

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

“DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL
AIRE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO EN CAJAMARCA
DE ENERO-FEBRERO DEL AÑO 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autoras:

Wendy Meshelle Muñoz Borda
Keyla Yanina Soberón Camacho

Asesor:

M. Sc. Gladys Sandi Licapa Redolfo

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada en primer lugar a Dios por otorgarnos salud en esta difícil situación y sabiduría para el desarrollo de ella.

A nuestros padres y familia por la confianza y esfuerzo que tuvieron para el logro de culminación de nuestra carrera ya que su constancia y disciplina fueron la clave del éxito

A nuestros docentes y compañeros quienes nos brindaron conocimientos y experiencias en nuestra carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos el privilegio de tener una familia que nos apoya en todo, que siempre nos animó a cumplir nuestras metas, a la constancia de nuestros padres para no darnos por vencidas, por ayudarnos a terminar nuestra Tesis.

El camino para nuestras metas no ha sido sencillo, pero cada esfuerzo tiene recompensa, y la paciencia que nos tuvieron durante todo el proceso de llegar hasta acá lo valoramos, gracias por todo su amor y comprensión. Les agradecemos con todo nuestro corazón.

Asimismo, agradecemos al Bglo Marco Alfredo Sánchez Peña por haberse tomado el trabajo de transmitirnos sus conocimientos y apoyarnos a culminar con el desarrollo de nuestra Tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ECUACIÓN	12
RESUMEN.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.1.1 Antecedentes.....	17
1.1.2 Definiciones conceptuales	19
1.1.3 Efectos en los seres humanos	28
1.2. Formulación del problema.....	30
1.3. Objetivos.....	30
1.3.1. Objetivo general	30
1.3.2. Objetivos específicos.....	30
1.4. Hipótesis.....	31
1.4.1. Hipótesis general	31
1.4.2. Hipótesis específica	31
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	32
2.1. Tipo de investigación.....	32
2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos).....	33
2.2.1. Población.....	33
2.2.2. Muestra.....	33

2.3. Materiales, instrumentos y métodos	34
2.3.1 Materiales y reactivos.....	34
2.3.2 Equipos e instrumentos.....	36
2.3.3. Métodos	38
Delimitación del área de estudio	38
2. 3.3.1. Área de influencia.....	38
2. 3.3.2. Área de influencia directa.....	39
2. 3.3. 3. Área de influencia indirecta.....	39
2.3.4. Muestreo microbiológico del aire.....	41
2.3.4.1. Temperatura y humedad relativa	42
2.3.4.2. Dispersión de microorganismos	42
2.3.4.3. Recuento de colonias.....	43
2.3.4.4. Aislamiento de colonias bacterianas.....	43
2.3.4.5. Identificación de microorganismo.....	44
2.3.4.6. SPSS	44
2.4. Procedimiento.....	45
2.4.1. Plan de monitoreo.....	45
2.4.2. Metodología.....	46
2.4.3. Identificación de microorganismos	49
2.4.4. Estándar de comparación.....	50
2.4.5. Procesamiento de datos	50
2.5. Aspectos éticos.....	51
CAPITULO III RESULTADOS	53
3.1. Resultados.....	53

CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	70
2.3.1. 4.1. Discusión de los resultados	70
4.1.1. Determinación de la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.	70
4.1.2. Identificar la zona de monitoreo y horario con respecto a la temperatura, humedad y tránsito vehicular en la vía de evitamiento de Cajamarca con mayor presencia de microorganismos.	72
4.1.3. Determinación de la concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo de la vía de evitamiento en Cajamarca.	75
4.1.4. Determinación del nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.	77
4.1.5. Evaluación del nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.	80
4.1.6. Relación entre la concentración de microorganismos con respecto a la humedad, temperatura y tránsito vehicular en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca.	82
2.3.2. 4.2. CONCLUSIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS	91
Anexos N°1. Hoja de Campo	91
Anexos N°2: Ubicación de Monitoreo en el Punto B.....	92
Anexos N°3: Método de sedimentación	92
Anexos N°4: Fotos del Muestreo Microbiológico.....	93
Anexos N°5: Laminas de Agar TSM.....	93
Anexos N°6: Laminas de Agar encubando a temperatura ambiente.....	94
Anexos N°7: Laminas de Agar con microorganismos.	94

Anexos N°8: Laminas de Agar llevadas a la incubadora. 95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades de las Tiras de Agar TSM 144240	35
Tabla2 Equipos o instrumentos utilizados.....	37
Tabla 3 Número de muestras obtenidas por cada estación de monitoreo en los turnos.	50
Tabla 4 Resultados del monitoreo por el día.	53
Tabla 5 Resultados de monitoreo turno mañana.	54
Tabla 6 Resultados de monitoreo turno tarde.	54
Tabla 7 Resultados de monitoreo turno noche.	55
Tabla 8 Promedio de temperatura, humedad y tránsito vehicular.....	55
Tabla 9 Bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo de la vía de evitamiento de Cajamarca por puntos de monitoreo.....	56
Tabla 10 Resultados de bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo por la mañana en la vía de evitamiento de Cajamarca.....	57
Tabla 11 Resultados de bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo por la tarde en la vía de evitamiento de Cajamarca.	57
Tabla 12 Resultados de bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo por la noche en la vía de evitamiento de Cajamarca.	58
Tabla 13 Resultados total de microorganismos por puntos de monitoreo en la vía de evitamiento de Cajamarca.	58
Tabla 14 Resultado de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo de la vía de evitamiento de Cajamarca.....	59
Tabla 15 Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo, por la mañana, en la vía de evitamiento de Cajamarca.....	60

Tabla 16 Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo por la tarde en la vía de evitamiento de Cajamarca.	60
Tabla 17 Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo por la noche en la vía de evitamiento de Cajamarca.....	61
Tabla 18 Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo y horario en la vía de evitamiento de Cajamarca.	61
Tabla 19 Nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire.	62
Tabla 20 Evaluación del nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.....	63
Tabla 21 Nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire	64
Tabla 22 Nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire, en la vía de evitamiento de Cajamarca.	65
Tabla 23 Relación entre la concentración de microorganismos y la humedad, en la vía de evitamiento de Cajamarca.	66
Tabla 24 Relación entre la concentración de microorganismos y la temperatura, en la vía de evitamiento de Cajamarca.	66
Tabla 25 Relación entre la concentración de microorganismos y tránsito vehicular, en la vía de evitamiento de Cajamarca.....	67
Tabla 26 Relación entre la concentración de microorganismos con la temperatura, la humedad y el tránsito vehicular por puntos, en la vía de evitamiento de Cajamarca.....	67
Tabla 27 Nivel de calidad del aire.....	68
Tabla 28 Resultados del nivel de la calidad del aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.....	69
Tabla 29 Bacterias encontradas en el muestreo.....	78
Tabla 30 Hongos encontrados en el muestreo.....	81

Tabla 31 Relación entre la concentración de microorganismos y la humedad, en la vía de
evitamiento norte de Cajamarca. 82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Área de Influencia	40
Figura 2 Mapa de Flujo de Monitoreo.....	41
Figura 3 Puntos de Monitoreo.	52
Figura 4 Resultados de la Calidad Microbiológica del Aire en los Puntos de Monitoreo, en los Meses de enero y febrero del 2020.	70
Figura 5 Resultados de las zonas de monitoreo con respecto a la temperatura y los microorganismos, en los meses de enero y febrero 2020.	73
Figura 6 Resultados de las zonas de monitoreo con respecto a la humedad y los microorganismos, en los meses de enero y febrero 2020.	73
Figura 7 Resultados de las zonas de monitoreo con respecto a la cantidad de vehículos y los microorganismos, en los meses de enero y febrero 2020.	74
Figura 8 Resultados de microorganismos (UFC/m ³), en los meses de enero y febrero del año 2020.....	76
Figura 9 Resultados de nivel de contaminación por concentración de bacterias en los meses de enero y febrero del año 2020.	79
Figura 10 Resultados de nivel de contaminación por concentración de hongos en los meses de enero y febrero del año 2020.....	82

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 1 de Omeliansky.....	47
-------------------------------	----

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo determinar la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca en los meses de enero y febrero del año 2020. El diseño de investigación fue descriptiva, los contaminantes microbiológicos se detectaron mediante el método de sedimentación recolectando un total de 45 muestras en cinco puntos de monitoreo en turno mañana, tarde y noche, utilizando tres Tiras de Agar TSM por turno durante cinco días, consecuentemente las tiras pasaron a encubar un lapso de 48 horas a temperatura ambiente para trasladarlas a una incubadora microbiológica por tres días, finalmente los medios de cultivo muestran colonias de microorganismos. Para ello se realizaron conteos en UFC/m³ e identificamos bacterias y hongos presentes en el aire por la identificación de microorganismos mediante la técnica coloración. Como resultados se tuvo que la zona con mayor concentración de microorganismos fue el punto A (S:7°8'48"; W:78°30'29"- intersección del Jr. Sta. Teresa de Journet con Av. Vía de evitamiento norte) en el turno noche con un promedio de 906 UFC/m³ durante 15 minutos dando a conocer que la calidad microbiológica del aire se encuentra en un nivel intermedio según la Organización Mundial de la Salud, en donde se registró la bacteria con mayor presencia es *Staphylococcus aureus*.

Palabras clave: Calidad microbiológica, temperatura, humedad, bacterias, hongos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial existe un grave problema respecto a la contaminación microbiológica del aire y; en los últimos 10 años grandes países como China, Estados Unidos, la India, Chile, Brasil, Colombia, Perú y entre otros enfrentan esta problemática. El Ministerio del Ambiente y Agricultura Urbana define a la contaminación atmosférica como: “presencia en la atmósfera de cualquier agente o sustancias (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población y de todos los seres vivos, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.(Ministerio del Ambiente, 2018).

Según Pelezar et al. (2014). El aire no es un medio en el que los microorganismos puedan desarrollarse, pero contiene bacterias, materia particulada, polvo y gotas, que pueden estar cargadas de microorganismos. La cantidad y el tipo de microorganismos en el aire están determinados la contaminación del ambiente, como las bacterias emitidas por el sistema respiratorio al toser o estornudar y las partículas de polvo que circulan al ser levantadas de la tierra por el viento. Los microorganismos transmitidos por el aire son transportados en las partículas de polvo, en las gotas grandes que quedan suspendidas brevemente y en el núcleo de las gotas que se forman cuando pequeñas gotas se evaporan.

Aunque la atmósfera es un ambiente hostil para los microorganismos, en la troposfera inferior se encuentran también un gran número de ellos. Los microorganismos se pueden transportar rápidamente, en forma de bioaerosoles, a través de grandes distancias con el

movimiento del aire que representa el mejor camino de dispersión. Algunos han creado adaptaciones únicas que favorecen su supervivencia y su dispersión en la atmósfera. El transporte se realiza sobre partículas de polvo, fragmentos de hojas secas, piel, fibras de la ropa, en gotas de agua o en gotas de saliva eliminadas al toser, estornudar o hablar. (Pernilla, 2013).

(Klanova, 2015), estableció que la concentración de hongos en ambientes externos por encima de 2000 UFC/m³ puede ser considerada como un factor de riesgo serio para la salud de los ocupantes.

La contaminación daña de diferente manera la salud de los individuos dependiendo de su nivel de exposición a los contaminantes, de su capacidad y de su resistencia física. La inhalación de esporas fúngicas causa los síntomas respiratorios, como rinitis alérgica, asma, bronquitis crónica, así como también irritación de ojos, garganta y pulmones, ardor en ojos, tos y presión en el pecho; dependiendo de la especie, de las condiciones, tanto medio en el que se desarrolla el hongo como climática, y de la reactividad inmunológica del sujeto. La gente con asma, alergias y otros problemas respiratorios son los más expuestos al riesgo por las bacterias. Aquellos con un bajo sistema inmunológico debido al cáncer, pacientes que están bajo quimioterapias, o aquellos que han tenido un trasplante de órgano, deben evitar la exposición a estos microorganismos. (Córdova, 2014).

Los movimientos del aire y de los seres vivos son los que sitúan a los microorganismos en la atmósfera, situándolos en el aire sobre partículas de polvo o en el suelo, resisten y sobreviven en este medio, dispersándose en ambientes exteriores e interiores gracias a las corrientes de aire, las cuales se encargan de recoger los microorganismos presentes en otros ambientes naturales como el suelo, el agua, las plantas y el microbiota del ser humano. Además,

actividades industriales, comerciales, sociales y de movilidad vial han contribuido a la producción de desechos biológicos, físicos y químicos, emitiendo material particulado los cuales ayudan a camuflar los microorganismos y a su dispersión, debido a esto los microorganismos como el *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas sp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium sp.*, entre otros pueden causar patologías, de modo que se reportado enfermedades como asma, bronquitis, pulmonías, neumonías las cuales afectan especialmente las vías respiratorias e infecciones cutáneas y en las plantas, se producen toxinas, las cuales generan efectos biológicos y patológicos en los diferentes cultivos, finalmente son capaces de corroer monumentos y edificios, además de provocar el deterioro de las fachadas, estructuras y archivos, (Méndez et al. 2015).

Podemos apreciar que la contaminación microbiológica del aire está generando una serie de alteraciones en el ambiente y consecuencias en la salud de la humanidad en todo el mundo y Cajamarca no se aleja de esta realidad puesto que la ciudad está incrementando su crecimiento poblacional y por lo tanto se ha transformado en un foco de contaminación ambiental, siendo los pobladores víctimas de estos microorganismos oportunistas, y un mayor riesgo para las personas inmunocomprometidas quienes son más propensas a ser afectadas por estos microorganismos oportunistas los cuales pueden ocasionar la muerte.

Hasta el momento no se encontraron estudios realizados sobre la calidad microbiológica del aire en la Ciudad de Cajamarca, es por ello por lo que existe la necesidad de determinar la calidad microbiológica del aire e identificar como estos microorganismos alteran el medio ambiente y la salud de la población en las principales vías de la ciudad de Cajamarca, así como dejar evidencia sobre la calidad del aire a nuestra comunidad cajamarquina. Ante la falta de

información veraz es necesario realizar una investigación, la cual determine la situación en la que se encuentra la calidad microbiológica del aire y las consecuencias que trae consigo a los Cajamarquinos.

1.1.1 Antecedentes

En un estudio denominado “Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la Biblioteca de la Universidad Peruana Unión”, cuyo objetivo fue identificar la presencia de microorganismos y determinar sus características patógenas en la comunidad de estudiantes que se encuentran en contacto con estos, además de determinar la influencia de los factores ambientales en el crecimiento microbiano dentro del área de estudio, se realizaron tomas de muestras en cinco puntos, durante seis días mediante el método de sedimentación y utilizó los cultivos de Agar Nutritivo para el crecimiento de bacterias (incubación durante 48 horas a 36.5°C) y Agar Sabouraud para el crecimiento de hongos y levaduras (incubación durante 96 horas a 36.5°C) trabajó un total de 80 placas, para la determinación de UFC/m³ utilizó las técnicas microscópicas, por el método de Tinción de Gram y revisiones taxonómicas para la identificación de los microorganismos aislados. Se identificó 369.2 UFC/m³ de bacterias, 275.9 UFC/m³ de levaduras y 254.7 UFC/m³ de hongos, la humedad relativa fue de 83%.

Estos resultados fueron comparados con los parámetros establecidos por la OMS determinándose así que el ambiente se encuentra en un nivel de contaminación intermedio (100 a 500 UFC/m³) de 176.8 UFC/m³ de hongos durante los días de estudio. Ellos concluyeron que este nivel de contaminación ocasionaría consecuencias patógenas

moderadas en los estudiantes, información respaldada por los resultados de la encuesta aplicada que determinaron que el 94% ha padecido algún tipo de enfermedad respiratoria y 18% de estos se enferman cada mes. (Ticono et al., 2016).

En la investigación “Relación del microbiota micótico del aire y la salud de la población del sector mampuesto – el porvenir, 2017” realizado por Avalos en el 2017, evaluó si existe relación entre el microbiota micótico del aire y la salud de la población del Sector Mampuesto B2. El diseño de investigación fue No Experimental – Transversal del tipo Correlacional, con muestreo No Probabilístico – Por conveniencia. El método de análisis estadístico fue la prueba de Kendall a un 95% de confianza. En conclusión, se logró determinar concentraciones fúngicas con un valor máximo de 1062 UFC/m³, y se identificó la presencia de posibles alergias como síntomas oculares (52%), síntomas nasales (67%), síntomas de garganta (47%), trastornos respiratorios (23%) y trastornos cutáneos (5%) en las personas evaluadas, sintomatología- provocadas por estos microorganismos. Se concluye que existe relación entre el microbiota micótico del aire y la salud.

En un estudio 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 – I” elaborada por Sotelo (2018), Los resultados muestran diferentes colonias de microorganismos por debajo de lo recomendado por la norma española (600 UFC/m³) y dentro del rango de contaminación intermedia del aire (100 a 500 UFC/m³) propuesta por la Organización Mundial de la Salud, se concluye

que las condiciones físicas de las aulas son adecuadas para el número de estudiantes en promedio a excepción del aula 206 (IX y X semestre) que permite un aforo por debajo de lo recomendado por las normas nacionales.

1.1.2 Definiciones conceptuales

a) Factores que contribuyen a la contaminación

El aire, denominado masa de materia microscópica y casi siempre invisible, es un ecosistema fascinante formado por micropartículas en suspensión y gases con una diversidad de componentes inimaginables. Contiene materia inorgánicas y orgánicas como virus o bacterias (Calvillo, 2010).

Las corrientes de aire hacen que los microorganismos que se encuentran en otros ambientes naturales como el suelo, el agua, las plantas y la microbiota humana se estén dispersando y recolectando, además se han dispersado en ambientes exteriores e interiores y crear estructuras especializadas que les ha permitido resistir y sobrevivir en este medio, asimismo algunas actividades industriales, comerciales, sociales y de movilidad vial han contribuido a la producción de desechos biológicos, físicos y químicos, emitiendo gases los cuales ayudan al camuflaje y dispersión de los microorganismos, (Méndez et al., 2015).

La humedad relativa por encima del 60 % mantiene condiciones ideales para el crecimiento y desarrollo de microorganismos, especialmente la

germinación y crecimiento de mohos, factores como inadecuada ventilación, falta de mantenimiento, goteras y humedades, uso de calefacción y aires acondicionados con bajo mantenimiento, facilitan su desarrollo en edificaciones sanas donde la humedad relativa es baja, no se observa el crecimiento de hongos contaminantes o patógenos; en edificaciones con alta humedad, se promueve el crecimiento de hongos como *Penicillium sp.* y *Aspergillus sp.*, obtuvo como resultado que la humedad y temperaturas elevadas guardan relación con la presencia de hongos en el interior y condiciones atmosféricas como la temperatura son ideales para su crecimiento (Caro et al., 2015).

Las últimas investigaciones realizadas en la Universidad de la Salle sobre “La contaminación atmosférica y su relación con microorganismos patógenos” realizada entre los meses de junio y julio del 2013, cuyo objetivo era determinar la relación existente entre PM10 (material particulado), condiciones atmosféricas y Unidades Formadoras de Colonia UFC (unidades formadoras de colonias) con la incidencia en el aumento de Enfermedades Respiratorias en la Localidad de Puente Aranda; fueron identificadas 50 especies bacterianas entre las que se encuentran *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* las cuales son de importancia patógena principalmente en las personas con inmunodeficiencias. Asimismo, se identificaron 37 especies bacterianas microorganismos oportunistas que pueden entrar por vía aérea y causar infección en diferentes sistemas del

cuerpo, como es el caso de *E. coli*, *Proteus sp*, *Klebsiella sp*; además se logró establecer que las concentraciones de microorganismos (UFC/m³) durante todo el periodo de muestreo varían de día a día y entre jornadas, lo cual fue atribuido a los cambios atmosféricos que se presentaron durante el muestreo, (Cruz & Jiménez, 2012).

El aerotransporte es el principal medio de propagación de los microorganismos, así su presencia se ve favorecida por la mezcla rápida del aire a causa de los gradientes térmicos que se presentan en la tropósfera inferior que puede proporcionar hábitats temporales para los microorganismos; las concentraciones de sustancias inorgánicas en zonas industriales, las concentraciones de agua, intensidad lumínica y concentraciones de CO₂ presente en las nubes favorecen el crecimiento de microorganismos, los núcleos de condensación también representan un aporte de nutrientes minerales. La mayoría de los microorganismos no pueden soportar transportes a larga distancia debido a la desecación y radiación de luz UV. En una atmósfera seca el tiempo de supervivencia de ciertas bacterias puede variar según los cambios adaptativos (por ejemplo, pigmentaciones y esporas) para lograr exposiciones ambientales más prolongadas, (Fula & Rey, 2005).

b) Microbiologica del aire.

La relación entre los microorganismos y su entorno es que las poblaciones microbianas interactúan con el entorno, independientemente de que sean plantas, animales y seres humanos en diferentes entornos. Existe

preocupación por la presencia en el medio ambiente en cantidades anormales de microorganismos, además de elementos químicos como carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre y el fósforo que son vitales; pero que disponibles en cantidades no estimables son un factor para que microorganismos oportunistas se propaguen con mucha facilidad, los microorganismos sobre todo las bacterias y los hongos desempeñan un papel importante en la devolución de carbono a la atmosfera es por ello que ante su incremento excesivo estos ocasionan daños a los seres vivos, (Tortora et al., 2012).

La principal fuente de energía para la vida es la luz solar. Algunas procariotas, como las bacterias púrpuras, convierten la energía lumínica en energía metabólica sin producción de oxígeno. Otras, como las bacterias verde-azules (cianobacterias) producen oxígeno que proporciona energía a través de la respiración en ausencia de luz. Los microorganismos aerobios dependen de la respiración en presencia de oxígeno para obtener energía. Algunos microorganismos anaerobios utilizan aceptores de electrones distintos del oxígeno en la respiración. Muchos anaerobios llevan a cabo fermentaciones, de donde obtienen la energía mediante la reorientación metabólica de los sustratos químicos para el crecimiento. La gran variedad química de sustratos potenciales para el crecimiento tanto aerobio como anaerobio se refleja en la diversidad de los procariotas que se han adaptado a su aprovechamiento, (Teresa et al., 2017).

c) Características de las bacterias.

Las bacterias son organismos unicelulares que pertenecen al grupo de los procariontes; esto quiere decir que carecen de un núcleo celular presentan una gran diversidad de formas conocidas como filamentos, cocos, bacilos, vibrios y espirilos. Las bacterias miden entre 0.5 y 5 μ de longitud; son tan pequeñas que es imposible verlas a simple vista, excepto cuando se agrupan en colonias. Estos microorganismos cuentan con una pared que envuelve a la célula y le proporciona solidez y protección contra el ambiente externo. A diferencia de la gran mayoría de los organismos superiores, las bacterias tienen que enfrentar y soportar condiciones ambientales cambiantes e impredecibles, y en muchas ocasiones hostiles. En el mundo de los microorganismos para poder sobrevivir, han desarrollado una sofisticada y compleja protección que a la vez permite de manera selectiva el tránsito de los nutrimentos que se encuentran en el exterior y de los productos de desecho desde el interior. Los métodos que existen para clasificar y estudiar la morfología de las bacterias, la tinción Gram la cual permite hacer la diferenciación de las bacterias en dos grupos de acuerdo con las propiedades de sus membranas para teñirse. Son bacterias Grampositivas las que después de la tinción se visualizan al microscopio con un color morado; en cambio, las bacterias Gramnegativas se visualizan de color rosa, rojo o grosella. Se piensa que la diferencia entre los dos grupos se debe a un mayor grosor de la pared celular, específicamente en una capa de las Grampositivas, en donde el yodo y el colorante precipitan y tiñen la pared de color violeta. En

cambio, en el grupo de las bacterias Gramnegativas el colorante cristal violeta (o violeta de genciana) se pierde fácilmente. (Sánchez et al., 2017).

La Organización Mundial de la Salud, asegura que los tipos de microorganismos que causan infecciones en el ser humano y los animales son muy numerosos, a lo largo de los últimos decenios, la mayoría de las especies patógenas han desarrollado resistencia a uno o más antimicrobianos. Algunas especies de microorganismos son preocupantes desde el punto de vista de la salud pública, entre ellos:

- **Bacterias adquiridas en el medio extrahospitalario:** *Escherichia coli*, *Mycobacterium tuberculosis* (causante de la tuberculosis), *Neisseria gonorrhoeae* (causante de la gonorrea), *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, incluidas las cepas resistentes a la meticilina adquiridas en el medio extrahospitalario como *Streptococcus pneumoniae*.
- **Bacterias adquiridas en el medio hospitalario:** *Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus faecium* y *Enterococcus faecalis*, incluidas las cepas resistentes a la vancomicina.

Asimismo, existen patógenos entéricos multirresistentes, entre ellos *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, como también los *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, incluidas las cepas resistentes a la meticilina como *Stenotrophomonas maltophilia*, (Organización Mundial de la Salud, 2018).

d) Eubacterias gramnegativas que tienen pared celular.

Dentro de este grupo se encuentran varias especies patógenas como *Yersinia pestis*, causante de la peste negra, *Vibrio cholerae*, responsable del cólera; *Neisseria gonorrhoeae* y *N. meningitidis*, causantes de la gonorrea y la meningitis, respectivamente; y *Helicobacter pylori*, asociada a problemas de gastritis, úlceras y cáncer gástricos en humanos. Igualmente, especies del género *Acinetobacter* se utilizan en biotecnología para la biorremediación de suelos, pues degradan ciertos compuestos aromáticos y complejos provenientes de algunos derivados del petróleo. (Sánchez et al., 2017).

e) Eubacterias grampositivas que tienen pared celular.

Estas bacterias provocan enfermedades en los humanos, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium botulinum* y *Bacillus anthracis*, los dos últimos son causantes del botulismo y el ántrax, respectivamente. Dentro de este grupo también está el género *Lactobacillus*, bacterias que viven en simbiosis con los humanos y se encuentran en la flora intestinal; varias de estas especies son utilizadas para la producción de yogur, queso, pepinillos, chocolate, *Mycobacterium*, *Corynebacterium* y *Streptomyces*. Este último género es muy importante porque incluye bacterias productoras de antibióticos. (Manahan, 2017).

f) Eubacterias que carecen de pared celular.

Este grupo está representado por microorganismos pleomórficos (que tienen dos o más formas estructurales durante su ciclo de vida) y sin pared

celular. El género más conocido es *Mycoplasma* y algunas de sus especies son patógenas para los seres humanos, como *M. genitalium* y *M. pneumoniae*. (Manahan, 2017).

g) Archeobacterias.

Son bacterias muy primitivas y genéticamente diferentes a las eubacterias. Se caracterizan por estar adaptadas a ambientes extremos. Algunas especies producen metano (metanógenas), otras utilizan azufre (sulfatorreductoras); unas pueden desarrollarse en ambientes con altas concentraciones de sal (halófilas extremas) y las hay también que crecen a altas temperaturas (termófilas e hipertermófilas). (Manahan, 2017).

h) Los hongos y su clasificación.

(Bonifaz, 2012), dice que los hongos en un inicio fueron incluidos en el reino Plantae, lo cual se originó por la similitud de las setas (hongos macroscópicos) con las plantas, sin embargo, ahora se sabe que los hongos no llevan a cabo el proceso de fotosíntesis. La segunda clasificación los colocó dentro del reino protista, dividió en dos grupos: protista inferior —donde se incluía a las bacterias— y protista superior (eucariontes) —para protozoarios, algas y hongos, en 1969 se modificó en: Monera para las bacterias y otros microorganismos, y Fungi, para los hongos y líquenes. En la actualidad surgen nuevas propuestas de clasificación de los reinos Procarionte Archeabacteria Eubacteria Eucarionte Protozoa • *Plasmodiophoromycota* • *Acrasiomycota* • *Myxomycota* • *Dictyosteliomycota* *Chromista* • *Hyphochytriomycota* •

Oomycota • *Labyrinthulomycota Fungi* • *Chytridiomycota* • *Zygomycota* • *Basidiomycota* • *Ascomycota Plantae Animalia*; en el año 2002, se propuso la creación de siete reinos: dos basados en células procariotas y cinco en células eucarióticas. Se calcula hoy en día que en el reino Fungi patógenos primarios y oportunistas se limita en promedio a 300 especies (0.4%), aunque crece con lentitud, sobre todo los de tipo oportunista. Asimismo, condiciones como la temperatura produce condiciones óptimas para el crecimiento de cada especie; así tenemos los siguientes tipos: 1. Psicrófilo: se desarrollan entre 0 y 20°C. Temperatura óptima alrededor de 15 y 17°C. 2. Mesófilos: con amplio rango de crecimiento: 0 a 50°C. Tienen como rango óptimo entre 15 y 40°C. 3. Termófilo los: su rango de crecimiento es entre 20 y 50°C. Los hongos patógenos primarios y oportunistas que afectan al ser humano por lo general crecen entre 35 y 40°C, por lo que están dentro de los grupos de los mesófilos y termófilos. A diferencia de las bacterias, los hongos son acidófilos, crecen mejor entre 5.6 y 6.8 de pH. La luz no es vital; sin embargo, para muchas especies ésta tiene un papel importante en la esporulación, en especial cuando hay alternancia de luz-oscuridad.

La mayoría de los hongos tienen estructuras reproductivas externas que utilizan el flujo de aire para liberar y dispersar las esporas. Diferentes estudios han demostrado el comportamiento de las esporas fungidas atmosféricas tiende a ser más altas en las regiones templadas y tropicales que en latitudes altas y

las regiones desérticas, donde la colonización fúngica está limitada debido a las desventajas de las condiciones climáticas. (Sánchez & Almaguer, 2014).

1.1.3 Efectos en los seres humanos

Se han realizado investigaciones que han demostrado que la presencia de microorganismos en el medio ambiente raramente está implicada en la transmisión de infecciones salvo en pacientes inmunodeprimidos, además de que microorganismos bacterianos y fúngicos pueden causar patologías en plantas, en animales y en el ser humano; tal es el caso de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas sp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium sp.*, entre otros. Según lo anterior, se han reportado enfermedades como asma, bronquitis, pulmonías, neumonías que afectan especialmente las vías respiratorias y otras patologías como infecciones cutáneas. En las plantas, se han reportado microorganismos que producen toxinas, las cuales generan efectos biológicos y patológicos en los diferentes cultivos. Algunos microorganismos son capaces de corroer monumentos y edificios, además de provocar el deterioro de las fachadas, estructuras y archivos. (Méndez, et al., 2015).

(La Organización Mundial de la Salud, 2018), asegura que los tipos de microorganismos que causan infecciones en el ser humano y los animales son muy numerosos, por lo que las estrategias de prevención y tratamiento de las enfermedades deben estar adaptados a los factores de riesgo de infección. A lo largo de los últimos decenios, la mayoría de las especies patógenas han desarrollado resistencia a uno o más antimicrobianos. Bacterias (adquiridas en el medio extrahospitalario): *Escherichia coli*, *Mycobacterium tuberculosis* (causante de la tuberculosis), *Neisseria gonorrhoeae*

(causante de la gonorrea), *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, incluidas las cepas resistentes a la meticilina adquiridas en el medio extrahospitalario, *Streptococcus pneumoniae* Bacterias (adquiridas en el medio hospitalario): *Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus faecium* y *Enterococcus faecalis*, incluidas las cepas resistentes a la vancomicina Patógenos entéricos multirresistentes, entre ellos *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, como también los *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, incluidas las cepas resistentes a la meticilina y *Stenotrophomonas maltophilia* como asma, bronquitis, pulmonías, pneumonías que afectan especialmente las vías respiratorias y otras patologías como infecciones cutáneas.

La investigación realizada por (Matus, 2017), asegura que *Staphylococcus aureus* es el más patógeno y pueden causar infecciones de la piel y suele causar enfermedades en la piel a veces neumonía, endocarditis y osteomielitis. En general se lo asocia con la formación de degradación celular. Algunas cepas elaboran toxinas que causan gastroenteritis, síndrome de la piel escaldada y síndrome de shock tóxico, por esta causa encontramos motivos para desarrollar esta investigación y las consecuencias que trae consigo a la ciudadanía.

La presente investigación se realizó en la ciudad de Cajamarca, para dar a conocer cómo se encuentra la calidad microbiológica del aire y como nuestras actividades provocan una alteración en la calidad del aire y las consecuencias que ocasiona esta alteración al medio ambiente y la salud de la población Cajamarquina.

1.2. Formulación del problema

- ¿Cuál es la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca entre los meses de enero – febrero del año 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca entre los meses de enero- febrero del año del 2020

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las zonas de monitoreo con mayor presencia de microorganismos de la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca.
- Determinar el horario y la concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo de la vía de evitamiento de Cajamarca.
- Determinar el nivel de contaminación de hongos y bacterias en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca.
- Analizar la relación que existe entre la concentración de microorganismos con la humedad, temperatura y tránsito vehicular en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La calidad de microbiológica del aire en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca es óptima.

1.4.2. Hipótesis específica

- La zona con mayor presencia de microorganismo es el punto de monitoreo A que corresponde a la intersección del jirón Santa Teresa de Journet con la vía de evitamiento norte en la ciudad de Cajamarca.
- La concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo es Alta en el turno noche en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca.
- En la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca el nivel de contaminación de hongos y bacterias es Intermedia.
- La relación entre la concentración de microorganismos con la humedad, temperatura y tránsito vehicular en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca es significativa y directa.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Puesto que el objetivo de la investigación fue determinar la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca entre los meses de enero- febrero del año del 2020, se recurrió a un tipo de investigación descriptivo con diseño no experimental aplicado de manera transeccional, correlacional- casual dado que este diseño detalla la relación que existe entre 2 a más variables de estudio, para conocer la calidad de microbiológica del aire en la vía de evitamiento norte de la ciudad de Cajamarca.

Estudio de (Morales, 2015) dice que una investigación descriptiva es la cual no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento

De acuerdo con (Serrano et al, exponen y resumen 2016), en una investigación no experimental no se manipulan las variables, el investigador observa sucesos o fenómenos que ocurren en un lugar determinado, recopila datos para analizar su incidencia o su responsabilidad en lo acontecido en la investigación, adicional a ello es de forma transeccional, correlacional- casual el cual permite medir la relación que existe entre variables en un tiempo determinado.

También se utilizará un enfoque cuantitativo ya que este se adapta mejor a las necesidades del estudio, este enfoque utiliza la recolección y análisis de datos para contestar preguntar y probar hipótesis ya establecidas, la medición es numérica y se hace uso de la estadística. (Fernandez, Pértegas, & Diaz, 2014).

2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

La población de estudio está conformada por todo el aire de la Ciudad de Cajamarca, entre los meses de enero- febrero en el año 2020.

2.2.2. Muestra

La muestra está conformada por el aire de la vía de evitamiento establecida en cinco puntos de monitoreo, los cuales son:

- Punto A: Jr. Sta. Teresa de Journet con Av. Vía de evitamiento norte – Esquina de PREUCT.
- Punto B Jr. Zoilo León Ordoñez con Av. Vía de evitamiento norte – Esquina de UPN.
- Punto C: Av. Andrés Zevallos con Av. Vía de Evitamiento sur– Frente el Chugurano.
- Punto D: Jr. El inca con Av. Vía de evitamiento sur – Puente Amarillo.
- Punto E Av. Atahualpa con Av. Vía de Evitamiento sur – Ovalo Musical.

Para la selección de puntos de muestreos tuvimos en cuenta el Protocolo de calidad de aire - DIGESA, 2005, p. 13, donde aplicamos la técnica de muestreador

pasivo, el cual es simple y eficaz para poder determinar la calidad de aire en un área determinada. Este proceso consiste en una difusión molecular a un material absorbente para contaminantes específicos, se recoge una muestra integrada durante un determinado periodo; para aprovechar al máximo esta técnica, el diseño y la supervisión de los procedimientos de garantía y control de la calidad deben estudiarse y supervisarse cuidadosamente durante el análisis de muestras en el laboratorio. El parque automotor de Cajamarca ha crecido en forma significativa y excesiva en los últimos años, siendo así una zona de gran referencia la vía de evitamiento por ser una de las áreas más transcurridas tanto vehicular como peatonal es así que nosotras escogimos cinco puntos estratégicos para realizar nuestro trabajo de investigación.

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

2.3.1 Materiales y reactivos

- Libreta de Campo.
- Lapiceros.
- Cinta masking.
- EPP.
- Alcohol.
- Reactivos para tinción (Alcohol Acetona, Safranina, Cristal Violeta, Lugol).
- Agua destilada.
- Portaobjetos.
- Asa de siembra.

- Mechero.
- Muestra microbiológica (Bacterias y Hongos)-Tiras de Agar TSM 144240.

Tabla 1

Propiedades de las Tiras de Agar TSM 144240

Propiedades físicas y químicas	
Forma	gel
Color	amarillo claro
Olor	Característico
pH	7.3
Punto intervalo de fusión	> 95°C
Solubilidad en agua	soluble
Estabilidad química	Sensible a la luz

2.3.2 Equipos e instrumentos

Tabla 2

Equipos o instrumentos utilizados

Nombre del equipo o instrumento	Marca y Modelo	Descripción
Trípode	Canon, Nikon, Sony, DSLR	Trípode de Aluminio estable, para liberación rápida y que se posiciona con facilidad.
GPS de mano	GPSmap 60CSx	El receptor GPS de alta sensibilidad te ofrece una excelente recepción de los satélites incluso en bosques espesos o barrancos. El altímetro barométrico proporciona datos sobre la pendiente con una precisión extrema.
Termómetro Ambiental	DELTATRAK 12207	Este instrumento muestra tanto la humedad y temperatura mediante su sensor interno como la temperatura enviada por un sensor remoto. También registra las lecturas máxima y mínima y la tendencia.

Cámara Fotográfica Digital	Panasonic DMC-XS3	La cámara cuenta con un sensor MOS de gran sensibilidad de 14.1 megapíxeles para ofrecer un procesamiento de alta velocidad y calidad, con imágenes nítidas que presentan un mínimo de ruido, incluso si se toman en situaciones con poca luz.
Incubadora Microbiológica	MMM Incucell	Recomendada para el tratamiento seguro de cultivos microbiológicos. La Incubadora de Laboratorio MMM INCUCCELL se distingue por un funcionamiento silencioso y una circulación de aire suave en el espacio útil. Los campos de aplicación son especialmente los laboratorios de biología y microbiología.
Contador de colonias manual de mesa	SUNTEX 570	El contador cuenta las colonias por presión sobre la caja con cualquier bolígrafo. Tiene una señal sonora que valida la cuenta de una nueva unidad. Visualización numérica de 0 a 9 999.

2.3.3. Métodos

Delimitación del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en un tramo de la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca y sus áreas de influencia directa e indirecta, las cuales están especificadas a continuación; el análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de biología de la Universidad Privada del Norte.

2. 3.3.1. Área de influencia

La delimitación del área de influencia tiene como objetivo determinar los hábitats que pueden verse afectados por la contaminación del aire en la vía de evitamiento.

Para determinar el área de influencia se realiza el siguiente análisis:

- Identificación de componentes socioambientales en el área y actividades que pueden influir en ellos.
- Se puede considerar que el área de influencia está constituida por la vía de evitamiento y el alcance de los microorganismos patógenos por medio de la temperatura, humedad relativa y la circulación de vehículos.

Privada del Norte.

2. 3.3.2. Área de influencia directa

Con una superficie aproximada de 250 m² se encuentra el área donde se ubican las tiendas comerciales, los puestos de comida en medio de la acera y el movimiento de personas y vehículos.

2. 3.3. 3. Área de influencia indirecta

Determinado por 500 m² del área exterior del proyecto; que cubre áreas urbanas, exactamente afectando a los habitantes y pasantes del barrio San Antonio.

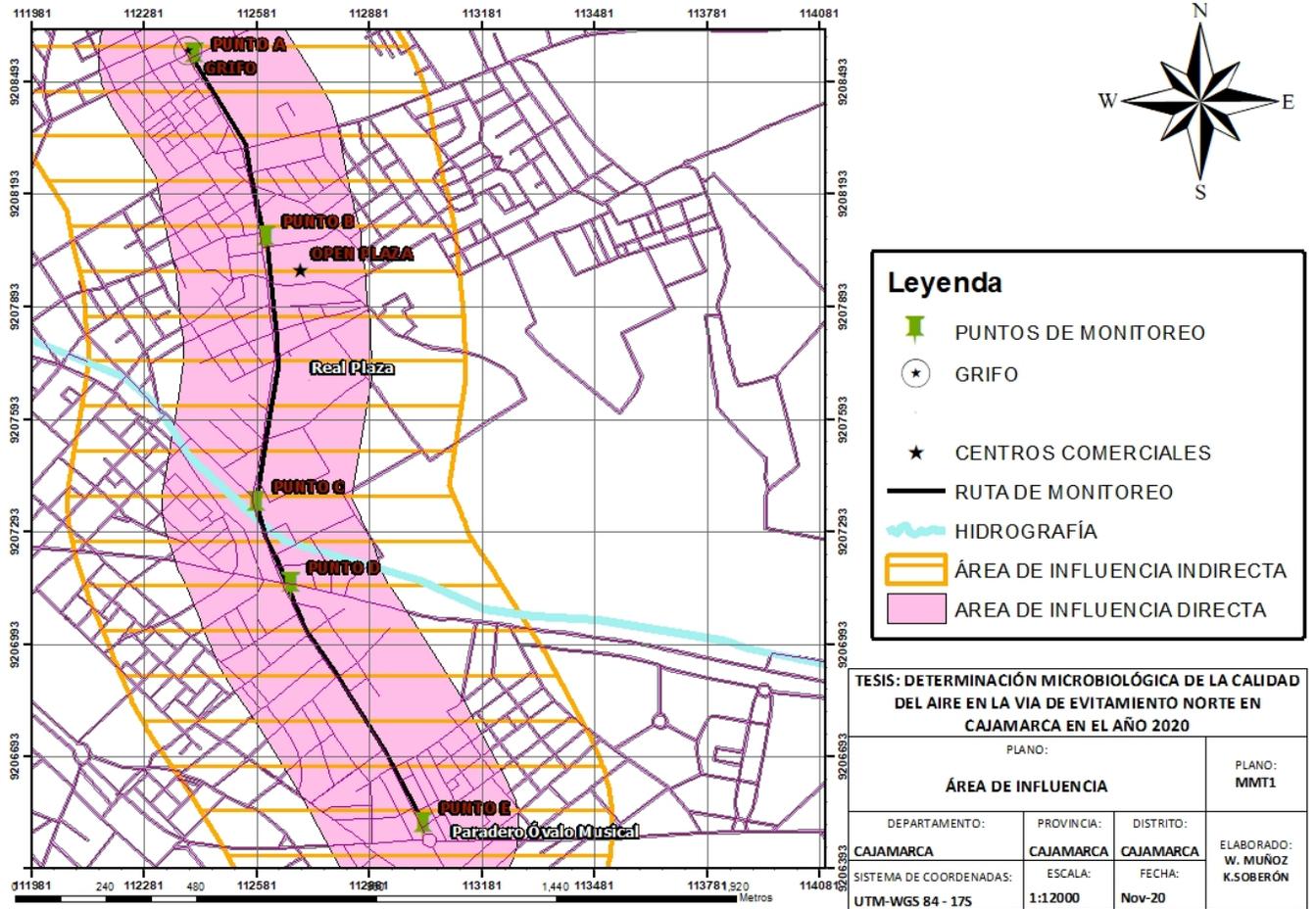


Figura 1

Mapa de Área de Influencia

2.3.4. Muestreo microbiológico del aire

Las muestras microbiológicas en el aire se tomaron durante el tiempo de mayor tráfico vehicular en la vía Evitamiento en Cajamarca. Se recolectaron nueve tiras de agar TSM todos los días, llegando ser un total de 45 muestras en 5 puntos de monitoreo en los turnos de mañana, tarde y noche por método de sedimentación durante 5 días.

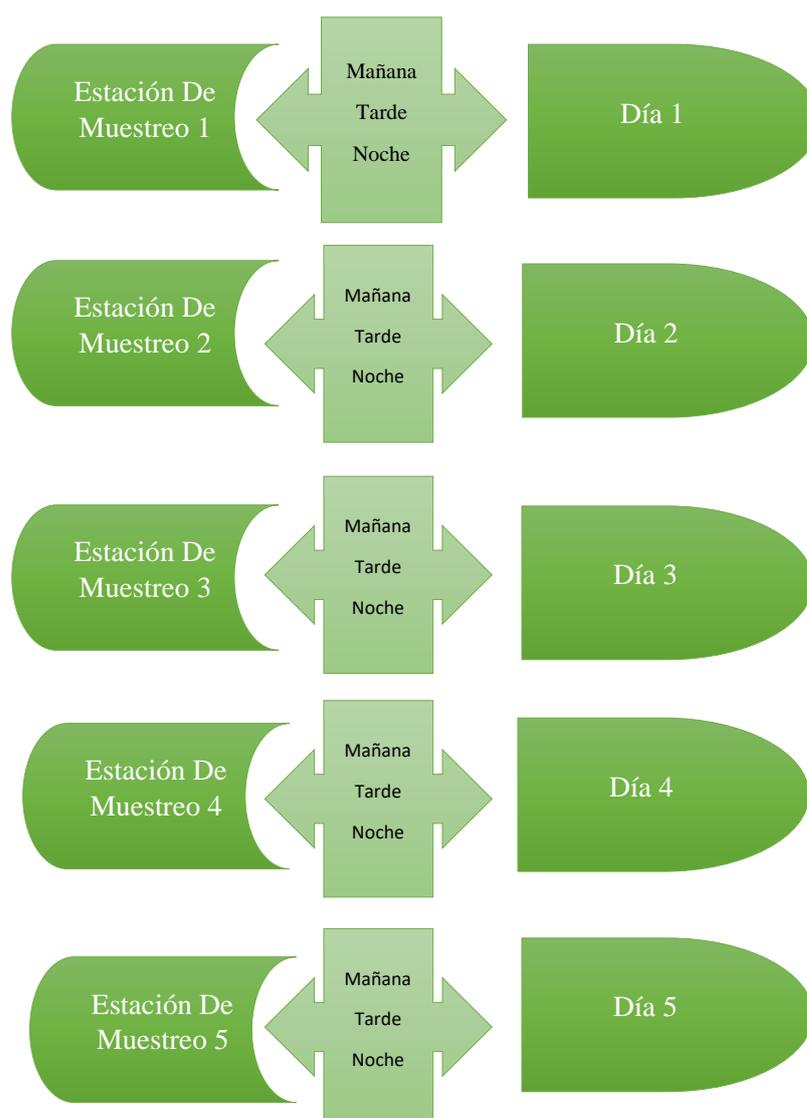


Figura 2

Mapa de Flujo de Monitoreo.

2.3.4.1. Temperatura y humedad relativa

Para este análisis, se obtuvieron los datos de temperatura y humedad relativa que fueron tomadas durante la hora de mayor tráfico vehicular en la vía de evitamiento en Cajamarca. Se tomó una muestra, dejando cuarenta y cinco minutos en un solo punto de muestreo y se realizó un monitoreo microbiológico diario. Se utilizó un termómetro ambiental para medir la temperatura y la humedad relativa en los días anteriores y esos datos serán proporcionados y procesados en una hoja de Excel para la investigación. Esta información es muy importante porque la humedad indica un aumento del contenido microbiano, lo que nos ayudará a obtener los resultados obtenidos. (Espelta et al., 2013).

2.3.4.2. Dispersión de microorganismos

El aire funciona como un mecanismo de transferencia para microorganismos, propiciando la concentración de los microorganismos si estos encuentran los nutrientes necesarios dentro de una masa de aire estable, sin embargo, algunos microorganismos bajan su tasa metabólica, utilizando mecanismos como la formación de esporas para resistir a condiciones adversas durante largos periodos en caso de no encontrar las condiciones apropiadas (Avalos, 2017).

2.3.4.3. Recuento de colonias

Es un método muy utilizado cuando es necesario determinar el tamaño de la población bacteriana de una muestra. En este caso, el recuento de microorganismos se basa en el hecho de que cada microorganismo forma una colonia visible. Sin embargo, debido a que la composición microbiana de la muestra no es completamente uniforme, la colonia puede provenir de un microorganismo o de cientos de microorganismos, en este último caso el recuento de colonias es menor que el recuento real. Muchas bacterias presentes en la muestra pueden no crecer en las condiciones seleccionadas (pH, temperatura, medio, tiempo, etc.). En este caso, el recuento también será menor que el recuento real. Como todos sabemos, cada colonia observada está formada por al menos un microorganismo (López & Torres, 2006).

2.3.4.4. Aislamiento de colonias bacterianas

Es un método para obtener colonias bien separadas (las colonias se forman a partir de una sola “unidad formadora de colonias - UFC”) de las que se conseguirá un cultivo puro. Una vez obtenidos los cultivos puros se podrán estudiar las características macroscópicas, microscópicas, fisiológicas, etc. de un microorganismo en particular. Hay que tener en cuenta que siempre el aislamiento se da en un medio sólido. Cuando el microorganismo que se desea aislar e identificar se encuentra en baja proporción en la muestra, o interesa un solo tipo de microorganismo, se lleva a cabo un procedimiento que involucra una primera etapa de aumento del número de microorganismos del tipo que se desea aislar en relación con el resto de la población (enriquecimiento) (Cáceres, 2019).

2.3.4.5. Identificación de microorganismo

Para la identificación de los microorganismos se realizó la descripción de la morfología de las colonias teniendo en cuenta la pigmentación, forma, elevación, borde y tamaño; mediante la tinción de Gram se describió la morfología celular teniendo en cuenta la forma y disposición clasificándolos como grampositivos o gramnegativos. Para determinar el género o especie de algunos morfotipos se realizaron pruebas bioquímicas como catalasa, coagulasa, fermentación de lactosa, prueba de oxidasa y fermentación de azúcares en agar TSM. (Méndez, Camacho et al. 2015).

2.3.4.6. SPSS

SPSS son las siglas de Statistical Package for the Social Sciences (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales). Es decir, SPSS es una aplicación de análisis estadísticos de datos (aplicados, como su propio nombre indica, a las ciencias sociales). (Universidad de Santiago de Compostela, 2018,).

2.4. Procedimiento

2.4.1. Plan de monitoreo

- Propósito del monitoreo: El propósito del monitoreo fue determinar la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento en Cajamarca.
- Periodo de monitoreo: El tiempo de medición fue durante el mes de enero del 2020. Tres veces al día, en el turno mañana, tarde y noche (Mañana de 7:00 am – 7:45am, Tarde de 12:00 pm – 12:45 pm y Noche de 6:00 pm – 6:45pm).
- Ubicación de las estaciones de monitoreo:
 - Previa observación se ubicó de las zonas con mayor tránsito vehicular y peatonal siendo esta la posible fuente generadora de contaminación dada suposición, se realizó el monitoreo en distintos puntos de la Vía de Evitamiento en Cajamarca y su área de influencia.
 - Se establecieron los puntos de monitoreo, teniendo en consideración la zona con más concurrencia vehicular y peatonal ya que, a través de éste, la dispersión de microorganismos puede aumentar.
 - Se tomaron los puntos de medición indicando las coordenadas de cada estación de monitoreo.
- Se elaboró los planos para la ubicación de las estaciones de monitoreo.

2.4.2. Metodología

2.4.2.1. Metodología en laboratorio

- Calibración de instrumentos y equipos de muestreo.
- Incubación, conteo e identificación de los microorganismos tomados en los puntos de monitoreo; en el laboratorio biológico de la Universidad Privada del Norte.
- Toma de resultados.
- Elaboración de informe.

2.4.2.2. Metodología en campo

- Ubicación de los puntos de muestreo.
- Registro de la ubicación zonas de monitoreo para la ejecución.
- Toma de muestras.
- Medición de temperatura y Humedad.
- Conservación y traslado de muestras al laboratorio.

2.4.2.3. Metodología de monitoreo

a. Instalación de equipos para el monitoreo del aire

- Se colocó el trípode en la intersección de la vía de evitamiento y una calle concurrida a la vía, para colocar y sujetar la tira de agar TSM.
- Se sostiene el termómetro de mano hasta que muestre los resultados correspondientes de temperatura y humedad.

b. Monitoreo microbiológico

Según Guzmán & Pachón 2016, la base del protocolo de monitoreo y análisis de calidad microbiológica del aire en centros de atención médica se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Las tiras de Agar TSM estuvieron en un lugar donde no puedan afectar la captura de microorganismos como (paredes, techo, objetos, etc.).
- No hubo razones para desistir de la toma de muestra ya que no hubo fenómenos climatológicos adversos: lluvia, granizo, tormentas, etc.

c. Toma de muestra mediante la técnica de sedimentación

- Se colocó la tira de Agar TSM en el trípode de sujeción a 1 metro sobre el piso.
- La duración de las mediciones fue durante 15 minutos (600 litros de aire) por muestra tomada.
- La deja la tira por el periodo de 15 min para que la captación de microorganismos.
- Luego del muestreo cada tira de agar TSM es sellada y conservada a temperatura ambiente por 2 días, posteriormente transportada para su incubación.
- No se realizaron mediciones en condiciones meteorológicas extremas que pudieron afectar la medición (lluvia, granizo, tormentas, etc.).

2.4.2.4. Incubación de las muestras microbiológicas

- Primero se analizó la ficha técnica de las Tiras de Agar TSM las cuales indican el periodo de incubación de acuerdo con el tipo de microorganismo.
- Se colocó las muestras microbiológicas a incubar a 35°C por tres días.

2.4.2.5. Conteo de Colonias

Finalizada la incubación por el tiempo indicado, se realizó el conteo de las colonias de microorganismos, determinándose la población existe en un m³ del ambiente analizado, para ello se utilizó la ecuación de Omeliansky. (Ticono, Carhuaz et al. 2016).

$$N = 5a \times 10^4 (bt)^{-1} \quad (1)$$

Donde

N = UFC/m³ de aire en el ambiente.

a = número de colonia por lamina de agar TSM.

b = superficie de la lámina de agar TSM.

t = tiempo de exposición en minutos.

Para poder realizar el recuento de bacterias y hongos nos basamos en la en la compañía de ciencia y tecnología MERCK la cual nos brindó el producto (láminas de Agar TSM) y la metodología

a vez se utilizó en el artículo “Evaluación de la calidad microbiológica del aire en el área de influencia de la planta de tratamiento de residuos sólidos de Cajamarca” (Mendoza et al., 2020).

2.4.3. Identificación de microorganismos

- Se esterilizó la tira de agar TSM con el fuego de un mechero para así evitar la contaminación o alteración de cada Tira de agar TSM.
- La identificación de las bacterias se comenzó aplicando una tinción de gram al frotis de la bacteria, utilizando los reactivos de tinción como lo son: Lugol, Alcohol acetona, Cristal violeta, Safranina.
- Cada uno de estos reactivos se aplica sobre cada cuadrícula de la Tira de Agar TSM que contiene las colonias, por un determinado tiempo.

Finalmente, con ayuda de un 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.

2.4.4. Estándar de comparación

Al comparar el valor de la unidad formadora de colonias por metro cúbico con el valor determinado por la (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001) muestran que el máximo es 2000 CFU/m³; si el valor excede este estándar, se considera que el ambiente está contaminado y este aire puede ser peligroso para la salud.

2.4.5. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizaron los programas Microsoft Excel 2019. El número de muestras obtenidas por cada estación de monitoreo se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 3

Número de muestras obtenidas por cada estación de monitoreo en los turnos.

ESTACIÓN DE MONITOREO	N° DE MUESTRAS OBTENIDAS		
	Mañana	Tarde	Noche
	7:00-7:15 am	12:00-12:15 pm	6:00-6:15pm
PMA (MTN)	3	3	3
PMB (MTN)	3	3	3
PMC MTN)	3	3	3
PMD (MTN)	3	3	3
PME (MTN)	3	3	3

Nota:

PMA: Hace referencia a la ubicación de la estación de monitoreo.

PMB: Hace referencia a la ubicación de la estación de monitoreo.

PMC: Hace referencia a la ubicación de la estación de monitoreo.

PMD: Hace referencia a la ubicación de la estación de monitoreo.

PME: Hace referencia a la ubicación de la estación de monitoreo.

MTN: Hace referencia al turno de monitoreo.

Se elaboró una base de datos en Microsoft Excel con todas las mediciones obtenidas.

- Se trabajó con los totales y promedios, para construir tablas y figuras que se muestran en el Capítulo III.
- Se obtuvo también un total y promedio general de turnos para cada estación de monitoreo.
- Se comparó los datos obtenidos con los estándares de comparación.

2.5. Aspectos éticos.

Los aspectos aplicados en esta investigación fueron principios básicos de la ética profesional y responsabilidad social, dada que esta investigación tiene como finalidad dar apertura a la población cajamarquina del estado de la calidad microbiológica de la vía de Evitamiento en la ciudad de Cajamarca, priorizando la búsqueda del bien de los cajamarquinos, dado que los resultados obtenidos en nuestra investigación proporcionen los máximos beneficios y reduzcan daños de ser el caso. Asimismo, se respetan los valores de reconocimiento de fuentes, veracidad y honestidad en la manipulación de datos e integridad en la evaluación para la obtención de resultados, finalmente se deja evidencia de los datos y resultados para su libre observación.

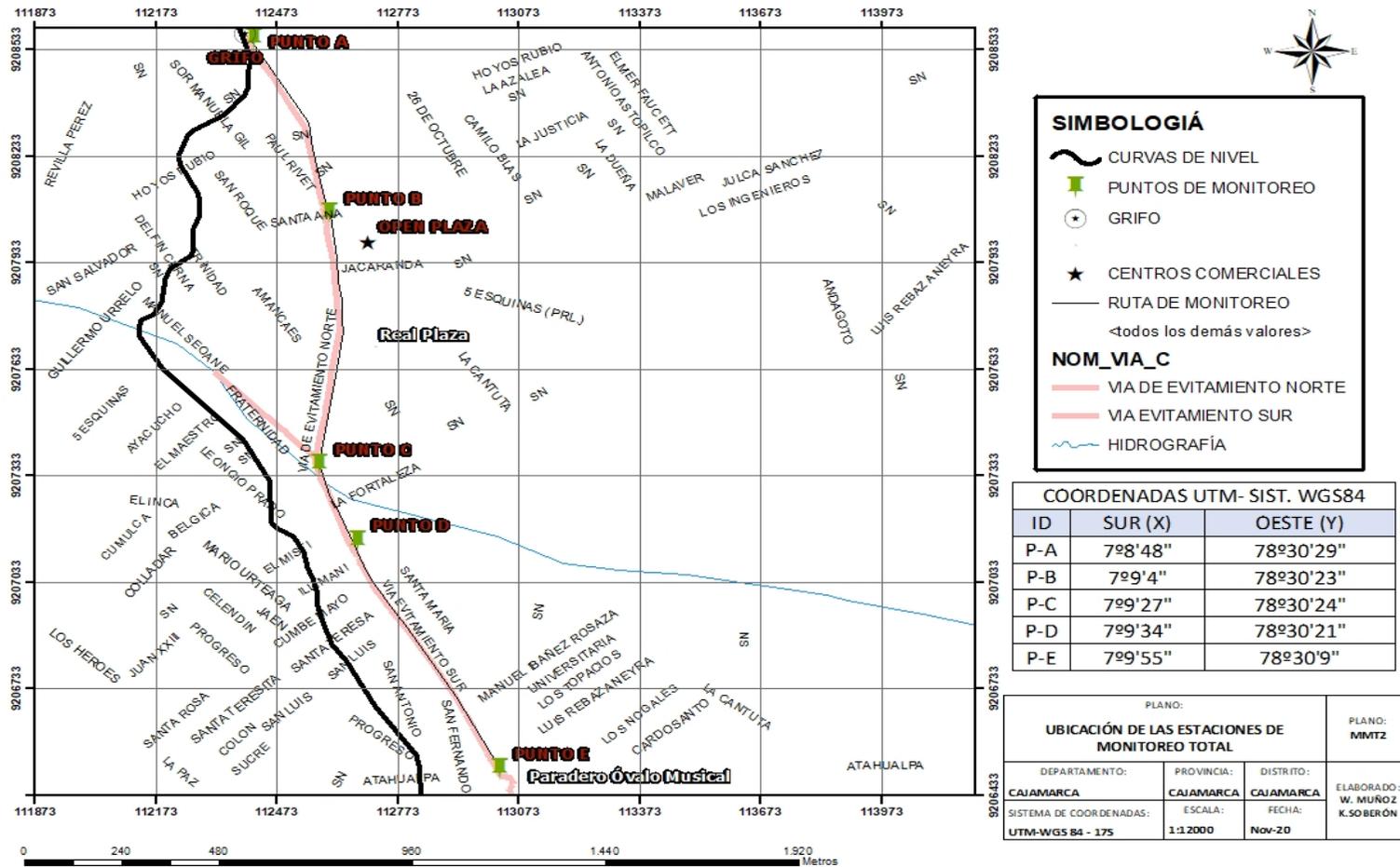


Figura 3
Puntos de Monitoreo.

CAPITULO III RESULTADOS

3.1. Resultados

3.1.1. Puntos de monitoreo por el día

En la siguiente tabla podemos observar los puntos de monitoreo con los factores intervinientes que se encuentran en este trabajo como la temperatura la cual medimos en Celsius(C°), humedad que es en porcentaje (%), y el conteo de vehículos.

Tabla 4

Resultados del monitoreo por el día.

Punto	Día	Temperatura (°C)			Humedad (%)			Conteo de vehículos (N°)		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
A (Esquina de PREUCT)	Mañana	10.0	12.0	15.0	35.0	34.0	33.0	195	199	208
	Tarde	20.1	20.0	20.3	25.0	29.0	26.0	226	231	300
	Noche	18.0	17.5	17.6	37.0	36.0	34.0	284	378	325
B (Esquina de UPN)	Mañana	13.5	14.2	14.8	41.0	39.0	38.0	297	245	381
	Tarde	19.2	19.4	19.2	38.0	30.0	28.0	289	239	328
	Noche	18.1	17.6	17.4	41.0	41.0	39.0	211	165	279
C (Frente al Chugurano)	Mañana	14.3	14.6	15.1	44.0	45.0	45.0	113	121	127
	Tarde	21.1	21.0	21.1	34.0	35.0	34.0	305	298	310
	Noche	20.1	20.0	19.1	37.0	38.0	39.0	295	246	253
D (Puente amarillo)	Mañana	12.0	12.6	12.9	46.0	45.0	32.0	157	160	149
	Tarde	19.2	18.9	19.1	32.0	32.0	38.0	319	314	333
	Noche	18.8	18.1	17.7	39.0	37.0	38.0	273	297	280
E (Óvalo musical)	Mañana	16.4	16.5	16.4	48.0	48.0	48.0	320	337	328
	Tarde	20.6	20.4	20.5	33.0	33.0	33.0	414	410	429
	Noche	18.7	18.4	17.7	42.0	41.0	45.0	471	468	463

Nota: D1, D2 Y D3 hacen referencia a los días que se tomaron las muestras.

3.1.2. Puntos de Monitoreo turno mañana.

Tabla 5

Resultados de monitoreo turno mañana.

Punto	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Conteo de vehículos (N°)
A (Esquina de PREUCT)	12.3	34.0	201
B (Esquina de UPN)	14.2	39.3	308
C (Frente al Chugurano)	14.7	44.7	120
D (Puente amarillo)	12.5	41.0	155
E (Óvalo musical)	16.4	48.0	328
Promedio vía de evitamiento	14.0	41.4	222

3.1.3. Puntos de monitoreo turno tarde.

Tabla 6

Resultados de monitoreo turno tarde.

Punto	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Conteo de vehículos (N°)
A (Esquina de PREUCT)	20.1	26.7	252
B (Esquina de UPN)	19.3	32.0	285
C (Frente al Chugurano)	21.1	34.3	304
D (Puente amarillo)	26.2	34.0	322
E (Óvalo musical)	20.5	33.0	418
Promedio vía de evitamiento	20.0	32.0	316

3.1.4. Puntos de monitoreo turno noche

Tabla 7

Resultados de monitoreo turno noche.

Punto	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Conteo de vehículos (N°)
A (Esquina de PREUCT)	17.7	35.7	329
B (Esquina de UPN)	17.7	40.3	218
C (Frente al Chugurano)	19.7	38.0	265
D (Puente amarillo)	18.2	38.0	283
E (Óvalo musical)	18.3	42.7	467
Promedio vía de evitamiento	18.3	38.9	313

3.1.5. Promedio de temperatura, humedad y tránsito vehículos de los puntos de monitoreo.

Tabla 8

Resultados de promedio de temperatura, humedad y tránsito vehicular en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Conteo de vehículos (N°)	Microorganismos (UFC/m ³)
A (Esquina de PREUCT)	16.7	32.1	261	906
B (Esquina de UPN)	17.0	37.2	270	181
C (Frente al Chugurano)	18.5	39.0	230	292
D (Puente amarillo)	16.6	37.7	254	275
E (Óvalo musical)	18.4	41.2	404	405
Promedio vía de evitamiento	17.4	37.4	284	412

3.1.6. Bacterias y hongos en los puntos de monitoreo.
Tabla 9

Resultados de bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo de la vía de evitamiento de Cajamarca por puntos de monitoreo.

Punto	Día	Bacterias (N°)			Hongos (N°)			Total, de microorganismos (N°)		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
A (Esquina de PREUCT)	Mañana	40	10	81	15	0	11	55	10	92
	Tarde	58	72	108	6	121	10	64	193	118
	Noche	366	140	138	11	27	9	377	167	147
B (Esquina de UPN)	Mañana	24	21	16	12	8	8	36	29	24
	Tarde	18	14	47	10	13	2	28	27	49
	Noche	10	11	8	8	13	1	18	24	9
C (Frente al Chugurano)	Mañana	20	62	62	20	7	8	40	69	70
	Tarde	21	26	54	2	8	8	23	34	62
	Noche	14	29	25	12	1	15	26	30	40
D (Puente amarillo)	Mañana	37	67	22	1	9	7	38	76	29
	Tarde	27	15	40	7	8	10	34	23	50
	Noche	37	29	33	5	3	14	42	32	47
E (Óvalo musical)	Mañana	62	75	48	10	10	3	72	85	51
	Tarde	34	50	14	7	4	5	41	54	19
	Noche	45	100	46	9	19	6	54	119	52

Nota: D1, D2 Y D3 hacen referencia a los días que se tomaron las muestras.

3.1.7. Bacterias y hongos en los puntos de monitoreo en el turno mañana.

Tabla 10

Resultados de bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo por la mañana en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Bacterias (N°)		Hongos (N°)	
	Promedio	Total	Promedio	Total
A (Esquina de PREUCT)	44	131	9	26
B (Esquina de UPN)	20	61	9	28
C (Frente al Chugurano)	48	144	12	35
D (Puente amarillo)	42	126	6	17
E (Óvalo musical)	62	185	8	23
Promedio vía de evitamiento	43		9	

3.1.8. Bacterias y hongos en los puntos de monitoreo en el turno tarde.

Tabla 11

Resultados de bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo por la tarde en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Bacterias (N°)		Hongos (N°)	
	Promedio	Total	Promedio	Total
A (Esquina de PREUCT)	79	238	46	137
B (Esquina de UPN)	26	79	8	25
C (Frente al Chugurano)	34	101	6	18
D (Puente amarillo)	27	82	8	25
E (Óvalo musical)	33	98	5	16
Promedio vía de evitamiento	40		15	

3.1.9. Bacterias y hongos en los puntos de monitoreo en el turno noche.

Tabla 12

Resultados de bacterias y hongos presentes en los puntos de monitoreo por la noche en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Bacterias (N°)		Hongos (N°)	
	Promedio	Total	Promedio	Total
A (Esquina de PREUCT)	215	644	16	47
B (Esquina de UPN)	10	29	7	22
C (Frente al Chugurano)	23	68	9	28
D (Puente amarillo)	33	99	7	22
E (Óvalo musical)	64	191	11	34
Promedio vía de evitamiento	69		10	

3.1.10. Microorganismos en los puntos de monitoreo.

Tabla 13

Resultados totales de microorganismos por puntos de monitoreo en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Promedio (N°)			
	Mañana	Tarde	Noche	Promedio
A (Esquina de PREUCT)	52	125	230	136
B (Esquina de UPN)	30	35	17	27
C (Frente al Chugurano)	60	40	32	44
D (Puente amarillo)	48	36	40	41
E (Óvalo musical)	69	38	75	61
Promedio vía de evitamiento	52	55	79	62

3.1.11. Concentración de microorganismos en el aire en los puntos de monitoreo.
Tabla 14

Resultado de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo de la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Día	Bacterias (UFC/m ³)			Hongos (UFC/m ³)			Total de microorganismos (UFC/m ³)		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
A (Esquina de PREUCT)	Mañana	267	67	540	100	0	73	367	67	613
	Tarde	387	480	720	40	807	67	427	1287	787
	Noche	2440	933	920	73	180	60	2513	1113	980
B (Esquina de UPN)	Mañana	160	140	107	80	53	53	240	193	160
	Tarde	120	93	313	67	87	13	187	180	327
	Noche	67	73	53	53	87	7	120	160	60
C (Frente al Chugurano)	Mañana	133	413	413	133	47	53	267	460	467
	Tarde	140	173	360	13	53	53	153	227	413
	Noche	93	193	167	80	7	100	173	200	267
D (Puente amarillo)	Mañana	247	447	147	7	60	47	253	507	193
	Tarde	180	100	267	47	53	67	227	153	333
	Noche	247	193	220	33	20	93	280	213	313
E (Óvalo musical)	Mañana	413	500	320	67	67	20	480	567	340
	Tarde	227	333	93	47	27	33	273	360	127
	Noche	300	667	307	60	127	40	360	793	347

Nota: D1, D2 Y D3 hacen referencia a los días que se tomaron las muestras.

3.1.12. Concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo turno mañana.

Tabla 15

Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo, por la mañana, en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Bacterias (N°)	Hongos (N°)
	UFC/m ³	UFC/m ³
A (Esquina de PREUCT)	291	58
B (Esquina de UPN)	136	62
C (Frente al Chugurano)	320	78
D (Puente amarillo)	280	38
E (Óvalo musical)	411	51
Promedio vía de evitamiento	288	57

3.1.13. Concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo turno tarde.

Tabla 16

Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo por la tarde en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Bacterias (N°)	Hongos (N°)
	UFC/m ³	UFC/m ³
A (Esquina de PREUCT)	529	304
B (Esquina de UPN)	176	56
C (Frente al Chugurano)	224	40
D (Puente amarillo)	182	56
E (Óvalo musical)	218	36
Promedio vía de evitamiento	266	98

3.1.14. Concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo turno noche.

Tabla 17

Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo por la noche en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Bacterias (N°)	Hongos (N°)
	UFC/m ³	UFC/m ³
A (Esquina de PREUCT)	1431	104
B (Esquina de UPN)	64	49
C (Frente al Chugurano)	151	62
D (Puente amarillo)	220	49
E (Óvalo musical)	424	76
Promedio vía de evitamiento	458	68

3.1.15. Concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo por horario

Tabla 18

Resultados de concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo y horario en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Mañana	Tarde	Noche	Promedio
	UFC/m ³	UFC/m ³	UFC/m ³	UFC/m ³
A (Esquina de PREUCT)	349	833	1536	906
B (Esquina de UPN)	198	231	113	181
C (Frente al Chugurano)	398	264	213	292
D (Puente amarillo)	318	238	269	275
E (Óvalo musical)	462	253	500	405
Promedio vía de evitamiento	345	364	526	412

3.1.16. Nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire según la OMS.

Tabla 19

Nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire.

Nivel de contaminación	Concentración de Bacterias (UFC/m³ en el aire)
Muy baja	[0 - 50>
Baja	[50 - 100>
Intermedia	[100 - 500>
Alta	[500 - 2000>
Muy alta	[2000 a más>

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS). Documento editado en 1993 por la comisión de las Comunidades Europeas (Cost Project 913 Report n°12).

3.1.17. Nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire de la vía de evitamiento de Cajamarca

Tabla 20

Evaluación del nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Mañana		Tarde		Noche		Promedio	
	UFC/m ³	Nivel de contaminación	UFC/m ³	Nivel de contaminación	UFC/m ³	Nivel de contaminación	UFC/m ³	Nivel de
A (Esquina de PREUCT)	291	Intermedia	529	Alta	1431	Alta	750	Alta
B (Esquina de UPN)	136	Intermedia	176	Intermedia	64	Baja	125	Intermedia
C (Frente al Chugurano)	320	Intermedia	224	Intermedia	151	Intermedia	232	Intermedia
D (Puente amarillo)	280	Intermedia	182	Intermedia	220	Intermedia	227	Intermedia
E (Óvalo musical)	411	Intermedia	218	Intermedia	424	Intermedia	351	Intermedia
Promedio de la vía de evitamiento							337	Intermedia

3.1.18. Nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire según la OMS.

Tabla 21

Nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire.

Nivel de contaminación	Concentración de Hongos (UFC/m³ en el aire)
Muy baja	[0 - 25>
Baja	[25 - 100>
Intermedia	[100 - 500>
Alta	[500 - 2000>
Muy alta	[2000 a más>

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS). Documento editado en 1993 por la comisión de las Comunidades Europeas (Cost Project 913 Report n°12).

3.1.19. Nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire de la vía de evitamiento de Cajamarca.

Tabla 22

Evaluación del nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire, en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Mañana		Tarde		Noche		Promedio	
	UFC/m ³	Nivel de contaminación						
A (Esquina de PREUCT)	58	Baja	304	Intermedia	104	Intermedia	156	Intermedia
B (Esquina de UPN)	62	Baja	56	Baja	49	Baja	56	Baja
C (Frente al Chugurano)	78	Baja	40	Baja	62	Baja	60	Baja
D (Puente amarillo)	38	Baja	56	Baja	49	Baja	47	Baja
E (Óvalo musical)	51	Baja	36	Baja	76	Baja	54	Baja
Promedio de la vía de evitamiento							75	Baja

3.1.20. Relación de los factores intervinientes.

Tabla 23

Relación entre la concentración de microorganismos y la humedad, en la vía de evitamiento de Cajamarca.

		Concentración de microorganismos	Humedad
Concentración de microorganismos	Correlación de Pearson	1	-0.088
	Sig. (bilateral)		0.564
Humedad	Correlación de Pearson	-0.088	1
	Sig. (bilateral)	0.564	

3.1.21. Relación de la concentración de microorganismos en el aire con la temperatura en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Tabla 24

Relación entre la concentración de microorganismos y la temperatura, en la vía de evitamiento de Cajamarca.

		Concentración de microorganismos	Temperatura
Concentración de microorganismos	Correlación de Pearson	1	0.086
	Sig. (bilateral)		0.576
Temperatura	Correlación de Pearson	0.086	1
	Sig. (bilateral)	0.576	

3.1.22. Relación de la concentración de microorganismos en el aire con el tránsito vehicular en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Tabla 25

Relación entre la concentración de microorganismos y el tránsito vehicular, en la vía de evitamiento de Cajamarca.

		Concentración de microorganismos	Tránsito vehicular
Concentración de microorganismos	Correlación de Pearson	1	0.081
	Sig. (bilateral)		0.595
Tránsito vehicular	Correlación de Pearson	0.081	1
	Sig. (bilateral)	0.595	

3.1.23. Relación de la concentración de microorganismos en el aire con los factores intervinientes en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Tabla 26

Relación entre la concentración de microorganismos con la temperatura, la humedad y el tránsito vehicular por puntos, en la vía de evitamiento de Cajamarca.

		Concentración de microorganismos				
		Punto A	Punto B	Punto C	Punto D	Punto E
Temperatura	Correlación de Pearson	0.088	0.389	-0.420	-0.325	-0.560
	Sig. (bilateral)	0.822	0.300	0.261	0.393	0.117
Humedad	Correlación de Pearson	0.333	-0.663	0.580	.689*	0.451
	Sig. (bilateral)	0.381	0.051	0.102	0.040	0.223
Tránsito vehicular	Correlación de Pearson	0.462	0.460	-0.578	-0.292	-0.025
	Sig. (bilateral)	0.211	0.213	0.103	0.446	0.949

Nota: La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

3.1.24. Nivel de calidad del aire según la OMS.

Tabla 27

Nivel de calidad del aire.

Nivel de calidad del aire	Concentración de Bacterias (UFC/m³ en el aire)
Muy alta	[0 - 50>
Alta	[50 - 100>
Intermedia	[100 - 500>
Baja	[500 - 2000>
Muy baja	[2000 a más>

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS). Documento editado en 1993 por la comisión de las Comunidades Europeas (Cost Project 913 Report n°12).

3.1.25. Resultados del nivel de la calidad del aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Tabla 28

Resultados del nivel de la calidad del aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Punto	Mañana		Tarde		Noche		Promedio	
	UFC/m ³	Nivel de calidad del aire	UFC/m ³	Nivel de calidad del aire	UFC/m ³	Nivel de calidad del aire	UFC/m ³	Nivel de calidad del aire
A (Esquina de PREUCT)	349	Intermedia	833	Baja	1536	Baja	906	Baja
B (Esquina de UPN)	198	Intermedia	231	Intermedia	113	Intermedia	181	Intermedia
C (Frente al Chugurano)	398	Intermedia	264	Intermedia	213	Intermedia	292	Intermedia
D (Puente amarillo)	318	Intermedia	238	Intermedia	269	Intermedia	275	Intermedia
E (Óvalo musical)	462	Intermedia	253	Intermedia	500	Baja	405	Intermedia
Promedio vía de evitamiento	345	Intermedia	364	Intermedia	526	Baja	412	Intermedia

CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

2.3.1. 4.1. Discusión de los resultados

4.1.1. Determinación de la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.

Con el objetivo de analizar la calidad microbiológica del aire, se realizó tres muestreos al día (mañana de 7:00 am – 7:45am, tarde de 12:00 pm – 12:45pm y en la noche 6:00 pm – 6:45 pm) por cada fecha de monitoreo en los meses de enero y febrero del año 2020.

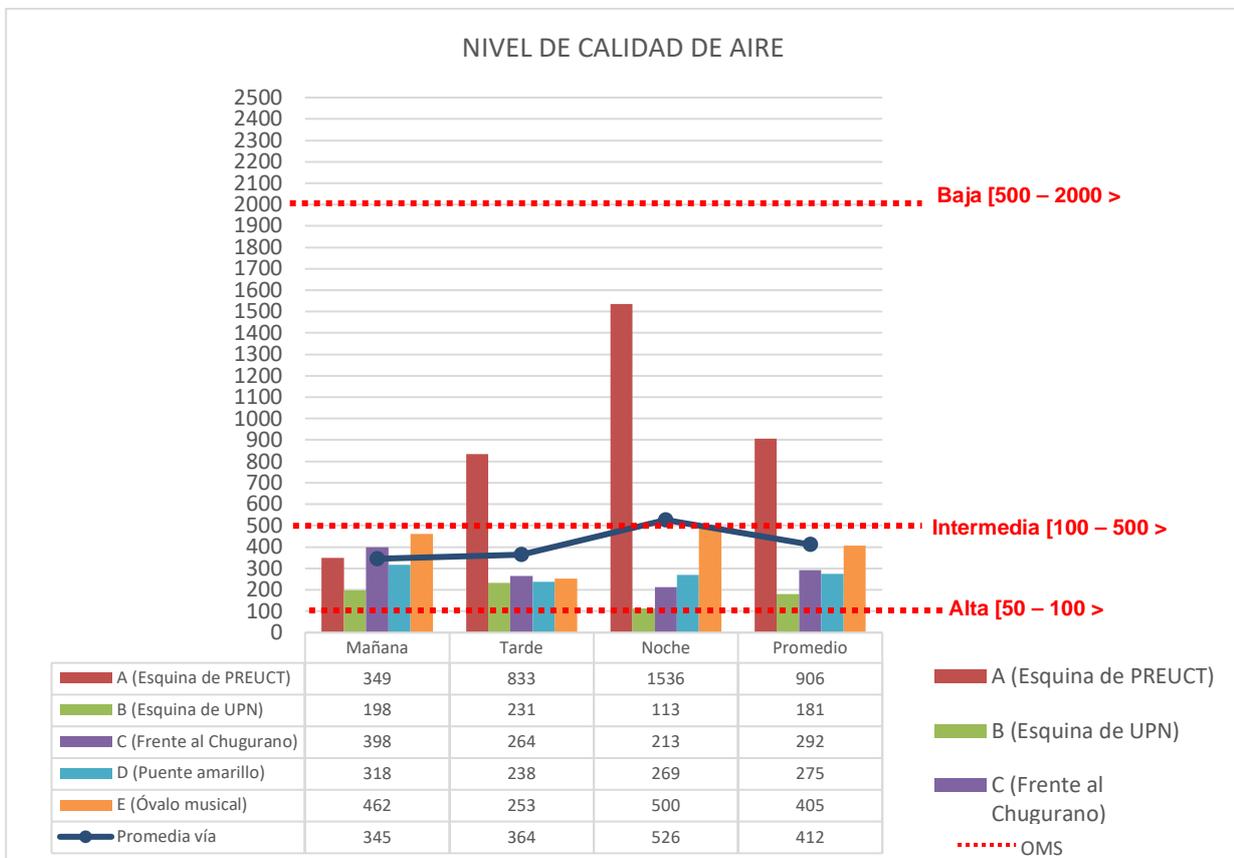


Figura 4

Resultados de la Calidad Microbiológica del Aire en los Puntos de Monitoreo, en los Meses de enero y febrero del 2020.

En la tabla 28 se registró la evaluación de la calidad microbiológica del aire considerando la concentración de microorganismos (UFC/m³). En cuanto a los horarios, se observa que por la mañana en todos los puntos el nivel de calidad microbiológica del aire es intermedio, por la tarde, con excepción del punto A (Esquina de PREUCT) donde el nivel de calidad microbiológica del aire es bajo, en los demás puntos el nivel de calidad es intermedio; por la noche en los puntos A (Esquina de PREUCT) y E (Óvalo musical) la calidad microbiológica del aire es baja, mientras que en los demás puntos el nivel de calidad microbiológica del aire es intermedia relacionando con la tabla 27.

En promedio, la calidad del aire en el punto A (Esquina de PREUCT) es baja y en los demás puntos la calidad microbiológica del aire es intermedia. Por último, en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca, la calidad microbiológica del aire por la mañana y la tarde es intermedia, mientras que por la noche la calidad microbiológica del aire es baja, en general la calidad microbiología del aire es intermedia en la zona, comparando con la Tabla 28 según los resultados y la figura 4.

Al tener los valores entre intermedio y bajo en la calidad microbiológica exponen riesgos para la salud pública principalmente a las personas que sufren problemas respiratorios, ya que aumentan las posibilidades de desarrollar microorganismos oportunistas.

El estudio de (Tinoco et al., 2016) coincide los resultados obtenidos, muestra que un ambiente se encuentra en un nivel de contaminación intermedio con (100 a 500 UFC/m³), además de que ocasiona consecuencias patógenas moderadas en personas inmunocomprometidas.

4.1.2. Identificar la zona de monitoreo con respecto a la temperatura, humedad y tránsito vehicular en la vía de evitamiento de Cajamarca con mayor presencia de microorganismos.

En la figuras 5, 6 y 7 se observa que el resultado del promedio del punto C (Frente al Chugurano) es el que presenta mayor temperatura (18.5°C), mientras que en el punto E (Óvalo musical) es el que presenta mayor grado de humedad (41.2%) y por donde circulan la mayor cantidad de vehículos (404 vehículos) por cada 15 minutos, en tanto el punto A (esquina de PREUCT) es el que presenta mayor número de microorganismos (906 UFC/m³) con menor temperatura (16.7°C) en los días de muestreo. Considerando todos los datos, se puede afirmar que en promedio en la vía de evitamiento la temperatura es de 17.4%, la humedad es de 37.4% y por cada 15 minutos circulan 284 vehículos. Según los resultados de la tabla 8 y las figuras 5, 6 y 7.

Resultados obtenidos por (De La Rosa et al., 2015) coincide con la investigación ya que cuando la humedad del aire decrece, disminuye el agua disponible para los microorganismos, lo que causa deshidratación y por tanto la inactivación de muchos de ellos.

Determinación Microbiológica de la Calidad del Aire en la Vía de Evitamiento en Cajamarca de Enero- febrero del año 2020.

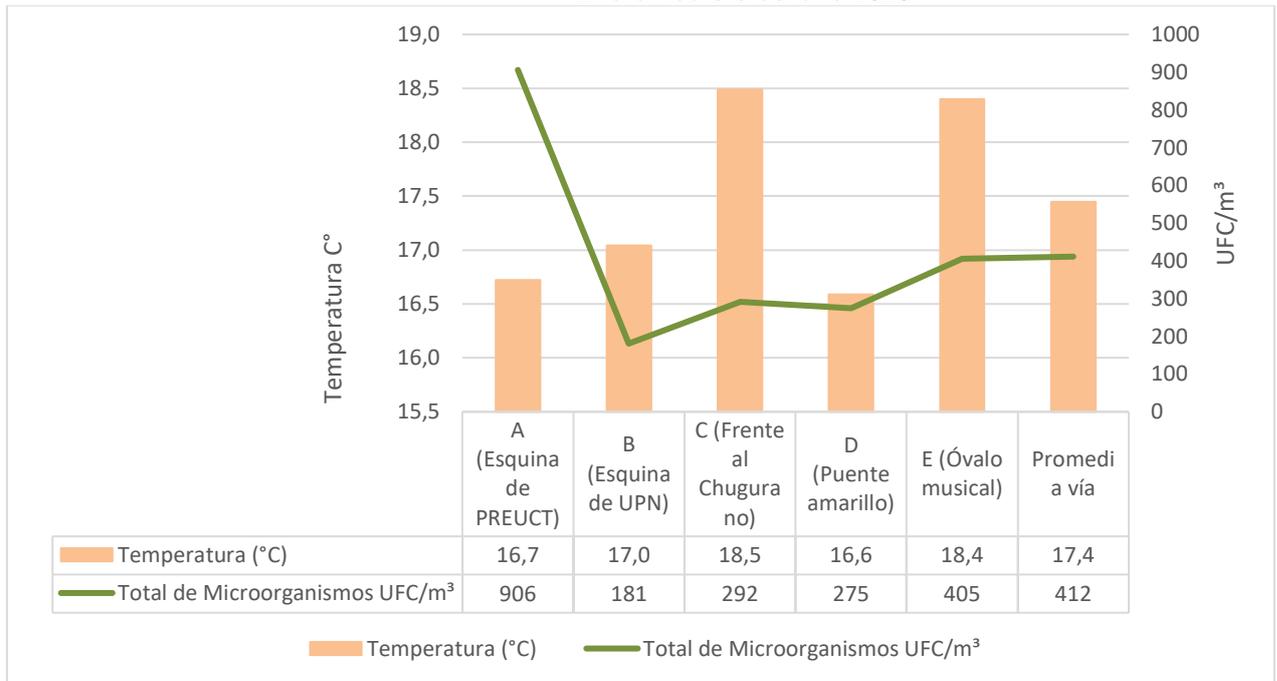


Figura 5

Resultados de las zonas de monitoreo con respecto a la temperatura y los microorganismos, en los meses de enero y febrero 2020.

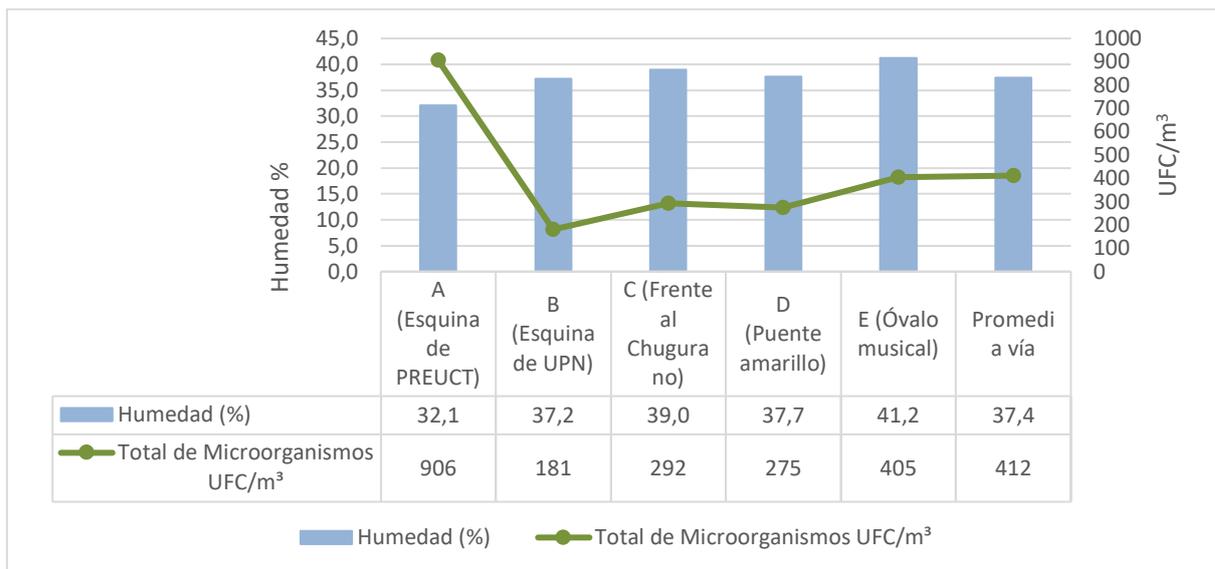


Figura 6

Resultados de las zonas de monitoreo con respecto a la humedad y los microorganismos, en los meses de enero y febrero 2020.

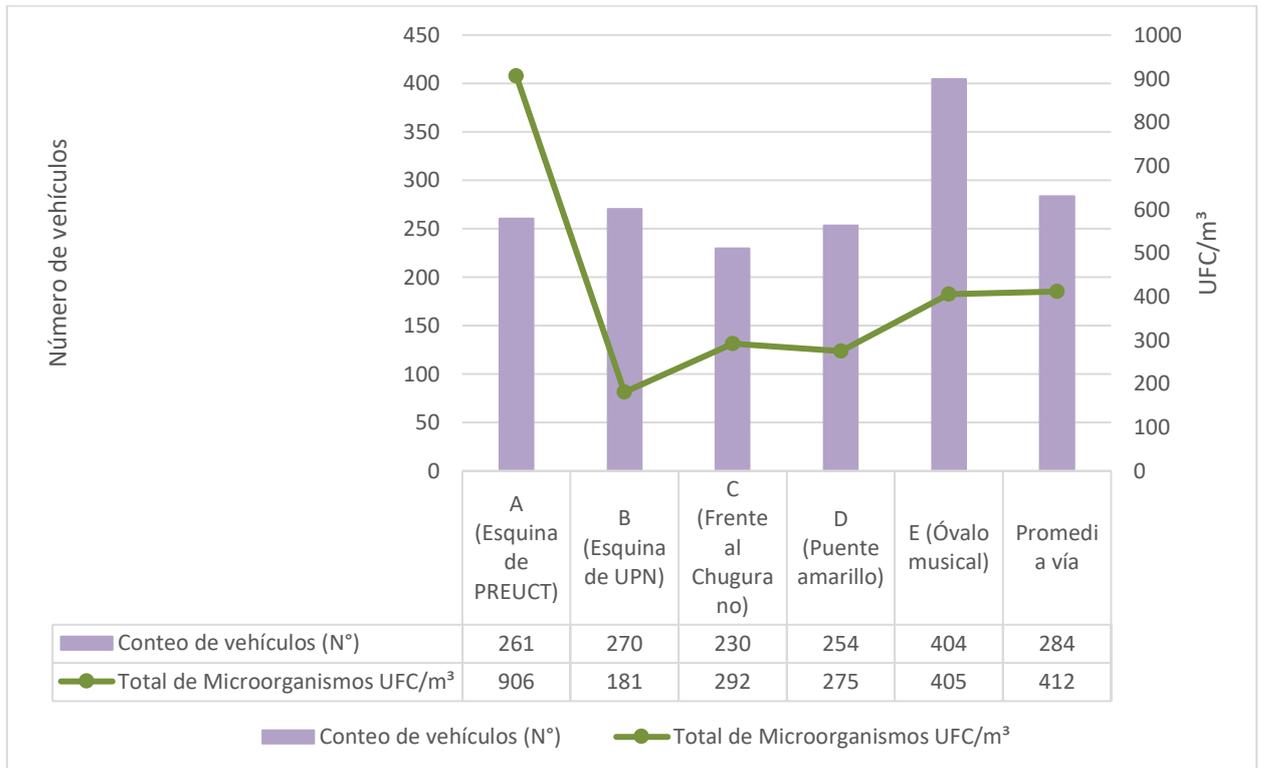


Figura 7

Resultados de las zonas de monitoreo con respecto a la cantidad de vehículos y los microorganismos, en los meses de enero y febrero 2020.

4.1.3. Determinación del horario y de la concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo de la vía de evitamiento en Cajamarca.

La figura 6 muestra los resultados de la concentración de microorganismos (UFC/m³) en los 5 puntos de monitoreo se puede observar que por la mañana existe mayor concentración de microorganismos en el punto E (Óvalo musical) y menor concentración de microorganismos en el punto B (Esquina de UPN), Por la tarde existe mayor concentración de microorganismos en el punto A (Esquina de PREUCT) y menor concentración de microorganismos en el punto B (Esquina de UPN). Y Por la noche existe mayor concentración de microorganismos en el punto A (Esquina de PREUCT) y menor concentración de microorganismos en el punto B (Esquina de UPN).

En promedio el punto en el punto A (Esquina de PREUCT) existe mayor concentración de microorganismos y menor concentración de microorganismos en el punto B (Esquina de UPN), En general en la vía de evitamiento existe mayor concentración de microorganismos por la noche. Finalmente, en la vía de evitamiento hay 412 UFC/m³ por cada 15 minutos de permanencia en la zona.

En la Vía de Evitamiento en Cajamarca el desarrollo de bacterias y hongos varían ya que estos van a depender de la forma, tamaño y peso del microorganismo y de la existencia y potencia de las corrientes aéreas que los sostengan y los eleven a alturas significativas, sin embargo, permite la sedimentación o precipitación la presencia de obstáculos que permiten la disminución de la velocidad por tanto del movimiento. (Sotelo, 2018).

Investigación realizada por (Cruz & Jimenez, 2012) coincide con que la mayoría de las bacterias que se encuentran en la atmósfera provienen de la vegetación, suelo y cuerpos de agua, y en menor medida de las actividades antropogénicas; su supervivencia

y distribución están dadas por factores biológicos, meteorológicos (viento, radiación solar, temperatura y humedad relativa). Las actividades antropogénicas, como tráfico vehicular, plantas de tratamiento de aguas residuales, movimiento de animales en suelos expuestos y alta densidad de población entre otros, liberan una gran cantidad de bacterias a la atmósfera, produciendo la contaminación de las áreas circundantes.

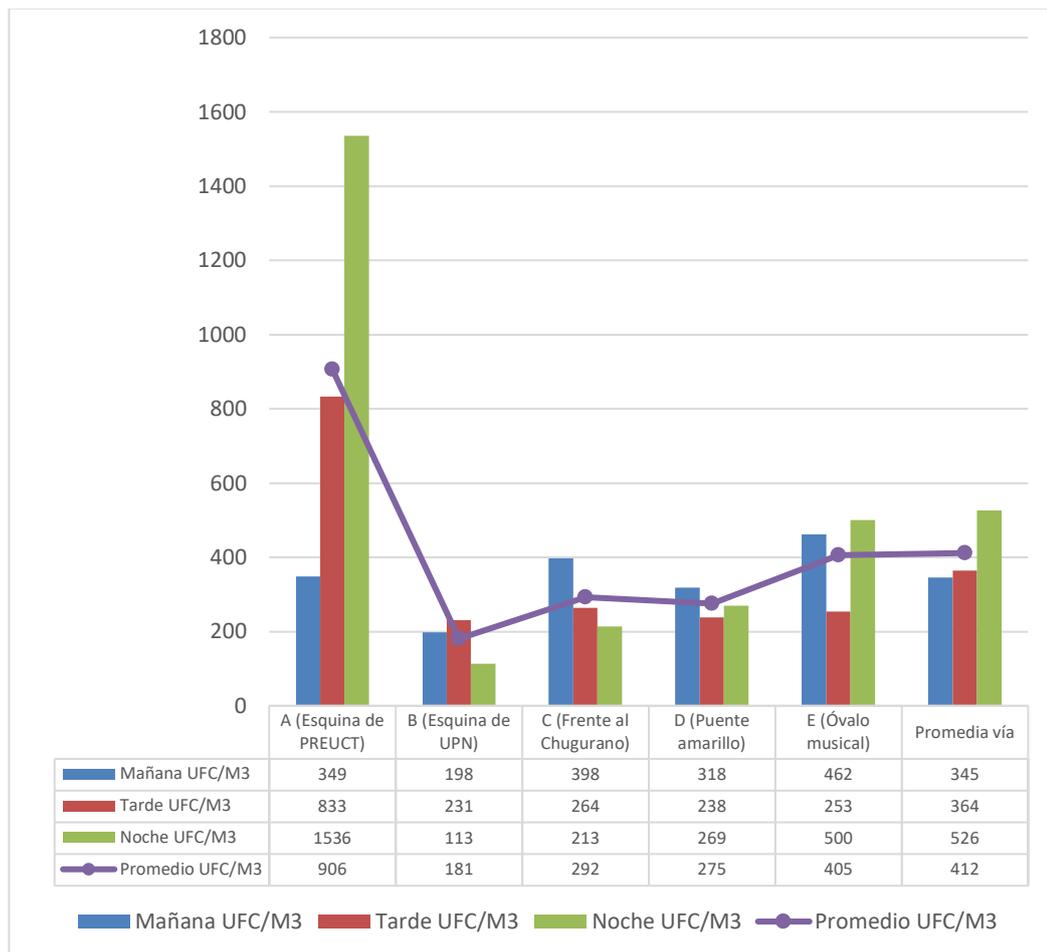


Figura 8

Resultados de microorganismos (UFC/m³), en los meses de enero y febrero del año 2020.

4.1.4. Determinación del nivel de contaminación por concentración de bacterias en el aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.

La figura 7 se presenta la evaluación del nivel de contaminación del aire por bacterias en la vía de evitamiento (UFC/m³) en los 5 puntos de monitoreo. Se observa que por la mañana en todos los puntos el nivel de contaminación de bacterias es intermedia, por la tarde el punto A (Esquina de PREUCT) se observa que el nivel de contaminación por bacterias es alto y en los demás puntos el nivel es intermedio, por la noche en el punto A (Esquina de PREUCT) el nivel de contaminación es alto, a diferencia del punto B (Esquina de UPN) que es bajo y en los demás puntos el nivel de contaminación por bacterias es intermedio.

Por otro lado, en promedio el punto A (Esquina de PREUCT) presenta un nivel de contaminación alto, en comparación a los demás puntos donde en promedio el nivel de contaminación es intermedio. Además, se muestra que en general en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca el nivel de contaminación del aire por bacterias es intermedia.

Resultados del estudio de (Cruz & Jiménez, 2012), muestran la identificación de *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* (especies bacterianas) en un nivel intermedio de contaminación, las cuales halladas en este nivel de concentración son de importancia patógena en personas inmunocomprometidas y causar infección en diferentes sistemas del cuerpo, como es el caso de *E. coli*, *Proteus sp*, *Klebsiella sp*.

Estas bacterias, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium botulinum* y *Bacillus anthracis*. provocan enfermedades en los humanos (Manahan,2017).

Tabla 29

Bacterias encontradas en el muestreo.

DOMINIO	FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
BACTERIAS	<i>Firmicutes</i>	<i>Bacilli</i>	<i>Bacillales</i>	<i>Staphylococcaceae</i>	<i>Staphylococcus Aureus</i>
				<i>Bacillaceae</i>	<i>Staphylococcus Sp</i>
			<i>Lactobacillales</i>	<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacilius Subtilis</i>
				<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus Sp</i>

Nota: En los tres días de monitoreo y las zonas de muestreos se pueden encontrar dichas bacterias.

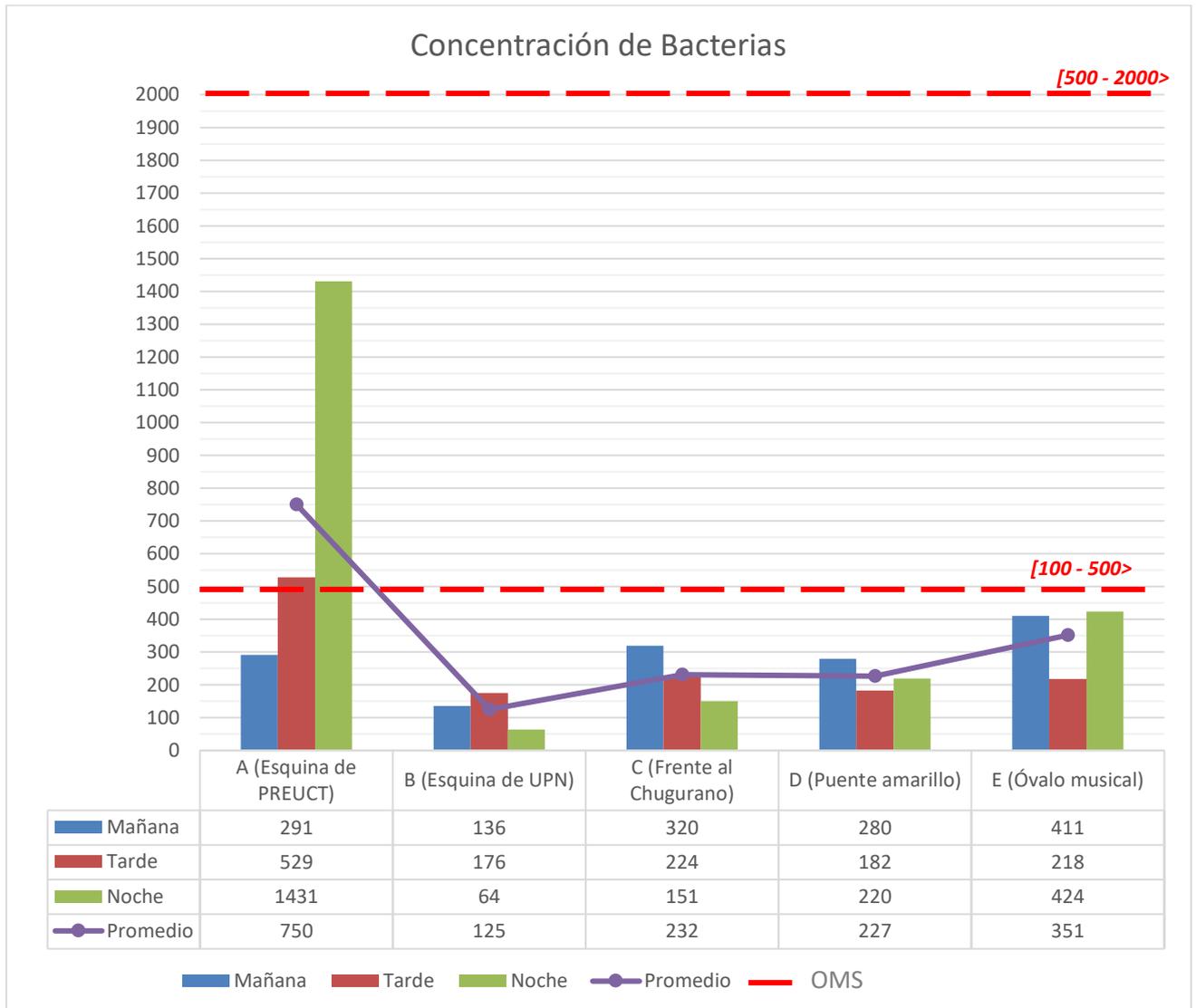


Figura 9

Resultados de nivel de contaminación por concentración de bacterias en los meses de enero y febrero del año 2020.

4.1.5. Evaluación del nivel de contaminación por concentración de hongos en el aire en la vía de evitamiento de Cajamarca.

La figura 8 muestra el nivel de contaminación del aire por concentración de hongos (UFC/m³), en los 5 puntos de monitoreo de la vía de evitamiento norte en Cajamarca, se puede apreciar que por la mañana el nivel de contaminación del aire por hongos en todos los puntos es bajo, por la tarde en el punto A (Esquina de PREUCT) el nivel de contaminación es intermedio, mientras que en los demás puntos el nivel de contaminación por hongos es bajo; por la noche el punto A (Esquina de PREUCT) presenta un nivel de contaminación intermedio y en los demás puntos el nivel de contaminación es bajo.

En promedio, el punto donde se presenta mayor nivel de contaminación del aire por hongos es el punto A (Esquina de PREUCT) con un nivel intermedio, mientras que en los demás puntos el nivel de contaminación es bajo, además no existe ningún punto donde el nivel de contaminación sea alto o muy alto. Por otro lado, el nivel de contaminación del aire por hongos en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca es baja.

La investigación de (Avalos, 2017) coincide con los resultados obtenidos ya que encontró concentraciones fúngicas con un valor máximo de 1062 UFC/m³, y se identificó la presencia de posibles alergias como síntomas, nasales, de garganta, respiratorios en personas inmunocomprometidas. Se concluyó que existe relación entre el microbiota micótico del aire y la salud.

Los hongos patógenos primarios (mesófilos y termófilos) y oportunistas que afectan al ser humano por lo general crecen entre 35 y 40°C.

Tabla 30

Hongos encontrados en el muestreo.

DOMINIO	FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
HONGOS	Ascomycota	<i>Eurotiomycetes</i>	<i>Eurotiales</i>	<i>Trichocomaceae</i>	<i>Penicillium Sp</i>
					<i>Aspergillus</i>
		<i>Sordariomycetes</i>	<i>Hypocreales</i>	<i>Nectriaceae</i>	<i>Fusarium</i>

Nota: En los tres días de monitoreo y las zonas de muestreos se pueden encontrar dichos hongos.

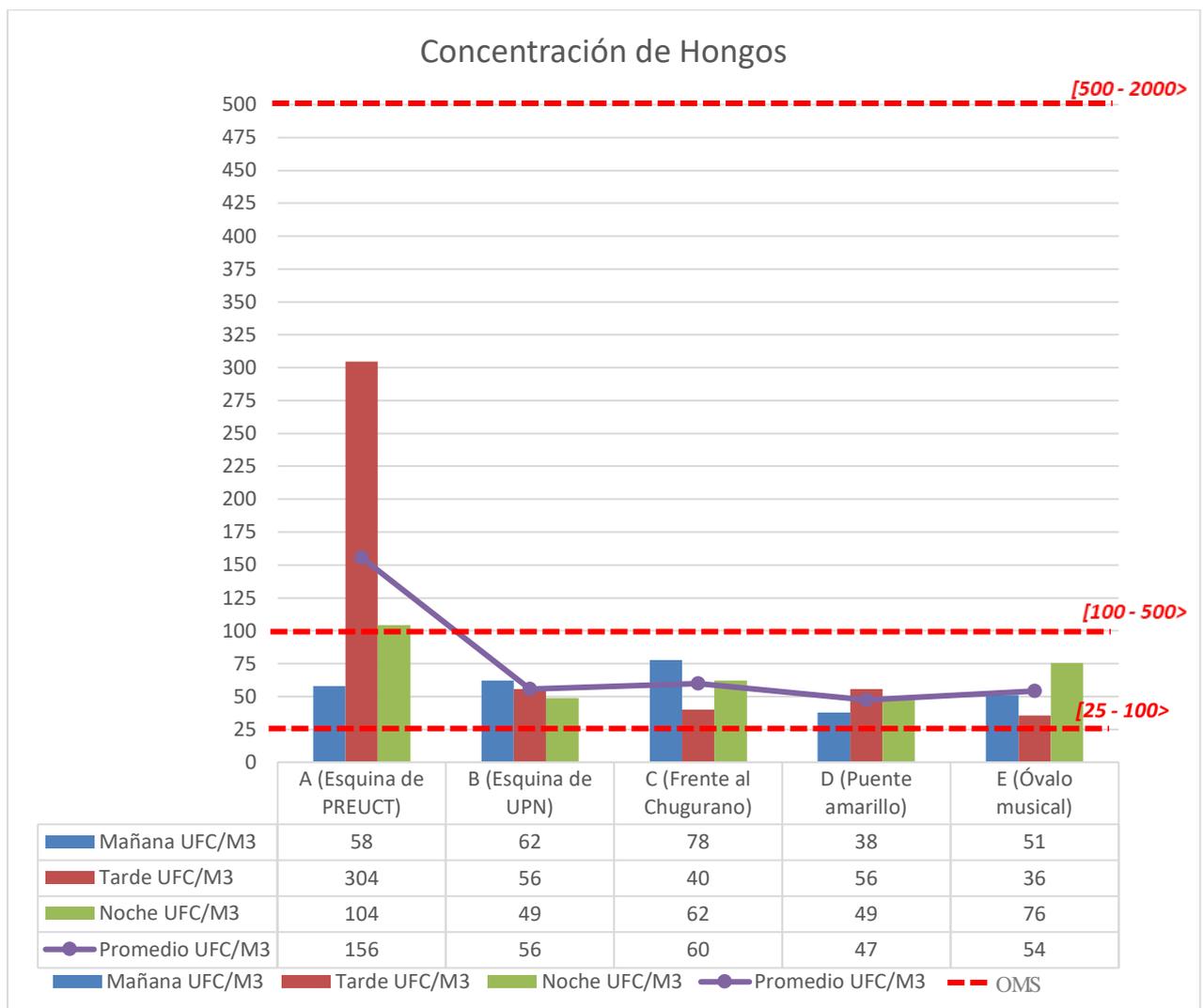


Figura 10

Resultados de nivel de contaminación por concentración de hongos en los meses de enero y febrero del año 2020.

4.1.6. Relación entre la concentración de microorganismos con respecto a la humedad, temperatura y tránsito vehicular en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca.

Tabla 31

Relación entre la concentración de microorganismos y la humedad, en la vía de evitamiento norte de Cajamarca.

		Concentración de microorganismos				
		Punto A	Punto B	Punto C	Punto D	Punto E
Temperatura	Correlación de Pearson	0.088	0.389	-0.420	-0.325	-0.560
	Sig. (bilateral)	0.822	0.300	0.261	0.393	0.117
Humedad	Correlación de Pearson	0.333	-0.663	0.580	.689*	0.451
	Sig. (bilateral)	0.381	0.051	0.102	0.040	0.223
Tránsito vehicular	Correlación de Pearson	0.462	0.460	-0.578	-0.292	-0.025
	Sig. (bilateral)	0.211	0.213	0.103	0.446	0.949

Nota: La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la tabla 23 se observa que al correlacionar la concentración de microorganismos de los diferentes puntos de muestreo de la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca con la temperatura (nivel de significancia, 0.576), humedad (nivel de significancia 0.564) y tránsito vehicular (nivel de significancia, 0.595) se encontró que en todos los casos el nivel de significancia es mayor a 0.05, por lo tanto no existe una relación significativa entre las variables en los diferentes puntos, con excepción del punto D, donde la concentración de microorganismos tiene relación con la humedad

(significancia de $0.040 < 0.05$), por lo tanto el coeficiente de Pearson (0.0689) es válido e indica una relación directa de nivel medio.

Estos resultados coinciden con (Caro et al., 2015) el cual en su estudio encontró la existencia de una relación directa en concentración de microorganismos con la humedad por encima mostrado que una humedad por encima del 40 % mantiene condiciones ideales para el crecimiento y desarrollo de microorganismos, especialmente promueve la germinación y crecimiento de hongos como *Penicillium sp.* y *Aspergillus sp.*

Asimismo, el resultado del estudio de (Bonifaz, 2012) sobre la relación que existe entre los microorganismos y la temperatura, muestra que temperaturas elevadas son un medio de crecimiento y supervivencia de microorganismos algunos se adaptan a cambios para lograr exposiciones ambientales más prolongadas, el cual coincide con nuestra investigación ya que al obtener temperaturas bajas no se relaciona directamente con la concentración de microorganismos.

Por lo contrario, estos resultados contradicen con (Fula & Rey, 2013), el cual muestra que el aerotransporte es el principal medio de propagación de los microorganismos, así su supervivencia se ve favorecida por la mezcla rápida del aire.

2.3.2. 4.2. CONCLUSIONES

- Se determinó que la calidad microbiológica del aire en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca entre los meses de enero- febrero del año del 2020 es intermedia con un nivel de 412 UFC/m³, no obstante, el Punto A (esquina de PRE-UCT) muestra un nivel de Calidad bajo con 906 UFC/m³.
- La zona de monitoreo con mayor presencia de microorganismos fue el punto A (esquina de PRE-UCT) de la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca.
- Concluimos que la concentración de microorganismos en el aire de los puntos de monitoreo de los meses de enero y febrero del año 2020 que se desarrolló en la vía de evitamiento de Cajamarca fue en el turno noche con un nivel intermedio de 412 UFC/m³, sin embargo, el punto A (esquina de PRE UCT) es el punto con mayor presencia mostrando un nivel alto de 906 UFC/m³.
- Determinamos que nivel de contaminación de hongos es baja con un nivel de 75 UFC/m³, y el nivel de contaminación de bacterias es intermedia con 337 UFC/m³, en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca.
- La relación que existe entre la concentración de microorganismos con la humedad, temperatura y tránsito vehicular en la vía de evitamiento en la ciudad de Cajamarca, es una relación inversa por lo tanto no existe una relación significativa entre las variables de estudio a excepción del punto D, el cual muestra que existe una relación directa entre la concentración de microorganismos con la humedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrutzky,R.,Dawidowski,L.,Murgida,A.,& Natenzon,C. (2014). *Contaminación del Aire en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*. Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Atenea, S. (2016). *Metodos de Investigacion de Enfoque Experimental*. Madrid: Metodos de Investigación en Educación Espacial.
- Atlas, R., & Bartha, R. (2002). *Ecología microbiana y Microbiología ambiental*. Ed. Pearson Educación, Madrid.
- Avalos, D. (2017). *Relación de la microbiota micótica del aire y la salud de la población del sector mampuesto b.2-el porvenir, 2017*. Trujillo : Universidad Cesar Vallejo.
- Bakieva. M., Gonzáles. S., & Jornet. J. (2018). *SPSS: ANOVA*. España.
- Ballester, F., Tenías, J., & Pérez, S. . (2002). Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud. *Institut Valencia d'Estudis en Salut*, 109-121.
- Bonifaz, A. (2012). *Micología Medica Básica*. Ciudad de Mexico : Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736.
- Borrego, S., & Perdomo, I., & DeLa Paz, J., & Gómez, S., & Guiamet, S. (2011). Relevamiento Microbiológico del Aire y de Materiales Almacenados en el Archivo Historico del Museo de La Plata, Argantina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba. *Revista del Museo de La Plata Vol 18*, 119-124.
- Borrego,S ., Perdomo, I., De la Paz, J., Gomez, S., Guiamet, P. (2011). Revelamiento Microbiológico del Aire y Materiales Relacionados en el Archivo Histórico del

- Museo, Argentina y en el Archivo Nacional de la Republica de Cuba. *Revista del Museo de la Plata. Vol °8, 119-121.*
- Cáceres. A. (2019). *Siembra, Aislamiento e Identificación de Microorganismos.* Colombia.
- Calvillo, N. (2010). El aire. *La Aventura de Aprender, 02-05.*
- Caro, P., Daza, M., & Diana, M. (2015). *Contaminación Microbiologica del aire al interior y el sindrome del edificio enfermo .* Barranquilla: Biociencias.
- Castañeda, E., & Rivera, J., Lechuga, K. (2003). Determinación de la Calidad Microbiológica del Aire una Industria Textil . *Latina Americana, 2-5.*
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2001). *Libro Verde.* Obtenido de Publications Office of the EU: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/859b1f78-ea84-44a1-a045-c230c2283c9e>
- Cordova, Y. (2014). *Calidad del aire en ambientes interiores; Contaminantes Biológicos.* Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Facultad de Ingeniería. Venezuela.
- Cruz, A., & Jimenez, A. (2012). *Evaluación de la Contaminación del Aire por Microorganismos Oportunistas y su Relación con el Material Particulado (PM10).* Colombia: Universidad de Salle.
- De La Rosa, M., Mosso, M., & Ullán C. (2015). *El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos.* España: Observatorio Medioambiental.
- Digesa. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Aire y Gestión de los Datos.
- Espelta, C., Barrios, J., Iribarren, A. (2013). Control Microbiologico Ambiental. *Enfermedades Infecciosas y Microbiologia Clinica, 396-401.*

Fernandez, P., Pértegas, S., & Diaz, S. (2014). Investigación Cuantitativa y Cualitativa.

Complejo Hospitalario-Universitario Juan Canalejo. , 1-4.

Fula, Y., & Rey, I. (2013). *Evaluación de la contaminación de aire por microorganismos patògenos en los bioaerosoles en una zona de alta actividad industrial y flujo vehicular de la localidad de Puente Arana.* Bogotá: Universidad de la Salle.

Jiménez, M., & Ferre, A., Chaves, L., Navarro, O., Marín, J., Cárdenas, J., & Rodríguez, S. . (2015). *Análisis Preliminar de un Cuestionario de Evaluación de la Percepción Social de la Contaminación Atmosférica.* Colombia: Universidad de Antioquia.

Klanova, K. (2015). *The concentrations of mixed populations of fungi in indoor air; rooms with and without mould problems, rooms with and without health complaints.* New York.

Lima, W. (2005). Poluente Atmosféricos e Vias Resperatorias Altas. *Revista Paulista de Pediatria Brasil, 5.*

López. T & Torres. C. (2006). Estudio cuantitativo de bacterias. *Universidad Nacional del Noreste, Pag. 2.*

Manahan, S. (2017). *Introducción a la química ambiental .* México : Reverté.

Matus, P. (2017). Contaminación Atmosferica: La composición Química Insiden en sus Riesgos. *Revista Medica de Chile. Voll.*

Méndez, C., Camacho, J., & Echeverry S. (2015). Identificación de Bacterias y Hongos en el Aire de Neiva. *Revista de Salud Publica Colombia, 728-737.*

Mendoza. L; Jambo, L; Sanchez, M; Velasquez, M. (2020). Evaluación de la calidad microbiológica del aire en el área de influencia de la planta de tratamiento de

residuos sólidos de Cajamarca. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology 18*.

Ministerio Agrourbano. (2007). Contaminación Atmosférica. 1-2.

Ministerio del Ambiente. (2018). Gestion de Calidad del Aire.

Molina, E. . (2015). Contaminantes Biologicos del Aire Interior de la Vivivenda: Factores Contribuyentes, Afecciones Relacionadas y Medidas Correctivas. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia*.

Molla, A., Esteban, R., & Yuli, R. (2017). *Determinación de la presencia de partículas (pm 10) en Perú producidas por quema de biomasa con ayuda de modelos numéricos*. Perú: Univesidad Nacional Mayor de San Marcos.

Montalván, A., Brígido, O., Estrada, K., & Hernández, D. (2005). Material particulado en la atmósfera de Camagüey. *Revista Cubana de Quimica, Vol XVII*, 44-45.

Morales, F. (2015). *Tipos de Investigacion* . Lima: Fmorales.

Organización Mundial de la Salud. (2018). Farmacorresistencia.

Pelezar, M., Chan, E., Krieg, N. (2014). *Microbiology; concepts and applications*. New York.

Pérez, C., & Belmonte, S., & Martinez, J. (2016). Estudio Microbiológico de los Alimentos Elaborados en Comedores Colectivos de Alto Riesgo. *Centro de Salud Pública del Distrito VIII I. Comuniad e Madrid*, 9-16.

Pernilla, L. (2013). *Determinación y comparación de la carga fúngica y bacteriana suspendida en el aire de 3 laboratorios microbiológicos ubicados en diferentes zonas del departamento de Guatemala*. Guatemala.

Qué son los microorganismos. (2017). *Ciencia*, 10-13.

- Quijano, A., & Quijano, L., & Quijano, M. . (2014). *Actividad mutagénica inducida por hidrocarburos aromáticos policíclicos en muestras de PM 2.5 en un sector residencial de Villa del Rosario-norte de Santander*. Colombia: Universidad de Pamplona.
- Romero, M., Diego, F., Alvarez, M. (2006). Contaminación del Aire y su Repercusión como Problema de Salud. *Revista Cuba de Higiene y Epidemiología*.
- Sánchez, K. & Almaguer, A. (2014). *Aeromicrología y Salud Humana*. Cuba: Revista Cubana de Medicina Tropical. 2014.
- Sánchez, M. (2017). Qué son los microorganismos . *Ciencia* , 11-15.
- Sarduy, Y. (2007). El Análisis de Información y las Investigaciones Cuantitativa y Cualitativa. *Revista Cubana de Salud Pública*, vol. 33., 4-9.
- Segura, J., & Franco, J. . (2016). *Exposición de peatones a la contaminación del aire en vías con alto tráfico vehicular*. Colombia: Universidad de los Andes.
- Serrano, A. (2016). *Métodos de Investigación de Enfoque Experimental* . Madrid: Educación Espacial.
- Siomi, D. . (2003). *Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana*. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Solarte, P., Calcedo, M., & Restrepo, S. . (2002). Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años en Bogotá. *Revista Médica Sanitas*, 2.
- Sotelo, B. (2018). *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-I*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.

Teresa, A., Zahaed, E., Tania, G., Ángeles, S., & Pacheco, N. (2017). Que son los microorganismos . *Ciencia* , 2-5.

Ticono, J., Carhuaz, M., Flores, D., & Alvarez, J. (2016). Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y la repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad Peruana la Unión. *Ciencia Tecnología y desarrollo*, 33-38.

Tinoco, J., Carhuaz, M., Flores, D., & Alvarez, J. (2016). *Determinación del crecimiento microbiológico por factores ambientales y su repercusión en la salud de la comunidad estudiantil en la biblioteca de la Universidad Peruana Unión*. Perú.

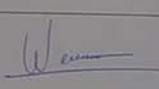
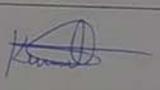
Tolozá, D., & Lizarazo, L. (2018). Calidad Microbiológica del Ambiente de la Biblioteca Alfonso Patiño Roselli, Tunja- Boyacá (Colombia). *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16-28.

Tortora, G., Funke, B., & Christine, C. (2007). *Introducción a la microbiología* . Buenos Aires: Medica Panamericana.

Universidad de Santiago de Compostela. (2018). *Guía SPSS 15.0 para Windows*. España.

ANEXOS

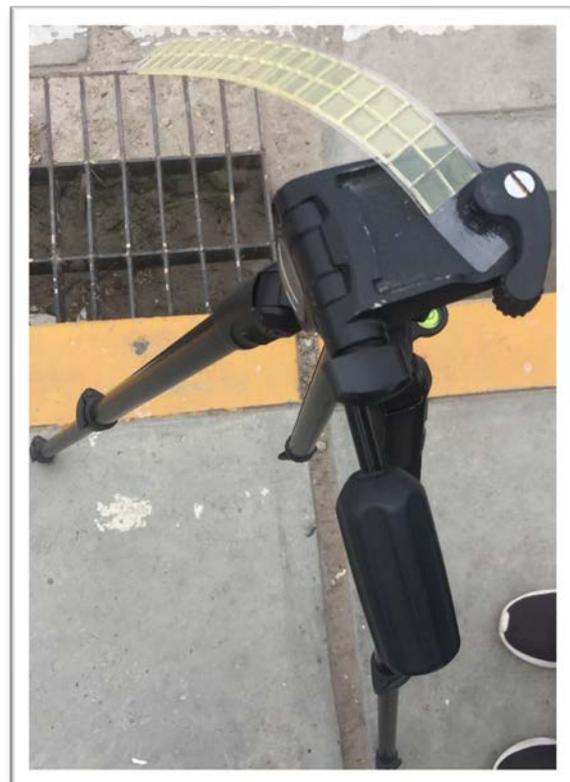
Anexos N°1. Hoja de Campo

HOJA DE CAMPO								
PROCEDIMIENTO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE								
DATOS GENERALES								
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO: Vía de Evitamiento Norte							FECHA: 30-01-20	
UBICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO: Vía de Evitamiento Norte								
RESPONSABLES DEL MONITOREO: Muñoz Borda Wendy Soberón Camacho Keyla								
MUESTREO								
CÓDIGO	COORDENADAS		LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD	TRÁNSITO VEHICULAR
	x	y						
PMA1	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	7:00-7:15 am	10.0 °C	35 %	195
PMA2	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	7:15 am	12.0 °C	24 %	199
PMA3	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	7:15 am	15.0 °C	33 %	207
PTA1	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	12:00-12:15 pm	20.1 °C	25 %	226
PTA2	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	12:12-12:15 pm	20 °C	24 %	231
PTA3	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	12:12-12:15 pm	20.3 °C	26 %	200
PNA1	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	6:00-6:15 pm	18 °C	33 %	284
PNA2	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	6:15 pm	17.5 °C	26 %	323
PNA3	7° 8' 48"	78° 30' 29"	Esq. PREUCT	30-01-20	6:15 pm	17.6 °C	34 %	285
PMB1	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	7:15 am	13.5 °C	41 %	297
PMB2	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	7:15 am	14.2 °C	39 %	245
PMB3	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	7:15 am	14.8 °C	38 %	321
PTB1	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	12:00-12:15 pm	19.2 °C	33 %	219
PTB2	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	12:12-12:15 pm	19.4 °C	30 %	299
PTB3	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	12:12-12:15 pm	19.2 °C	28 %	328
PNB1	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	6:00-6:15 pm	11.1 °C	41 %	211
PNB2	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	6:15 pm	12.6 °C	41 %	165
PNB3	7° 9' 4'	78° 30' 23"	Esq. UPALCT	30-01-20	6:15 pm	13.4 °C	39 %	219
PHC1	7° 9' 27"	78° 30' 24"	Fronda Chugurano	15-02-20	7:00-7:15 am	14.3 °C	44 %	113
PHC2	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	7:15 am	14.6 °C	45 %	121
PHC3	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	7:15 am	15.1 °C	45 %	127
PTC1	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	12:00-12:15 pm	21.1 °C	34 %	305
PTC2	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	12:12-12:15 pm	21.0 °C	35 %	298
PTC3	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	12:12-12:15 pm	21.1 °C	34 %	310
PNC1	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	6:00-6:15 pm	20.1 °C	33 %	295
PNC2	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	6:15 pm	20.0 °C	38 %	246
PNC3	7° 9' 27"	78° 30' 24"	F. Chugurano	15-02-20	6:15 pm	19.1 °C	39 %	253
PHD1	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	7:00-7:15 am	12 °C	46 %	157
PHD2	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	7:00-7:15 am	12.6 °C	45 %	160
PHD3	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	7:00-7:15 am	12.9 °C	32 %	199
PTD1	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	12:00-12:15 pm	19.2 °C	32 %	319
PTD2	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	12:12-12:15 pm	18.9 °C	32 %	314
PTD3	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	12:12-12:15 pm	19.1 °C	38 %	333
PND1	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	6:00-6:15 pm	17.8 °C	39 %	223
PND2	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	6:00-6:15 pm	18.1 °C	32 %	297
PND3	7° 9' 27"	78° 30' 21"	P. Amarillo	15-02-20	6:00-6:15 pm	17.7 °C	38 %	280
PHE1	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	7:00-7:15 am	16.4 °C	48 %	320
PHE2	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	7:15 am	16.5 °C	48 %	337
PHE3	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	7:15 am	16.4 °C	48 %	328
PTE1	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	12:00-12:15 pm	20.6 °C	33 %	414
PTE2	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	12:12-12:15 pm	20.4 °C	33 %	410
PTE3	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	12:12-12:15 pm	20.5 °C	33 %	429
PNE1	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	6:00-6:15 pm	18.7 °C	42 %	471
PNE2	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	6:15 pm	18.4 °C	41 %	468
PNE3	7° 9' 34"	78° 30' 21"	Quelva Musical	29-02-20	6:15 pm	17.7 °C	45 %	462
OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES								
FIRMA: 				FIRMA: 				

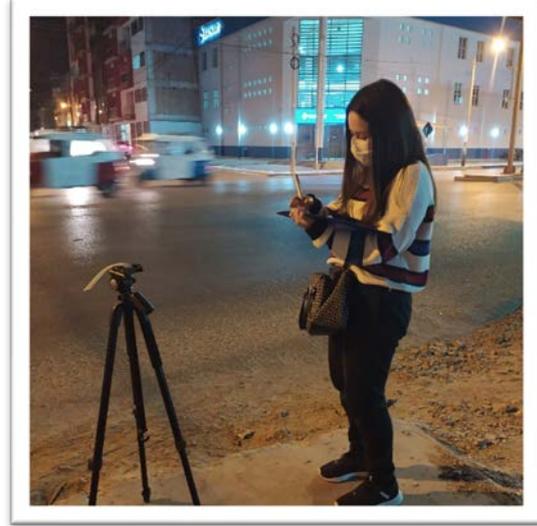
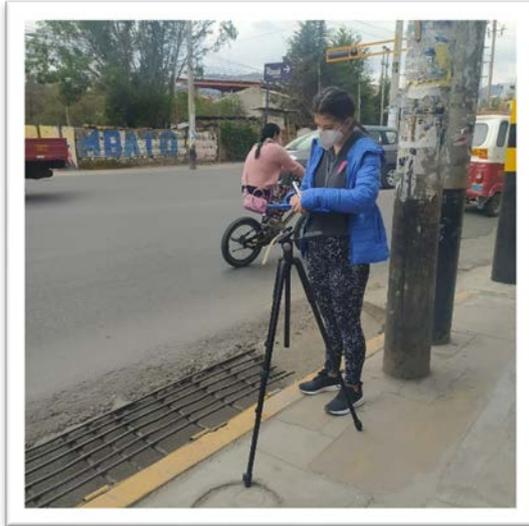
Anexos N°2: Ubicación de Monitoreo en el Punto B



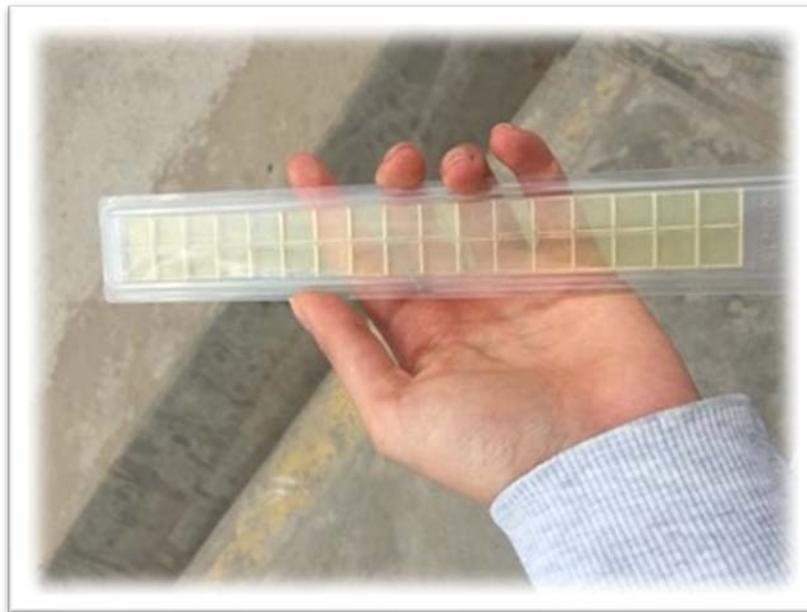
Anexos N°3: Método de sedimentación



Anexos N°4: Fotos del Muestreo Microbiológico



Anexos N°5: Laminas de Agar TSM



Anexos N°6: Laminas de Agar encubando a temperatura ambiente.



Anexos N°7: Laminas de Agar con microorganismos.



2.3.3. Anexos N°8: Laminas de Agar llevadas a la incubadora.

