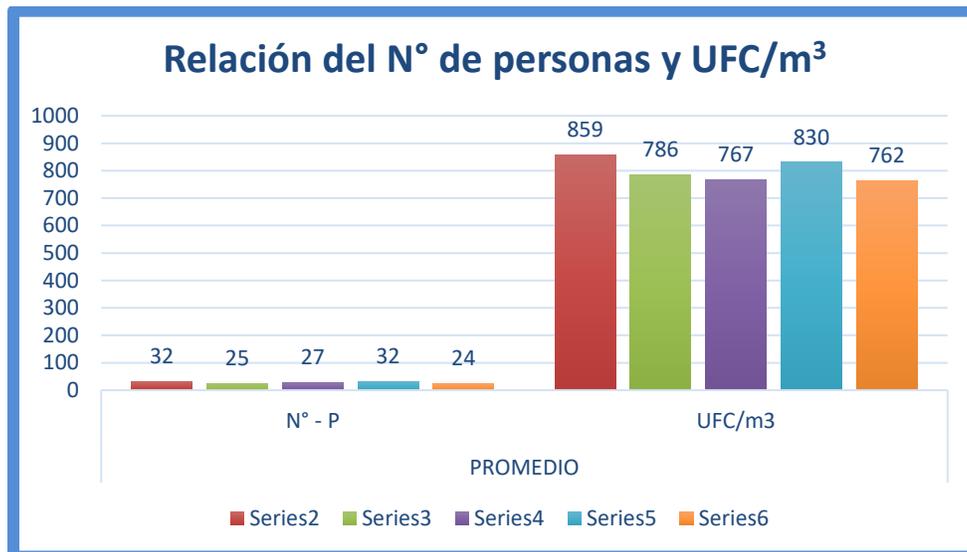


Figura 4. Relación entre el número de personas y UFC/m³, durante los cinco días de monitoreo en los cinco puntos.

Como podemos apreciar en la figura 4, se observa los resultados del conteo total de microorganismos presentes en el aire en UFC/m³ por punto, durante los cinco días de monitoreo, a la vez, se ve la relación que hay entre el número de personas concurrentes y reflejado en los resultados se puede apreciar que, a mayor número de personas, las unidades UFC/m³ van incrementado, obteniendo como valor más elevado a 32 personas donde también observamos mayor presencia de microorganismos con un valor de 859 UFC/m³, en el punto uno. A la vez observamos en el punto cuatro a 32 personas y 830UFC/m³, valores que sobrepasan el estándar de la norma UNE100012 (Española). Podemos apreciar también que en 24 personas se obtuvo un valor de 762 UFC/m³. Por ello podemos decir que a mayor número de personas la carga microbiológica incrementa, debido a la aglomeración de individuos las partículas de los diferentes espacios se ponen en suspensión, las personas estornudan, tocan, hablan etc. El aire del ambiente tiende a alterarse.

4.1.4 Especies de microorganismos encontrados en UFC/m³, en los cinco puntos de monitoreo.

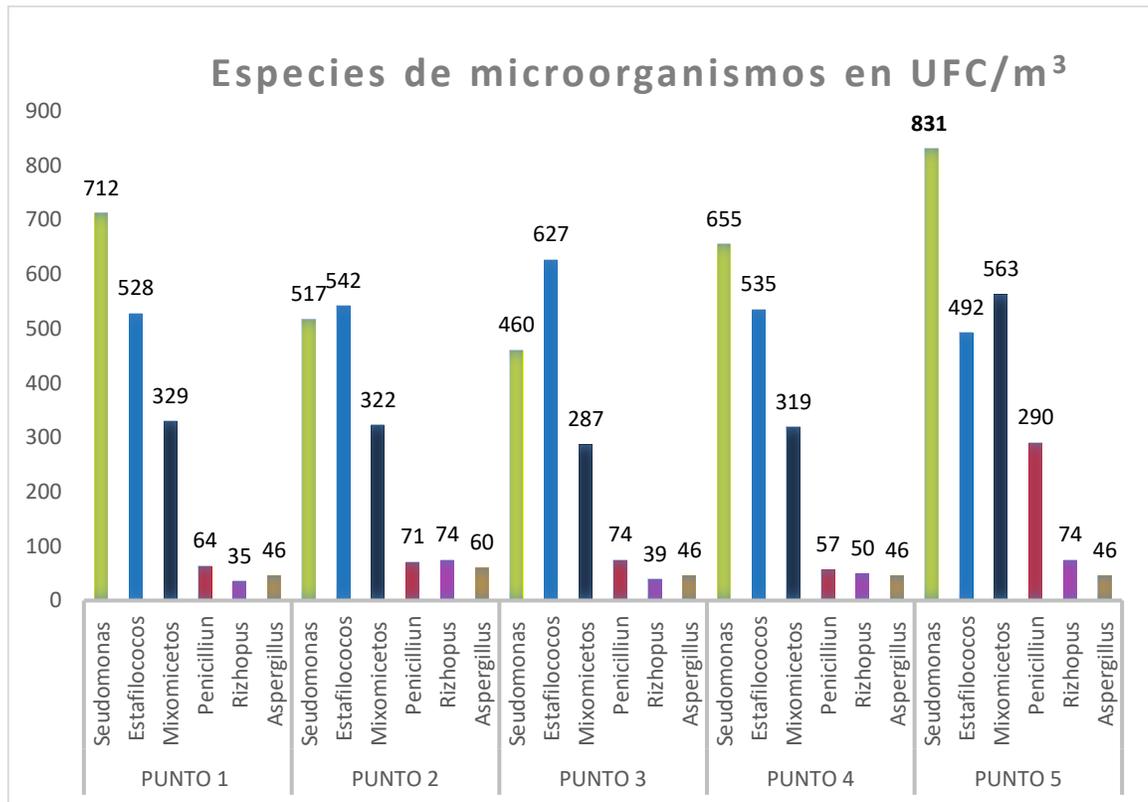


Figura 5. Especies de microorganismos encontrados en UFC/m³, en los cinco puntos de monitoreo.

En la figura 5, se observa las especies y valores en UFC/m³ de microorganismos encontrados durante el monitoreo microbiológico, en los cinco puntos de monitoreo, durante los cinco días. Seis fueron las especies identificadas, entre ellas tenemos: *Seudomonas sp.*, *Estafilococos sp.*, *Mixomicetos sp.*, *Rizhopus sp.*, *Penicillium sp.*, y *Aspergillus sp.* Teniendo como predominador a la bacteria Gram - *Pseudomonas*, en el punto cinco, con un resultado de 815 UFC/m³, superando lo establecido en la

Norma UNE 100012 (España). Esta bacteria puede causar infecciones de vías aéreas superiores, como por ejemplo otitis, infecciones de las válvulas cardiacas (endocarditis bacteriana), infecciones de vías urinarias, pulmonares (neumonía), etc.

A partir de los hallazgos encontrados aceptamos la hipótesis alternativa general. Deduciendo que la calidad microbiológica del aire en el mercado central de Cajamarca sobrepasa el estándar de calidad de aire de acuerdo a la norma UNE 100012 (España), la cual establece un límite de $800\text{UFC}/\text{m}^3$. Obteniendo como resultado general $806\text{ UFC}/\text{m}^3$.

Ardila (2018), en su estudio de Caracterización Microbiológica de la Calidad del aire al interior de las instalaciones del Cead Bucaramanga de la Universidad Nacional abierta y a distancia. Menciona que existen otros factores que pueden influenciar en la cantidad y la variedad de microorganismos encontrados en cada ambiente, tales como corrientes de aire, limpieza, cantidad de personas, además de las condiciones mismas del ambiente. Ante ello relacionamos el número de personas y la cantidad de microorganismos en UFC/m^3 , encontrados durante el monitoreo. Como podemos apreciar en la figura 4. A 32 personas que frecuentaron por el lugar se obtuvo un valor de $859\text{ UFC}/\text{m}^3$, A la vez podemos apreciar también que en 24 personas se obtuvo un valor de $762\text{ UFC}/\text{m}^3$. Ante lo expuesto coincidimos con lo mencionado por dicho autor.

Tolosa & Lizarazo (2013). Indican que en su estudio identificaron, 23 géneros de hongos y 13 géneros de bacterias. Donde deducen que la presencia de hongos es mayor a la de bacterias. En nuestro estudio seis fueron los géneros identificados de los cuales 4 son hongos y 2 son bacterias. Lo mencionado por los autores tiene relación con nuestros resultados. Cabe mencionar que los resultados en UFC/m³ de los géneros encontrados (hongos), están dentro del límite establecido por la norma UNE 100012. Sin embargo, es importante establecer medidas de control y evitar generar condiciones ambientales que podrían favorecer su desarrollo.

Jaimes (2014). Indica que los géneros que se encontraron con mayor frecuencia fueron: *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium*. Chong (2017). *Penicillium*, *Cladosporium*, *Paecilomyces* y levaduras. Ardila (2018) *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Cladosporium sp*, *Fusarium sp*., En nuestro estudio hemos identificado también algunos de estos géneros mencionados por los autores tales como *Penicillium sp*, y *Aspergillus sp*. Pero en lo que no concuerda el estudio de los referidos autores con el presente es que nosotros hemos identificado también otros géneros tales como: *Seudomonas sp.*, *Estafilococos sp*, *Mixomicetos sp* y *Rizhopus sp*. Teniendo como predominador a la bacteria Gram- *Pseudomonas*. Esta bacteria puede causar infecciones de vías aéreas superiores, como por ejemplo otitis, infecciones de las válvulas cardíacas (endocarditis bacteriana), infecciones de vías urinarias, pulmonares (neumonía), etc.

4.1.5 Especies de microorganismos encontrados en los cinco puntos de monitoreo durante los cinco días.

Es importante realizar la identificación de las colonias fúngicas y bacteriana encontradas en los puntos de muestreo, ya que estas se encuentran presentes en el aire, una persona a lo largo de su vida, respira varios millones de metros cúbicos de aire, gran parte del cual contiene microorganismos. Se calcula que se inhalan al día una media de diez mil microorganismos, pero el hombre posee eficaces mecanismos de defensa para evitar que invadan el aparato respiratorio. Sin embargo, el control de estas enfermedades es difícil porque los individuos que las padecen suelen seguir realizando sus actividades cotidianas y, además, en algunas de ellas, no se dispone de agentes terapéuticos ni vacunas eficaces. Los microorganismos se transmiten por las secreciones de la nariz y la garganta y son dispersados por la tos, los estornudos y la conversación pudiendo alcanzar una velocidad de 300 km/h. Una persona puede expulsar una media de 500 partículas en la tos y de 1800 a 20000 en un estornudo, de los cuales la mitad son menores de 10 μm . El tamaño de las partículas tiene una gran importancia, las más pequeñas penetran mejor y las más grandes tienen mayor supervivencia. La mayoría de los virus y muchas bacterias que causan infecciones respiratorias se encuentran en gotas grandes de 20 μm , ya que si son pequeñas se evaporan y se inactivan por desecación (De la Rosa, Ullán, & Mosso, 2000).

4.1 Conclusiones

- ✓ Se determinó que el nivel de concentración de microorganismos en el mercado central de Cajamarca supera el estándar establecido por la Norma UNE 100012 (España), la cual funda un límite de 800 UFC/m³. Obteniendo como resultado general del monitoreo un promedio de 806 UFC/m³. Este resultado nos indica que la calidad microbiológica del aire es mala y que puede afectar a los trabajadores del mercado central de Cajamarca.

- ✓ Se determinó que de los cinco puntos de monitoreo el punto 1 - carnes y el punto 4 - menús/ceviches, son los que presentan mayor concentración de microorganismos, obteniendo como resultado en el (P-1) 859 UFC/m³ y en el (P-4) 831 UFC/m³. Ambos puntos sobrepasan el estándar de acuerdo a la norma UNE 100012(España).

- ✓ Se determinó que a mayor cantidad de personas, mayor es la carga microbiológica en el ambiente.

- ✓ Se identificarán seis géneros de microorganismos patógenos en los cinco puntos de monitoreo teniendo como predominador a la bacteria Gram-*Pseudomonas* con un resultado de 831 UFC/m³, la cual puede causar infecciones de vías aéreas superiores, como por ejemplo otitis, infecciones de las válvulas cardíacas (endocarditis bacteriana), infecciones de vías

urinarias, pulmonares (neumonía), etc. Lo cual indica que existe riesgo para la salud en el mercado central de Cajamarca.

REFERENCIAS

- Ardila, M.L.M. (2019). Caracterización microbiológica de la calidad del aire al interior de las instalaciones del Cead Bucaramanga de la universidad nacional abierta y a distancia. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/27934>
- Basilico, M., Chiericatti, C., Aringoli, E., Althaus, R. y Basilico, J. (2007). Influence of environmental factors on airborne fungi in of Santa Fe City, Argentina. *Science of the Total Environment*, 376: 143–15.
- Berenguer-Subils, M. J., & Martí Solé, M. C. (1989). *-NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire. *Notas Técnicas de Prevención. INSHT*, 11. Retrieved from. Disponible en: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ. Art 2. Perú. 29 dic.1993.
- Chong Sakihara, C. H., & Savaresse Kennedy, C. A. (2017). Estudio de la calidad microbiológica fúngica del aire en un área de envasado de bebidas. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2969>
- De la Rosa, D., Ullán, C., & Mosso, A. (2000). Calidad microbiológica del aire de una zona limpia en una zona farmacéutica. Obtenido de *anales de la real academia nacional de farmacia* : <https://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/view/43>
- De la Rosa, D., Mosso, M. A., & Ullán, C. (2000). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medioambiental*, 5, 375–402. Disponible en: <https://doi.org/>
- EPA (Environmental Protection Agency). 2005. *IAQ Reference Guide. Indoor Air Quality Tools for Schools*. Consultado el 3 oct 2011. Disponible en www.epa.gov
- Gutiérrez de Gamboa, S. (2008). Laboratorio de microbiología – preparación de medios de cultivo. Trujillo. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_farmacia/catedraMicro/10_Preparaci%C3%B3n_de_medios_de_cultivo.pdf
- Hernandez, M., & León, S. (2008). Determinación de la calidad del aire extramural e intramural en la sala de cirugía del hospital el tunal de la ciudad de Bogotá para el desarrollo de mecanismos de control y minimización de riesgo causado por microorganismos potencialmente nosocomiales. *Universidad de La Salle*, 1–51. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1392&context=ing_ambiental_sanitaria

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6ta ed.). México D.F.: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Herrera. et al ., (2011). Contaminación biológica intradomiciliaria y su relación con síntomas respiratorios indicativos de asma bronquial en preescolares de Bucaramanga , Colombia.
- INE. (2014). Informe nacional de la calidad del aire 2013-2014. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- Jaimes, A. J. (2014). Estudio de la calidad microbiológica del aire interior de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) en la Universidad Nacional Agraria La Molina en base a los hongos ambientales. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2438>
- Mart, D. X., Andrea, P., & Hern, C. (2015). Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo Air microbiological pollution indoor and the sick building syndrome. 37–50.
- Mermet, Gabriel. Ventilación natural de edificios. Buenos Aires: Nobuko, 2005. 140 pp. ISBN: 9789588675374
- MERCK. (2016). Merckmillipore. Obtenido de https://www.merckmillipore.com/PE/es/product/Agar-Strips-TSM,MDA_CHEM-144240?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú).2005. Ley general del ambiente – ley N° 28611, ley de creación, organización y funciones del ministerio del ambiente. DL N° 1013. Lima, Perú. 168 p.
- Organización Mundial de la Salud. Guidelines for Air Quality [en línea]. Lima: CEPIS [fecha de consulta: 26 de octubre de 2004]. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>
- Ortiz.G., & Catalán.V. (2007). Ficha técnica. 26–31. Disponible en: <http://pdfs.wke.es/8/5/6/1/pd0000018561.pdf>
- Rodríguez, et al. (2004). Meteorología y climatología : Unidad didáctica : Semana de la Ciencia y la Tecnología 2004. Disponible en: <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>

- Sampieri, H. R. Collado, F . C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2003). Metodología de la investigación. (6ta ed.). México, D.F.: Ed. Mc Graw Hill..
- Tamayo y Tamayo, M. (2006). Técnicas de Investigación. (2ª Edición). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Tolosa, D.L & Lizarazo.M.L. (2013). Calidad Microbiológica del Ambiente de la biblioteca Alfonso Patiño Rosselli, Tunja- Boyacá (Colombia). Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/857/992>
- Torrealba., M. et al. (2019). Ontología de calidad del aire en ambientes cerrados en perspectiva de versionantes caso Unellez-Vipi (Ontology of air quality in closed environments in perspective of versionantes case UNELLEZ-VIPI). <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2019/Articulo10.pdf>
- 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. Blackwell Scientific Publication. London.
- UNE. UNA NORMA ESPAÑOLA (2005). Disponible en: <https://dgras.es/wp-content/uploads/2017/01/UNE-100012.pdf>
- <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt>

ANEXOS

ANEXO 1: EQUIPOS PARA EL MONITOREO



Figura 1: Equipo microbiológico de aire RC, una tira de agar y el GPS.

ANEXO 2: ALTURA DE LA TOMA DE MUESTRA



Figura 2. La muestras fueron tomadas a 1m. de altura.

ANEXO 3: INSTALANDO EL MUESTREADOR MICROBIOLÓGICO EN UNO DE LOS
PUNTOS PARA EL MONITOREO.



Figura 3. Tomando muestra en el Punto 1 – carnes.

ANEXO 4: AISLAMIENTO DE COLONIAS EN LA TIRA DE AGAR DESPUÉS DE SACARALS DE LA INCUBADORA.

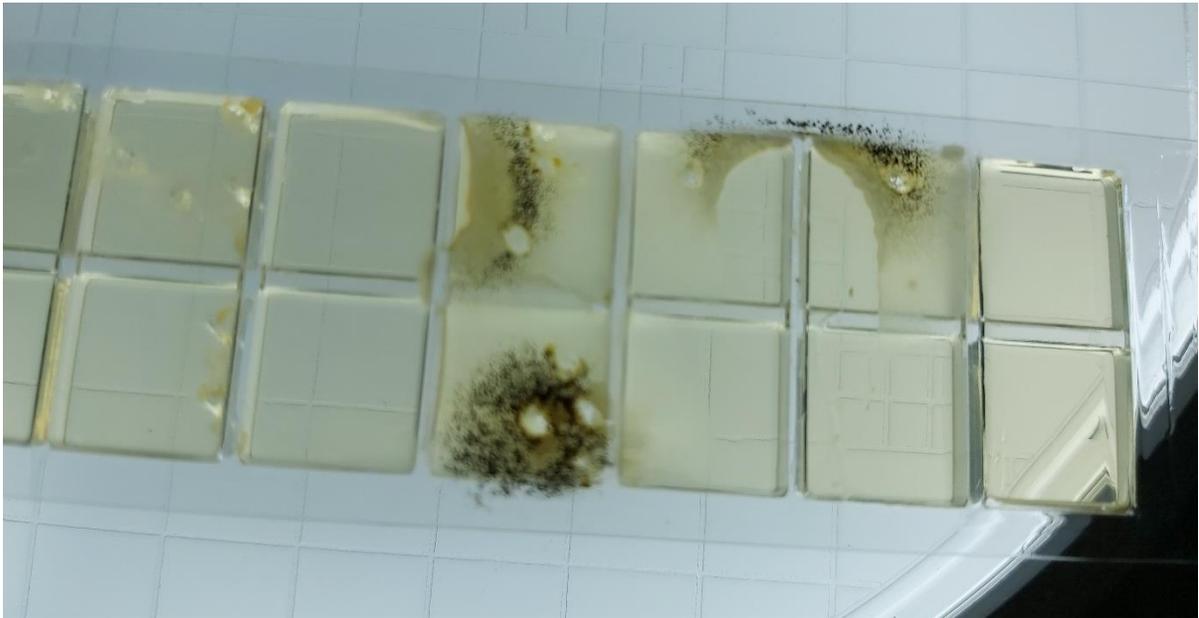


Figura 4. Formación de colonias en las tiras de agar después de la incubación.

ANEXO 5: RECUENTO DE COLONIAS



Figura 5. Equipo que se utilizó para el conteo de colonias en cada tira de agar.

ANEXO 6: AISLAMIENTO DE MICROORGANISMOS.



Figura 6. Aislamiento de microorganismos en el portaobjetos y tinción de Gram.

ANEXO 7: OBSERVANDO ESPECIES DE MICROORGANISMOS CON EL MICROSCOPIO.



Figura 7. Distinguiendo el género de microorganismos encontrados durante el monitoreo. Lente del microscopio 100.

ANEXO 8: FOTOS DE MICROORGANISMOS ENCONTRADOS

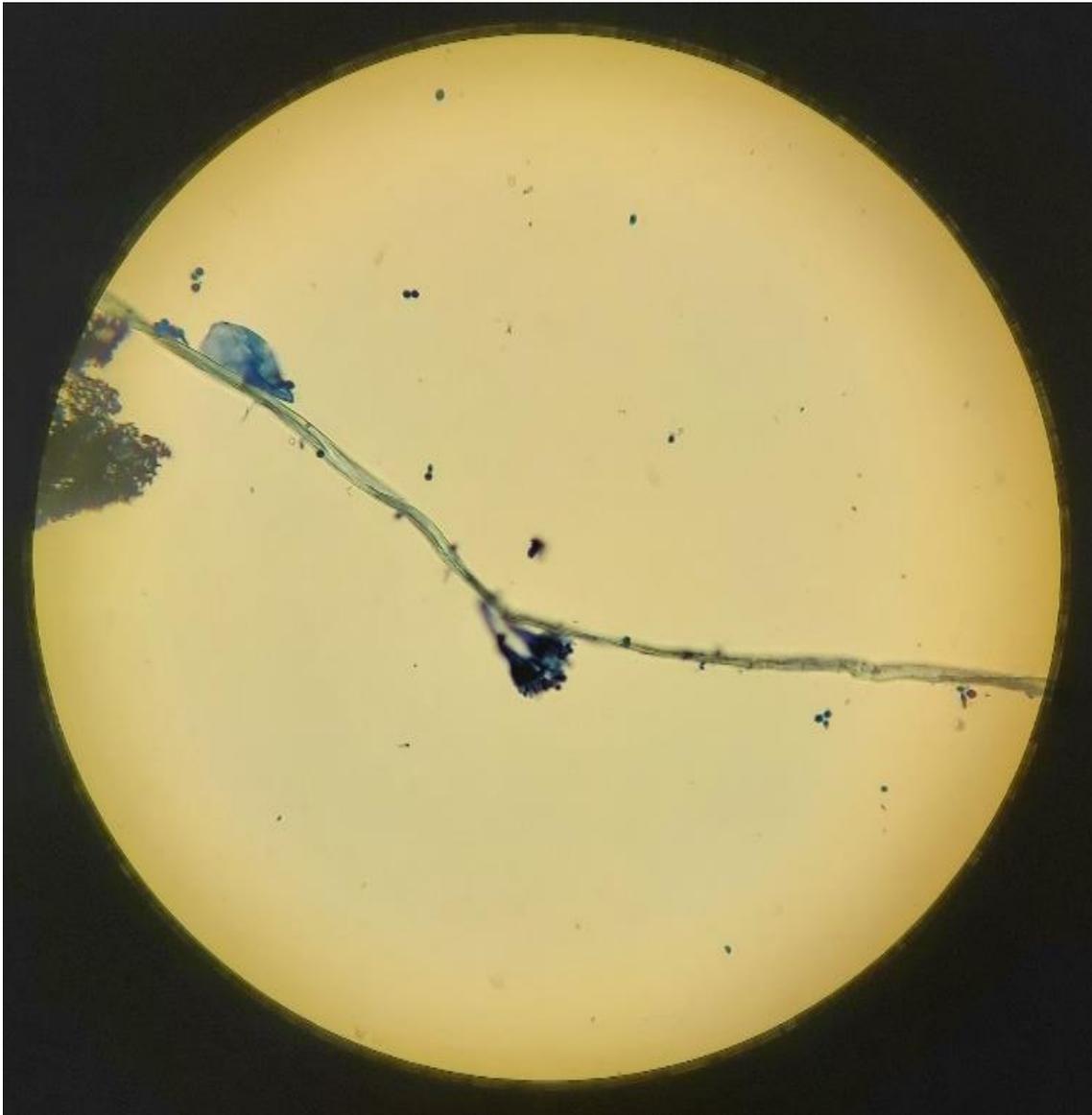


Figura 8. Así es como se observa el *Penicillium spp* en el microscopio (lente 100).

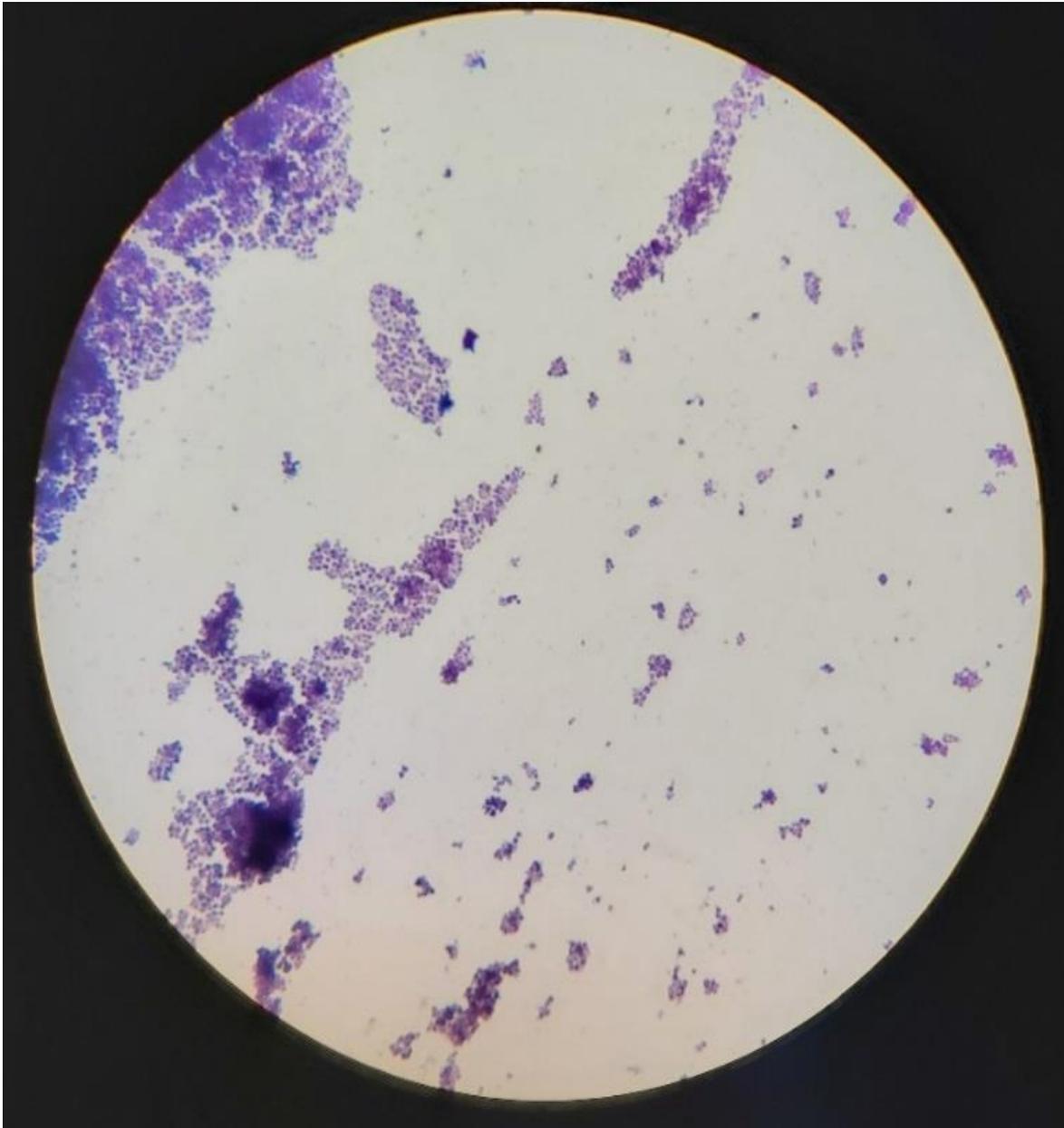


Figura 9. Así se observan los *Estafilococos spp* en el microscopio (lente 100).



Figura 10. Así se observan los *Rizhopus spp* en el microscopio (lente 100).

ANEXO 9: INTEGRANTES.



Figura 11. Integrantes del proyecto “Calidad microbiológica del aire interior del Mercado Central de Cajamarca”. Diana y Percy en el Mercado Central de Cajamarca.