UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA CON POSICIONAMIENTO EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI 2023.

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERÍA AMBIENTAL

SCARLETT KARININA TORRES RENGIFO

PUCALLPA, PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°188/2024-CGyT-FCFyA-UNU

En la cuidad de Pucallpa a las 10:20 a.m del día 07 de agosto del 2024, de acuerdo al Reglamente de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali se reunieron los miembros de Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que fueron designados con el Memo Múltiple N° 0034/2024-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Ing. Mg. Gladys Elena Rojas Gutiérrez	Presidente
Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez	Miembro
Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón	Miembro

Se procedió a la evaluación de la tesis la sustentada denominada: **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA CON POSICIONAMIENTO EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI"**, presentado por la bachiller **SCARLETT KARININA TORRES RENGIFO,** asesorado por **Ing. Mg. Moisés Torres Velasco,** habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por la sustentada. En consecuencia, la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD** y recomendando su publicación, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL,** después de las correcciones respectivas a la tesis. Siendo las 11:10 horas del mismo día se da por culminada el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Ing. Mg. Gladys Elena Rojas Gutiérrez
Presidente

Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez
Miembro

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por los miembros de Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Ing. Mg. Gladys Elena Rojas Gutiérrez
Presidente

Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez
Miembro

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón
Miembro

Ing. Mg. Moisés Torres Velasco
Asesor

Bach. Scarlett Karinina Torres Rengifo
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0208-2024.**

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA CON POSICIONAMIENTO EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI 2023"

Autor(es)	:	**TORRES RENGIFO, SCARLETT KARININA**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**M.Sc. TORRES VELASCO, MOISÉS**

Presenta un **porcentaje de similitud de 2%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 13/05/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Scarlett Karinina Torres Rengifo

Autor de la tesis titulada : "Evaluación de la Calidad del agua obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali"

Sustentada el año 2024

Asesor(a): Ing. Mg. Moises Torres Velasco

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: de Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 07 / 08 / 2024

Email: Karinina.05.19@gmail.com Firma: 

Teléfono: 961528895 DNI: 71994232

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi madre, que estuvo en los momentos más duros, a mi hermana por la compañía a lo largo de todo este camino, a mis abuelos que, aunque no están físicamente con nosotros, desde el cielo siempre me cuidan y guía en todo el camino profesional y personal, a mis amigos, compañeros y todas aquellas personas que de una u otra manera ha contribuido para el logro de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser la fuerza que, para seguir adelante, ya que me ha demostrado que es posible alcanzar mis metas profesionales con esfuerzo.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por impartirme sus conocimientos a lo largo de mi carrera profesional.

A mi asesor Mg. Moisés Torres Velasco, por brindarme su orientación y guía para el desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE DE GENERAL viii

ÍNDICE DE TABLAS xii

ÍNDICE DE FIGURAS xiii

RESUMEN xvi

ABSTRACT xvii

INTRODUCCIÓN xviii

1. CAPÍTULO I 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Formulación del problema 1

1.1.1. Problema general 2

1.1.2. Problemas específicos 2

1.1.3. Objetivo General 2

1.1.4. Objetivos Específicos 2

2. CAPITULO II 3

MARCO TEÓRICO 3

2.1. Antecedentes 3

2.1.1. Antecedentes Internacionales. 3

2.1.2. Antecedentes Nacionales..... 5

2.1.3. Antecedentes Locales. 11

2.1.4. La niebla 11

2.2. Planteamiento teórico del problema 16

2.2.1. Atrapa nieblas..... 16

2.3. Definición de términos básicos 24

3. CAPÍTULO III..... 26

METODOLOGÍA..... 26

3.1. Método de la investigación 26

3.1.1. Enfoque de la investigación 26

3.1.2. Alcance de la investigación 26

3.1.3. Diseño de la investigación..... 26

3.2. Población y muestra 26

3.2.1. Población..... 26

3.2.2. Muestra..... 26

3.3. Procedimiento de recolección de datos..... 28

3.3.1. Elaboración del sistema de captación de red de niebla 28

3.3.2. Determinación del volumen colectable de agua de niebla mediante un sistema de captación artificial 31

3.3.3. Determinación de la calidad fisicoquímica del agua de niebla para uso en consumo humano 33
3.3.4. Determinación de la calidad microbiológica del agua de niebla para uso en consumo humano 34
3.3.5. Determinación de los parámetros metrológicos 35
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. 36
3.4.1. Técnicas 36
3.4.2. Instrumentos 36
3.5. Procesamiento para recolección de datos. 38
3.6. Tratamiento de datos. 38
4. CAPÍTULO IV 40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40
4.1. Calidad del agua obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali. 40
4.2. Cantidad de agua obtenida por la red de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali 42
4.3. Características microbio biológicas del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali. 48
4.4. Característica física química del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali. 53
CAPÍTULO V 61

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 61

5.1. Conclusión 61

5.2. Recomendaciones 62

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

ANEXOS 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Coordenadas de Ubicación de las redes de niebla 27

Tabla 2 Calidad del agua obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali. 40

Tabla 3 Análisis de Varianza de la Cantidad de agua obtenida de las redes de niebla según la zona de captación 43

Tabla 4: Correlaciones en parejas de Spearman, como variables la cantidad de agua producida por las redes de niebla y la precipitación 45

Tabla 5: Correlaciones en parejas de Spearman, como variables la cantidad de agua producida por las redes de niebla y la humedad 46

Tabla 6: Correlaciones en parejas de Spearman, como variables la cantidad de agua producida por las redes de niebla y la temperatura. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de niebla de velocidad 16

Figura 2: Deposición de gotitas (a) por intercepción y (b) por inercia. Mientras menor sea el diámetro de la malla, mayor la retención de agua. 18

Figura 3: Mallas de acero inoxidable y Raschel con gotas de agua que cubren parcialmente las aberturas, bloqueando el flujo de niebla. Peñablanca (Chile), Julio de 2013 (María Tou y John Freidah). 19

Figura 4: La estructura soportante de un atrapanieblas puede ser rígida (a) o flexible (b). 21

Figura 5: estructura de marco rígido en Peñablanca. 22

Figura 6: Atrapa niebla bidimensional. 23

Figura 7: Macrodiamante (Carlos Espinoza, Antofagasta, Chile) 24

Figura 8: Mapa de ubicación de la colocación de las redes de niebla. 27

Figura 9: Neblinómetro sistema de posicionamiento eólico y pluviómetro .. 29

Figura 10: Instalación del Neblinómetro con sistema de posicionamiento eólico y pluviómetro 30

Figura 11: Evaluación de los volúmenes colectable de agua de niebla en zonas boscosa. 31

Figura 12: Evaluación de los volúmenes colectable de agua de niebla en Zona Urbana o edificada. 32

Figura 13: Evaluación de los volúmenes colectable de agua de niebla en zonas pastizales o gramalotales 33

Figura 14.Recolección de muestra de agua para el análisis fisicoquímico . 34
Figura 15. Recolección de muestra de agua para el análisis microbiológico 35
Figura 16. Medición de parámetros meteorológicos 36
Figura 17. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali 42
Figura 18. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la precipitación en la zona. 44
Figura 19. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la humedad en la zona. 45
Figura 20. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la temperatura en la zona 46
Figura 21. Bacterias heterotróficas en el agua obtenida a partir de las redes de niebla. 48
Figura 22. Coliformes Totales en el agua obtenida a partir de las redes de niebla 49
Figura 23. Coliformes Termo tolerantes en el agua obtenida a partir de las redes de niebla 50
Figura 24. E. Coli en el agua obtenida a partir de las redes de niebla 51
Figura 25. Huevos de larvas y oquistes en el agua obtenida a partir de las redes de niebla 52
Figura 26. pH en el agua obtenida a partir de las redes de niebla 53
Figura 27. Conductividad en el agua obtenida a partir de las redes de niebla. 54

Figura 28. Solidos Totales Disueltos en el agua obtenida a partir de las redes de niebla 55
Figura 29.Turbiedad en el agua obtenida a partir de las redes de niebla ... 56
Figura 30. Cloro en el agua obtenida a partir de las redes de niebla. 57
Figura 31. Hierro en el agua obtenida a partir de las redes de niebla..... 58
Figura 32. Cobre en el agua obtenida a partir de las redes de niebla..... 59
Figura 33. Dureza en el agua obtenida a partir de las redes de niebla..... 60

RESUMEN

El proyecto de tesis tiene como objetivo evaluar el agua para consumo humano obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali 2023. La muestra fue comprobada con el reglamento para la calidad del agua para consumo humano establecida en la normativa vigente. Como resultados obtuvimos que la red de niebla instalada en una área urbana o edificada genera un promedio de 45 ml/m2/día de agua, la red de niebla instada en un área de pastizal genera un promedio de 70 ml/m2/día de agua y la red de niebla instalada en un área boscosa genera un promedio de 104 ml/m2/día de agua. Las características microbio biológicas del agua obtenida a partir de redes de niebla en las tres zonas presentan una cantidad mayor a 500 UFC/ ml a 35 °C de Bacterias Heterotróficas, las tres zonas presentan una cantidad promedio de 2 UFC/100 ml a 35 °C Coliformes totales y una cantidad menor a 1 UFC/100 ml a 44.5 °C de Coliformes Fecales y E. Coli, además de una cantidad de 1 N° Org/L de Huevos de larvas, quiste y oquistes. Se concluye que la calidad del agua obtenida de la red de niebla ubicada en una infraestructura urbana, pastizal y bosques no son apta para consumo humano comparada con los Límites Máximos Permisibles.

Palabras claves: Agua de consumo, Red de niebla, microbiológico y físico químico.

ABSTRACT

The thesis project aims to evaluate the water for human consumption obtained from fog networks with wind positioning at the National University of Ucayali 2023. The sample was checked with the regulations for the quality of water for human consumption established in the regulations. current. As results, we obtained that the fog network installed in an urban or built area generates an average of 45 ml/m2/day of water, the fog network installed in a grassland area generates an average of 70 ml/m2/day of water. and the fog net installed in a forested area generates an average of 104 ml/m2/day of water. The microbial biological characteristics of the water obtained from mist nets in the three zones present an amount greater than 500 CFU/ml at 35 °C of Heterotrophic Bacteria, the three zones present an average amount of 2 CFU/100 ml at 35 °C C Total coliforms and an amount of less than 1 CFU/100 ml at 44.5 °C of Fecal Coliforms and E. Coli, in addition to an amount of 1 No. Org/L of larval eggs, cysts and ocysts. It is concluded that the quality of the water obtained from the fog network located in urban infrastructure, grasslands and forests is not suitable for human consumption compared to the Maximum Permissible Limits.

Keywords: Drinking water, Mist network, microbiological and physical chemical

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el Perú ha mostrado avances significativos en el desempeño de la economía con tasas de crecimiento de 4,8 % al año, en promedio; sin embargo, no puede decirse lo mismo respecto del bienestar social, principalmente en temas de salud, educación, agua y saneamiento de esta manera, uno de los grandes desafíos que tiene pendiente el Estado peruano, incluso con más necesidad que antes, es garantizar el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado a toda la población (Correa y otros, 2021).

Se instalaron tres puntos de muestreo dentro de la Universidad Nacional de Ucayali para determinar el volumen colectado y analizar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de niebla del área de estudio. El volumen de agua de niebla colectado fue desde el 1 de abril hasta el 30 de setiembre del año 2023. Para el análisis fisicoquímico (pH, temperatura, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto) se tomarán muestras semanales y para el análisis microbiológico (coliformes totales, coliformes termo tolerantes y Escherichia coli) se tomarán 1 muestra cada semana.

Las muestras analizadas fueron comparadas con el reglamento para la calidad del agua para consumo humano (D.S N° 031 – 2010 - SA), directrices para la calidad de agua de la OMS (1993), Directiva 98/83/EC sobre la calidad del agua destinada a consumo humano de la unión europea.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

Dura nte los últimos años, el Perú ha mostrado avances significativos en el desempeño de la economía con tasas de crecimiento de 4,8 % al año, en promedio; sin embargo, no puede decirse lo mismo respecto del bienestar social, principalmente en temas de salud, educación, agua y saneamiento de esta manera, uno de los grandes desafíos que tiene pendiente el Estado peruano, incluso con más necesidad que antes, es garantizar el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado a toda la población (Correa y otros, 2020).

Gran parte de la población fuera de la zona urbana y peri urbana, no tiene acceso a agua potable y muchos de los casos el acceso al agua es mediante la recolección de esta de algún rio o quebrada, que suelen estar alejadas del centro poblado y de poca salubridad. Es parte de la problemática nacional, en ese contexto, UNICEF asevera que el 26,6% de los hogares no dispone de red pública de agua, en algunas zonas de la Amazonía esta cifra alcanza 75% (UNICEF, 2021).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), una persona debe consumir en promedio 100 litros de agua para satisfacer las necesidades tanto de consumo como de higiene (OMS, 2023).

La construcción de sistemas de abastecimiento de agua, es poco probable en zonas alejada, más aún que no cuentan con fluido eléctrico, ya que los sistemas

de bombeo requieren esta energía, además de siendo altamente costoso el acceso para las familias de la amazonia peruana.

Debido a la problemática sobre el abastecimiento de agua en zonas rurales

1.1.1. Problema general

- ¿El agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali es apta para el consumo humano?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la cantidad de agua producida por la red de niebla?
- ¿Cuál son la característica microbio biológica del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali?
- ¿Cuál son la característica física química del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali?

1.1.3. Objetivo General

- Evaluar la calidad del agua a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali.

1.1.4. Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad de agua producida por la red de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali.
- Analizar las características microbio biológicas del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali.
- Analizar la característica física química del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Corell (2015), menciona que la niebla ha sido mayoritariamente estudiada por los problemas que genera, como por ejemplo la disminución de la visibilidad, que puede provocar retrasos o accidentes en carreteras, puertos o aeropuertos. Sin embargo y aunque en menor medida, también ha sido analizada por uno de sus aspectos positivos como su uso de recurso hídrico. En diferentes países, como por ejemplo Chile, Sudáfrica, Guatemala o Eritrea, o en lugares que nos son más familiares como las Islas Canarias, existen proyectos de aprovechamiento de agua obtenida a través de la niebla, que abastecen para consumo humano pequeñas localidades o colegios, o permiten el desarrollo de actividades en el ámbito agrícola o forestal por medio del riego. La cuenca mediterránea de la Península Ibérica es un área especialmente sensible a los problemas derivados de la escasez de agua, por lo que la búsqueda de fuentes alternativas de agua puede ayudar a reducir este problema. A su vez, esta región reúne muchas de las características geográficas y climatológicas que han llevado al resto de países y lugares mencionados a iniciar trabajos sobre la captación de agua de niebla. Por todo ello, esta tesis estudia por primera vez el potencial de aprovechamiento de agua de niebla en la Península Ibérica, y en concreto, en su vertiente mediterránea. Para ello, se diseña y construye un captador de niebla pasivo experimental, ya que no existen en el mercado sensores de este tipo. Luego se pone en marcha una Red de Colectores de Agua

de Niebla formada por 23 captadores, todos ellos localizados en áreas de montaña del litoral mediterráneo, en un área de 800 km de longitud que transcurre desde el pirineo oriental hasta el Cabo de Gata. La Red, en el más longevo de los emplazamientos, permaneció operativa desde el año 2003 hasta el 2012, registrando datos de recolección de agua de niebla, además del resto de variables meteorológicas básicas (lluvia, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección de viento). Esta tesis analiza, mediante el uso de técnicas estadísticas, los datos meteorológicos obtenidos por los colectores de la Red, con el objeto de conocer el potencial de recolección de agua de todos los emplazamientos estudiados, además de otras características básicas del comportamiento de la niebla, como son: los valores máximos diarios recolectados, la duración de los episodios de niebla o las direcciones de viento que optimizan la captura. Del mismo modo, se analizan los patrones de circulación atmosférica de los días con recolección de agua de niebla, así como la calidad química del agua capturada. Por último, se proponen actividades de aprovechamiento del agua recolectada adaptadas a la zona de estudio, prestando atención al tipo de tecnología utilizada, así como al contexto demográfico y social donde nos encontramos.

Corell y otros (2014), realizó un estudio al sudeste de la Península Ibérica y, en concreto, las provincias de Alicante, Murcia y Almería, es un área especialmente sensible a la problemática de la escasez de agua, debido a su clima de escasas precipitaciones y de sus habituales periodos largos sin lluvias. Es por ello, que la búsqueda de fuentes de agua alternativas puede ayudar a mejorar este problema. En este trabajo, se hace un estudio sobre el potencial de captación de agua de

niebla mediante métodos pasivos en siete emplazamientos de montaña, analizando a su vez sus principales características. La tasa de captación obtenida durante el periodo comprendido entre enero de 2010 y abril de 2011, ha variado entre 7.1 l/m2/d en Bernia y 0.8 l/m2/d en Helada. El episodio de recolección de niebla de mayor duración ha sido de 86 horas consecutivas, acumulándose un total 465 l/m2. El estudio nos ha permitido determinar la dirección óptima en la que se debería instalar un captador de niebla industrial de tipo pantalla, así como llevar a cabo una estimación del volumen de agua potencial que se podría haber recolectado en cada emplazamiento.

Carrera y otros (2020), asevera que el principal objetivo de este estudio fue generar una nueva fuente de obtención del recurso hídrico mediante el diseño e implementación de un sistema de captación de niebla. La cima del Ilaló y las laderas fueron los lugares óptimos para implementar las torres, los atrapanieblas de modelo circular y rectangular lograron captar un volumen de agua de hasta 0.85 y 4.57 L /$m2$/día respectivamente. Además, se generó un modelo de aprendizaje automático con un 74% de explicación del comportamiento climático con variables como la temporalidad mensual (32%) humedad (21%) la presión atmosférica (19%) la temperatura con (16%) y la visibilidad (13%).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Sandoval y otros (2022), sostiene que su trabajo de investigación, responde como alternativa de solución a una problemática común en las familias de Ayabaca. Finalmente, en la zona 3 se captó mayor cantidad de agua, obteniéndose 2.9 litros, superando a los otros dos. Además, se encontró diferencia significativa entre las 3

zonas, por lo tanto, esa es el área donde debe ser ubicado el atrapanieblas, y para obtener un atrapanieblas con capacidad de captación de 100 litros/m2/día, se necesita invertir 687.5 soles, esto varía dependiendo, las hectáreas de siembra y el tipo de cultivo.

Correa y Ramírez (2020), indica que el objetivo de su estudio es describir que prototipo de atrapanieblas es más eficiente a la hora de recolectar volumen hídrico mediante la captación de neblina y evaluarlos en base a su eficiencia, la estructura de la investigación está dividida en dos pruebas, durante la primera validaremos que prototipo es más eficiente a la hora de obtener agua de niebla de acuerdo al volumen captado con respecto a su ubicación geográfica y durante la segunda se evaluará la eficiencia por cada m2 en base a la área de captación, en la primera prueba se obtuvo que la altura no es determinante para un resultado más óptimo y en la segunda prueba se consiguió definir que los prototipos de menor área son más eficientes, con un valor de 1.2 L / m2 / día y en los días de solo niebla se obtuvo una eficiencia de 1.7 L / m2 / día, por eso concluimos que la zona de Kuntur Wasi es idónea para el aprovechamiento del recurso hídrico con prototipos de una área menor a 3 metros cuadrados de captación.

Lino (2019) da a conocer el estudio realizado en las asociaciones de vivienda ecológica “Las Maravillas” y “06 de Marzo” en la Quebrada Manchay para determinar el volumen colectable, así como la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de niebla de la zona. Se establecieron tres puntos de monitoreo: P-01 a 514 m.s.n.m., P-02 a 574 m.s.n.m. y P-03 a 674 m.s.n.m. El volumen de colecta se determinó registrando diariamente, donde se determinó que el volumen de agua de

niebla colectado desde el 11 de junio hasta el 11 de octubre del año 2017. Para el análisis fisicoquímico (pH, temperatura, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto y plomo) se tomaron muestras semanales, solo para el análisis del plomo se tomó una muestra por cada cuatro semanas; y para el análisis microbiológico (coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli) se tomaron 2 muestras cada cuatro semanas. Los meses de junio, agosto y setiembre tuvieron mayores eventos de niebla; y el punto P-03 tuvo el mayor promedio diario total de colecta con 4.057 L/m2/día. La calidad fisicoquímica y microbiológica en los tres puntos de monitoreo sobrepasan los estándares nacionales e internacionales para la calidad del agua destinadas al consumo humano por lo que dicha agua no es apta para ser usada como agua para consumo humano.

Antara y Marquez (2020), su investigación tiene por objeto evaluar la eficiencia de la tecnología de atrapanieblas de tipo Raschel al 50% y 80% de porosidad en el cerro las Tunas para el riego de las áreas verdes de la Universidad Peruana Unión. Los resultados revelan que el atrapaniebla de tipo Raschel de 80% logro captar un volumen de 258.010 Litros de agua, en comparación al atrapaniebla de 50% el cual obtuvo 168.50 Litros de agua, ambos con un área de malla colectora de 6m2, en un periodo de monitoreo de 4 meses, desde Junio hasta Setiembre del 2019. Por lo tanto, se concluye que el atrapaniebla de 80% de porosidad logro alcanzar el mayor volumen de agua de niebla captada, siendo un 60.49% más eficiente. Además, los resultados de la caracterización del agua recolectada evidencian la buena calidad del agua siendo esta óptima para el riego de las diferentes especies arbóreas presentes en el área de estudio.

Merino (2017), menciona. Los captadores están hechos de materiales baratos y accesibles, y se pueden construir de diversas formas y tamaños. En el estudio se evaluó la disponibilidad de agua en la niebla, para lo cual se usó un neblinómetro modelo SFC que tiene una superficie de 1 m2 y está fabricado con malla Raschell de 35 % de sombra. El volumen captado fue variable (0 a 9 litros) y dependió de las condiciones climáticas en la zona de estudio. La calidad del agua de neblina se determinó a través del análisis de parámetros obligatorios (pH, conductividad eléctrica, turbiedad, color y coliformes fecales) del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano de DIGESA. Los parámetros analizados sobrepasaron los límites máximos permisibles del Reglamento, por lo cual fue necesario tratar el agua, utilizándose un filtro cerámico. Se usó un filtro comercial denominado “El Filtron”, con tratamiento a nivel domiciliario. El filtro permitió la eliminación de coliformes fecales hasta un 100 por ciento; la disminución de la turbiedad en 91 por ciento y color en 16 por ciento, además alcalinizó el pH hasta 8.22; pero no se alcanzaron los límites para que el agua sea apta para el consumo humano.

Cruz (2016), manifiesta el desarrollo de proyecto: Acceso al Agua por Sistemas de Atrapanieblas de la Asociación “Peruanos sin Agua” con aguas no convencionales, Lluvias y Neblina. Por: Abel Cruz, Emprendedor Social y Líder del Movimiento Peruanos sin Agua El sistema atrapanieblas consiste en atrapar las gotas de agua microscópicas de la neblina a través del uso de mallas parecidas a una red. Las pequeñas gotas de la niebla quedan adheridas en los hilos de las mallas para luego ser redirigidas y acumuladas en depósitos. Abel Cruz, Líder y

emprendedor social del Movimiento "Peruanos sin Agua" es el encargado de desarrollar este sistema de Atrapanieblas en Perú donde una de cada tres personas no tiene acceso al agua potable. Su proyecto de emprendimiento social se desarrolla con la comunidad, mediante la cooperación entre la sociedad civil organizada, la empresa privada y el Estado. Un sistema de atrapanieblas de 24Mts2 logra captar de 200 hasta 350 litros de agua al día, lo que permite abastecer de agua a 3 familias. El agua es utilizada por las familias para distintos usos: lavar utensilios/ropa, bañarse, agricultura orgánica, reforestar, ahora con este proyecto pretendemos dar agua potable, a más de 500 familias, en el distrito de villa María del triunfo en el asentamiento humano, villa Lourdes ecológico II. El proyecto es una alternativa de recursos hídricos en zonas semiáridas con sistemas de captación altamente eficientes y usos no tradicionales. Busca generar conocimiento e información relevante para el aprovechamiento de un bien público clave como la niebla, en zonas de alta escasez hídrica y extrema pobreza. Este proyecto busca rescatar y recuperar parques ecológicos, conservar y proteger la biodiversidad del ecosistema de Lomas. Es una iniciativa que busca resolver el problema de escases de agua en los asentamientos humanos y que permite a las familias de escasos recursos económicos encontrar otras fuentes de ingreso como; agricultura urbana, reforestación, conservación de ecosistemas y turismo ecológico.

Pérez (2019), el presente estudio permitió realizar una evaluación sobre la cantidad de agua captada de la niebla haciendo uso de un sistema denominado “neblinómetro”, así como, conocer su calidad para consumo humano. Se instalaron tres neblinómetros separados a 1.5 metros, orientados en tres direcciones distintas

con el fin de captar los vientos provenientes del sur, oeste y del suroeste. La finalidad de ello fue validar la dirección del viento predominante. Respecto de la calidad del agua captada, se comparó los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio con los límites máximos permisibles, según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Yanapa (2021), sostiene que su investigación tuvo como objetivo comparar tres tipos de atrapanieblas para la obtención de agua para riego en el manteniendo de árboles de Pamplona Alta el Trébol – 2021. Se evaluó la calidad del agua y el rendimiento por L/día, L/m2 /día. Los resultados fueron en la obtención del agua registrándose diariamente la cantidad en promedio para la malla raschel 50% un promedio de 39.79 L/día y 1.99 L/m2 /día, la malla antiáfido obtuvo un promedio de 28.27 L/día, 1.41 L/m2/día y en la malla mosquitera obtuvo 48.64 L/día, y 2.43 L/m2/día. Para la calidad de agua en los parámetros fisicoquímicos, en los Solidos Disueltos Totales (DTS) hubo diferencia significativa y con la prueba de Tukey el tratamiento 2 y 3 fueron iguales y mejores que el tratamiento 1, Por otro lado, no hubo diferencia significativa para el Ph, la Temperatura y la Conductividad Eléctrica. Concluyendo así, que el rendimiento de los atrapanieblas de malla raschel de 50%, antiáfido y mosquitera, fue de 34%, 24% y 42% respectivamente, siendo la malla mosquitera tuvo el mejor rendimiento en cuanto a los atrapanieblas para captar agua de niebla.

2.1.3. Antecedentes Locales.

Melendez y otros (2015), con el fin de determinar si el agua recolectada artificialmente de la niebla en la zona central montañosa del Estado de Veracruz es apta para el consumo humano, se realizó un muestreo preliminar de enero a marzo del año 2010, periodo de mayor frecuencia de nieblas, para analizar sus aspectos físicos, químicos y biológicos y evaluar su calidad. Se encontró que el agua contiene metales pesados como el mercurio, organismos coliformes y cantidades altas de nitrógeno amoniacal, pero esto se puede solucionar aplicando un tratamiento de saneamiento para uso humano con un costo de 0.00341 USD L-1 que no incluye mano de obra ni infraestructura. Se discuten las causas que pueden originar su contaminación y se concluye que el agua recolectada de la niebla no es adecuada para el consumo humano, pero sí para la agricultura.

2.1.4. La niebla

Fenómeno meteorológico que consiste en nubes bajas, a nivel de suelo y que está formada por partículas de agua muy pequeñas suspendidas en el aire y desplazadas por el viento, que no tienen el peso suficiente para caer (Aranguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009)

2.1.4.1. Clasificación de la niebla de acuerdo a su génesis

Las nieblas se clasifican según los procesos físicos que la forman, pues éstos le dan características de espesor vertical, densidad, persistencia y tiempo de ocurrencia. Para que se produzca niebla el aire tiene que alcanzar el punto de saturación, y dicha saturación se puede alcanzar por dos procesos: aumentando el contenido de vapor de agua en el aire y disminuyendo la temperatura hasta el punto

de rocío (Izuna, 2010). De acuerdo esto se tienen nieblas por evaporación y nieblas por enfriamiento (Soriano, 2015).

Soriano (2015), menciona que las nieblas por evaporación se clasifican en:

Niebla de vapor: Se forma cuando una masa de aire frío y relativamente seco se mueve sobre agua cálida (Contreras, 2012). Se produce la evaporación desde la superficie del agua, el vapor asciende y al mezclarse con el aire frio superior se satura produciéndose la condensación en forma de vapor. Generalmente, se presenta, sobre la superficie de los lagos y ríos, cuando el agua es más caliente que el aire (Soriano, 2015).

Niebla frontal: Se produce cuando una lluvia cae sobre aire frío con temperaturas cercanas al rocío, lo que ocasiona que se evapore y se produzca la niebla. Son nieblas espesas y constantes, ocasionadas porque se agrega humedad al aire frío; dado que la capacidad del aire para mantener el vapor de agua a bajas temperaturas es pequeña, se requiere mucha evaporación adicional para producir la saturación y formación de niebla (Soriano, 2015).

Soriano (2015), menciona que las nieblas por enfriamiento se clasifican en:

Nieblas de radiación: Se forman por el enfriamiento de las capas de aire que están en contacto con la superficie; el vapor de agua presente en la masa de aire se condensa debido al enfriamiento. Este tipo de niebla se forma en las noches (Soriano, 2015).

Nieblas de advección: Se produce cuando una masa de aire húmedo y cálido se desplaza horizontalmente sobre una superficie fría. La niebla se forma en

la parte inferior de la masa de aire que se desplaza pues llega al punto de rocío (Soriano, 2015). Son frecuentes en las zonas costeras, especialmente en invierno, cuando una masa de aire marítimo tropical húmedo y caliente procedente del mar fluye hacia la tierra más fría. En verano, se produce de forma inversa, es decir, sobre el mar cuando el aire húmedo – cálido es enfriado hasta la saturación (Vistin, 2014). Esta niebla se forma en el mar a partir de una nube estratocúmulo a cientos de kilómetros de la costa con una presencia constante, pero variable en altitud, aproximadamente entre los 500 y 1 200 m.s.n.m. Esta nube es desplazada por el viento hasta el litoral y la cordillera de la Costa (advección) donde es interceptada por laderas, cimas, farellones y se transforma en niebla, por ello es conocida como "nube a ras de suelo" (Cereceda y otros, 2014).

Nieblas orográficas: Se producen cuando una masa de aire húmedo y cálido se mueve hacia una montaña; al subir por la pendiente de la montaña, la masa se expande y enfría; teniendo las condiciones de humedad apropiadas se puede llegar al punto de roció, formándose la niebla (Soriano, 2015). La niebla no baja al valle por que el viento descendente se calienta y se disipa. Se produce en invierno y las mejores alternativas son las situadas a barlovento de la ladera. Es condición que la humedad relativa inicial sea elevada y que el viento sea persistente y no muy intenso (Ledesma, 2002). Este tipo de niebla también es conocida como nube gorro de montaña o hill cap cloud (Cereceda y otros,2014)

2.1.4.2. Calidad del agua de niebla

Las masas de aire absorben gran cantidad de contaminantes cuando se mueven de un lugar a otro en la atmósfera, lo que afecta el contenido de gases

solubles y el de partículas en el agua de lluvia y en la niebla. Estos gases y partículas se estabilizan por medio de transformaciones físicas y químicas, antes de ser depositados sobre la superficie terrestre como lo menciona (Avila, 1999).

El agua captada de la lluvia horizontal en atrapanieblas presenta una reducción de algunos efectos contaminantes por el uso del agua en tensión de vapor, lo cual sería ideal para zonas rurales en donde los contaminantes en el ambiente no son tan elevados y llevar agua hacia esas zonas sería muy costoso, por la distancia y la longitud de las tuberías para un solo o muy pocos usuarios (Mendoza y Castañeda, 2014).

2.1.4.3. Usos potenciales del agua de niebla

Cereceda y otros (2014), menciona que los usos que puede tener el agua de niebla son múltiples, entre ellos: usos Agrícolas, usos mineros, agua para uso doméstico, de bebida y otros, bebederos para animales, uso agroindustrial o como materia prima para otros productos, usos turísticos y recreacionales, y otros como recuperación de la flora natural. (Cereceda Troncoso, Pilar, 2014)

Agua potable: En Chile existen pequeños poblados y caletas que presentan serios problemas de abastecimiento de agua, esta alternativa aparece como una posibilidad concreta para satisfacer, de manera importante, estas demandas. En la actualidad prácticamente todos estos poblados se surten de agua por medio de camiones aljibe, con serios reparos sanitarios, cuota de consumo mínima por persona, altos costos e inseguridad de un abastecimiento normal y oportuno (Aranguiz y otros, 2009). En Chungungo se tiene una dotación de agua de niebla de 30 L/persona/día y de buena calidad (Soto, 2002).

Agua potable envasada: Los niveles de arsénico presentes en el agua potable de Antofagasta podrían favorecer el establecimiento de una empresa envasadora de agua de camanchaca, como es el caso de algunas embotelladoras de agua mineral que también ofrecen su producto en bidones (Aranguiz, 2009).

Abrevaderos: El agua captada de las nieblas en los sectores altos de los cordones montañosos de la cordillera de la costa, puede ser utilizada directamente en el lugar como abrevaderos, contribuyendo a un mejor manejo de los recursos (Aranguiz, 2009). En las regiones más desérticas estos abrevaderos pueden constituirse en puntos de concentración de fauna silvestre (aves, zorros, guanacos). Soto (2002), menciona que un predio cercano a Los Vilos (Hacienda Agua Amarilla) está utilizando esta técnica con óptimos resultados.

Ecoturismo: En el Parque Nacional Pan de Azúcar se están diseñando senderos con circuitos de larga duración donde se contempla refugios en los sectores altos que estarán abastecidos con agua de camanchaca. Esta será una de las actividades de promoción del ecoturismo (Aranguiz, 2009).

Forestación: El uso de atrapanieblas en las zonas costeras con fines de reforestación en el Olivillo, Petrillo y Canelo se observan promisorios resultados, permitiendo el desarrollo de plantaciones de enriquecimiento en estas áreas (Hernandez y Vita, 2004).

Materia prima de otros productos: Con aguas obtenidas de los atrapanieblas se inició en 2011 la primera producción de cerveza artesanal denominada “Atrapaniebla”a nivel mundial de este tipo. Corresponde a una iniciativa

liderada por los hermanos Carcuro y con el apoyo de CORFO-INNOVA y la Comunidad Agrícola Peña Blanca. Se trata de un producto que está siendo reconocido por su calidad y características distintivas, el cual ha ido en forma constante aumentando su nivel de producción y mejoras tecnológicas (Lino, 2019).

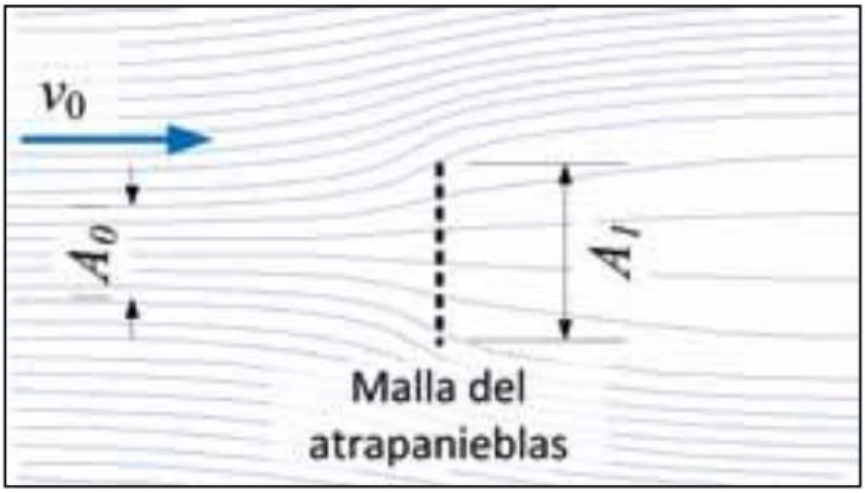
2.2. Planteamiento teórico del problema

2.2.1. Atrapa nieblas

2.2.1.1. Principio de operación y eficiencia de colección

La eficiencia de colección es un factor de importancia, que también influye en el costo del agua cosechada. Esta se define como la fracción del agua que contiene la niebla que llega al estanque de almacenamiento. La eficiencia de colección se puede descomponer en otras tres eficiencias: la eficiencia aerodinámica, la eficiencia de deposición y la eficiencia de drenado (Rivera, 2011).

Figura 1: Flujo de niebla de velocidad

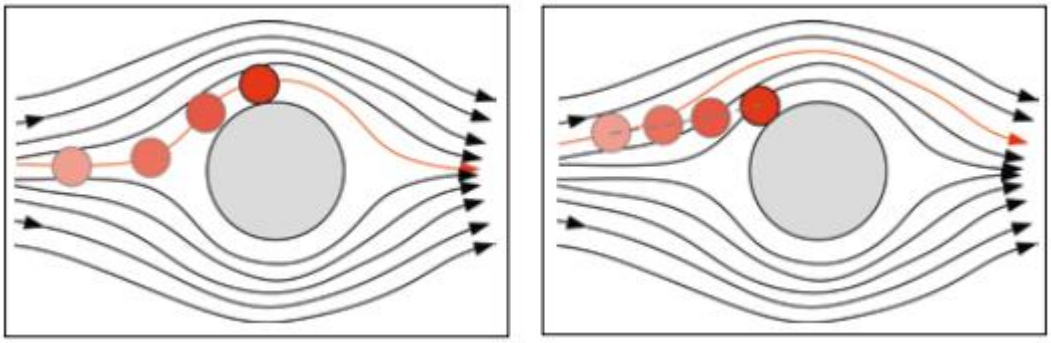


Como se puede ver en la Figura 1, el Flujo de niebla de velocidad v0 que se dirige hacia el atrapanieblas; parte del flujo se desvía y pasa por los alrededores. El

área A0 corresponde al flujo de niebla que pasa a través de la malla; A0 corresponde al área efectiva de la malla del atrapanieblas. La razón de áreas A0 /A1 representa la fracción del flujo no perturbado que efectivamente llega a la malla (Cereceda, 2014)

La eficiencia de deposición toma en cuenta que las gotitas tienden a seguir las líneas de flujo del aire y van a tratar de pasar por los costados de los filamentos. Si una gotita sigue perfectamente las líneas de flujo, pero esta última pasa a una distancia de la superficie del filamento menor que el radio de la gotita, ella chocará y se depositará, como muestra la Figura, esto se llama deposición por intercepción. Las gotitas tienen una densidad casi mil veces mayor que el aire, y si su tamaño y velocidad son suficientemente grandes comparado con la curvatura de la línea de flujo en la que se encuentra inicialmente, no la podrá seguir, continuando en una trayectoria más recta y, eventualmente, chocando con el filamento, como muestra la Figura, ese mecanismo se llama deposición inercial. Estos dos mecanismos de captura son más efectivos si el diámetro del filamento es del orden del tamaño de las gotitas, que tienen entre 1 y 20 µm de diámetro. Por lo tanto, conviene que la malla tenga los filamentos lo más delgados posible. Sin embargo, hay dos limitaciones importantes para el grosor de los filamentos (Cereceda , 2014).

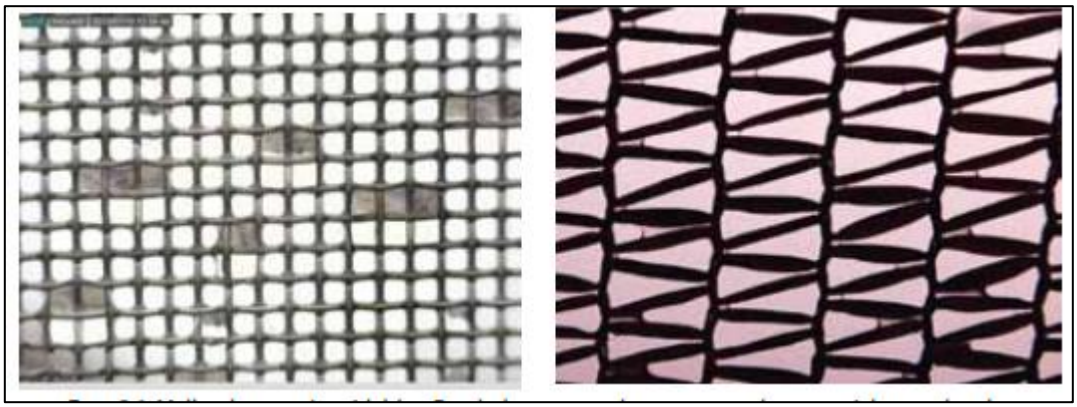
Figura 2: Deposición de gotitas (a) por intercepción y (b) por inercia. Mientras menor sea el diámetro de la malla, mayor la retención de agua.



En la figura 2, se muestra que la gotita (en rojo) sigue la línea de flujo roja pero choca con el filamento (en gris) porque su radio es mayor que la distancia entre la línea de flujo y el obstáculo. b) La gotita (en rojo) no es capaz de seguir la línea de flujo rojo (Cereceda, 2014).

El problema que esto último presenta es que llega un momento en que estas aberturas empiezan a ser bloqueadas por gotas de agua que las cubren por tensión superficial, como muestra la figura 3. Este efecto ha sido estudiado por Park y otros (2013), quienes demuestran que el problema se reduce con superficies hidrófobas (repelentes del agua) y con baja histéresis en el ángulo de mojado (diferencia entre el ángulo de mojado cuando la gota avanza y cuando retrocede).

Figura 3: Mallas de acero inoxidable y Raschel con gotas de agua que cubren parcialmente las aberturas, bloqueando el flujo de niebla. Peñablanca (Chile), Julio de 2013 (María Tou y John Freidah).



Finalmente, la eficiencia de drenado se define como la razón entre el agua que llega al estanque de almacenamiento y la que se ha depositado en la malla. Las pérdidas se producen por arrastre de gotas por el viento, agua que se desprende de la malla y cae fuera de la canaleta y filtraciones o desborde de la canaleta. La eficiencia de drenado también mejora con baja histéresis en el ángulo de mojado (Park y otros, 2013).

2.2.1.2. Mallas para atrapanieblas

Las mallas para atrapanieblas pueden estar hechas de cualquier material que resista la intemperie, especialmente la radiación solar. Lo que más se ha usado hasta la fecha es la malla Raschel fabricada con cintas de polietileno de aproximadamente 2 milímetros de ancho y algunas décimas de milímetro de espesor. Sin embargo, existe una gran variedad de mallas plásticas que pueden ser apropiadas. En general, mallas de monofilamento cilíndrico son mejores que las de cintas (como la Raschel típica) porque tienen un mejor comportamiento

aerodinámico y son más resistentes. El coeficiente o porcentaje de sombra es la característica más relevante de la malla. Si este coeficiente es muy grande (malla muy tupida) poca niebla pasará a través de ella y la captura de agua será baja. Si es muy chico, pocas gotitas de niebla chocarán con los filamentos y la captura también será baja. El modelo teórico representado muestra que la mayor eficiencia se obtiene con un coeficiente de sombra del orden de 55%; sin embargo, para mallas con filamentos con forma de cinta (malla Raschel típica), el óptimo probablemente está más cerca de 50%. Por otro lado, hay que notar que entre 49% y 62% de sombra hay muy poca diferencia en la eficiencia, del orden de 1% (Cereceda, 2014).

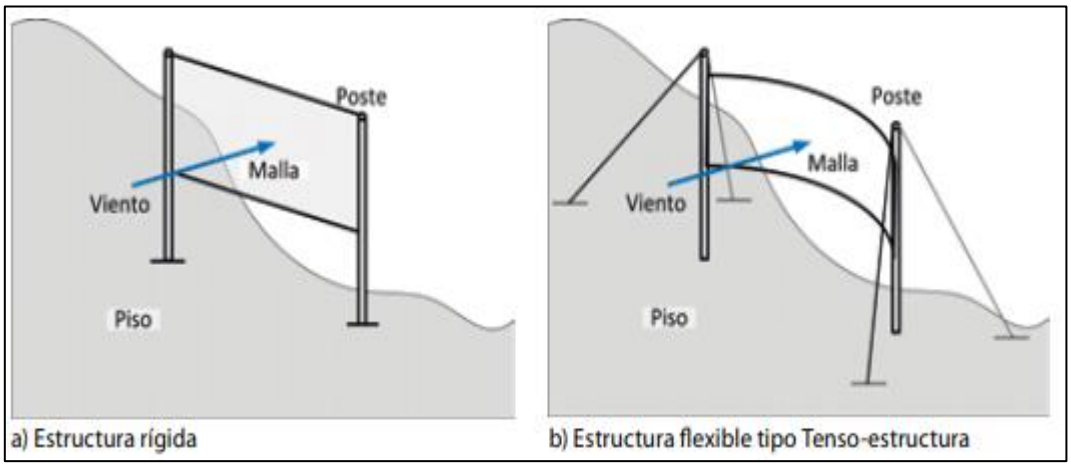
2.2.1.3. Análisis estructural

La estructura soportante debe resistir el peso propio de la malla saturada de agua, las fuerzas ejercidas por el viento y eventuales cargas producidas por las personas durante el montaje, mantención o reparación del atrapanieblas. De todas estas cargas, la más severa es la fuerza del viento. En efecto, muchas estructuras fallan cuando sobrevienen temporales con vientos muy fuertes, que se producen cada cierto número de años. Con un apropiado diseño estructural y construyendo según especificaciones de ingeniería, es posible tener estructuras que soporten los vientos probables en períodos de 10, 50 o 100 años. Sin embargo, mientras más resistente la estructura, mayor es su costo (FogQuest, 2014).

Hay dos tipos de estructuras básicas que se han usado: una consistente en marcos rígidos a los cuales se fija la malla, y otra con una tenso-estructura formada por postes rígidos y cables flexibles como se puede visualizar en la Figura 4. En

general las tenso-estructuras son más eficientes en el uso de material y, por lo tanto, más económicas. Sin embargo, en algunos casos la estructura rígida puede ser más conveniente. La tenso-estructura es probablemente el tipo más corrientemente usado, aunque también hay combinaciones entre tenso-estructuras y estructuras rígidas. En particular, las tenso-estructuras son las que usamos en el CDA-UC y también las recomienda la ONG FogQues (FogQuest, 2014).

Figura 4: La estructura soportante de un atrapanieblas puede ser rígida (a) o flexible (b).



2.2.1.4. Diseños de atrapanieblas

2.2.1.4.1. Definiciones estructurales

En los atrapanieblas con soportes de marco rígido, la superficie de colección está tensada, ya sea mediante una fijación continua, o en una secuencia de puntos de fijación a un bastidor rígido unido a dos postes, o en algunos casos directamente a los postes y a vigas horizontales (superior e inferior) unidas a los postes. En los atrapanieblas con soporte de tenso-estructura, solo los postes verticales son

elementos rígidos y todos los demás elementos son cables y malla tensados (Cereceda Troncoso, Pilar, 2014).

Figura 5: estructura de marco rígido en Peñablanca.



En la figura 5, se puede observar el atrapanieblas con estructura de marco rígido en Peñablanca, de derecha a izquierda.

2.2.1.4.2. Atrapa nieblas bidimensionales

La mayoría de los atrapanieblas instalados en diversos lugares del mundo están basados en estructuras bidimensionales (Ver Figura 6), que consisten en una superficie de colección (malla Raschel u otra), enmarcada o tensada entre dos postes, de manera que se ubique perpendicularmente con respecto a la dirección del viento. Estos modelos varían en cuanto a dimensiones y materialidad en las soluciones de empotramiento al suelo y sistema de fijación de la malla. Estas soluciones son simples y económicas, pero presentan problemas de roturas de la malla y de estabilidad estructural frente a los fuertes vientos que están presentes en los lugares de emplazamiento. También está en estudio hasta dónde se puede

mejorar el rendimiento de captación de agua de niebla manteniendo esta condición de bidimensionalidad (Cereceda Troncoso, Pilar, 2014).

Figura 6: Atrapa niebla bidimensional.



2.2.1.4.3. Atrapa nieblas tridimensionales

Los atrapa nieblas tridimensionales son menos comunes y aunque hay algunos que se ofrecen comercialmente, la mayoría están asociados a proyectos experimentales que plantean soluciones de innovación para optimizar el rendimiento de la colección de agua y, en algunos casos, optimizar la estabilidad estructural frente a los fuertes vientos. Éstos aún requieren de una verificación más precisa de sus resultados. Algunos de los atrapa nieblas tridimensionales están diseñados para ser instalados en lugares con nieblas multidireccionales, para lo cual ofrecen varios frentes con superficies de colección del agua de niebla, como es el caso del atrapa nieblas Macrodiamante (Ver figura 7). Sin embargo, hay poca información sobre la eficiencia real de estos modelos. En otros casos como el atrapa

nieblas DYSDERA, se presenta solo un frente de exposición al viento y a la superficie de colección vertical plana se incorporan planos de colección ubicuos con lo cual se busca una mayor eficiencia en la colección de agua (Cereceda Troncoso, Pilar, 2014).

Figura 7: Macrodiamante (Carlos Espinoza, Antofagasta, Chile)



2.3. Definición de términos básicos

Bosques: Un bosque es un tipo de ecosistema en el que predominan los árboles y arbustos y que está presente en casi todos los continentes y representa un tercio de la superficie del planeta Tierra (Etecé, 2023).

Humedad: es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Siempre hay vapor de agua en el aire y la cantidad varía según diversos factores, por ejemplo, si recién llovió, si se está cerca del mar, si hay o no vegetación en el terreno, la temperatura del aire, entre otros (Etecé, 2020).

Malla Raschel: es un tejido confeccionado a partir de HDPE (polietileno de alta densidad). Este producto es usado principalmente para brindar sombra, cortar

vientos, cubrir y proteger de heladas, protección en construcciones y otros usos de carácter agrícola (Mallatec, 2023).

Niebla: Es un Fenómeno meteorológico que consiste en nubes bajas, a nivel de suelo y que está formada por partículas de agua muy pequeñas suspendidas en el aire y desplazadas por el viento, que no tienen el peso suficiente para caer (Aranguiz y otros, 2009).

Viento: Es el movimiento de aire con relación a la superficie terrestre. En las inmediaciones del suelo, aunque existen corrientes ascendentes y descendentes, predominan los desplazamientos del aire horizontales, por lo que se considera solamente la componente horizontal del vector velocidad (Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2020).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

El proyecto de investigación tiene un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y de tipo aplicada con un nivel descriptivo. Como menciona (Hernández y otros, 2014), las variables de estudio y resultados seran expresados con datos numericos y estos con un connotacion especifica o descriptiva al mismo tiempo.

3.1.2. Alcance de la investigación

Alcance exploratorio: Se emplea cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso, según (Hernández y otros, 2014).

3.1.3. Diseño de la investigación

Investigación no experimental: Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos, (Hernández y otros, 2014).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población corresponde al área del campus Universitario de la Universidad Nacional de Ucayali

3.2.2. Muestra

La muestra corresponde a estaciones según la condición ambiental y el tipo de zona. La primera estación corresponderá a una zona edificada (Tercer piso del

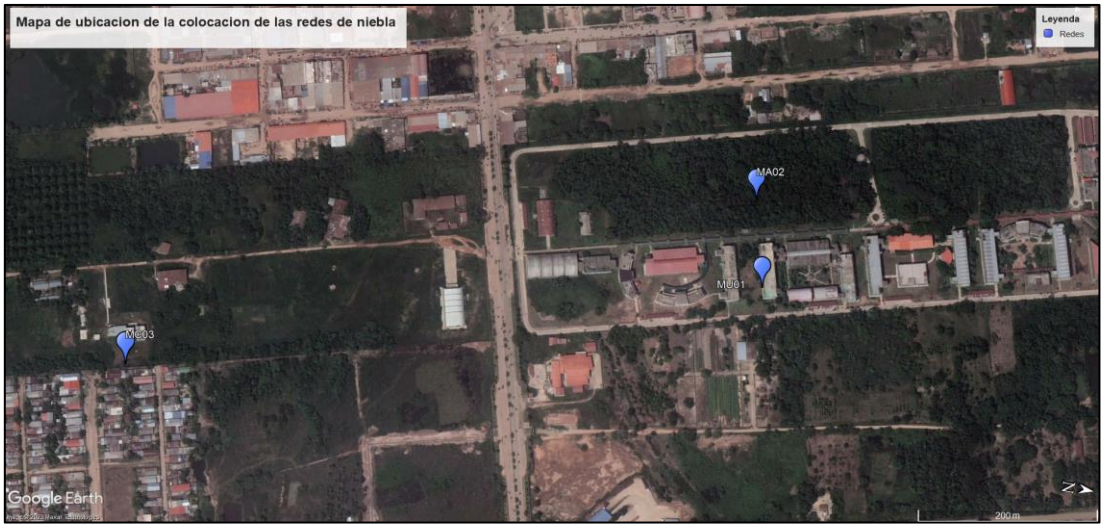
pabellón 4), la zona boscosa (Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Ucayali) y a costado del Laboratorio de aire (Segunda etapa de la Universidad Nacional de Ucayali). Para el análisis fisicoquímico (pH, temperatura, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto) se tomaron 3 muestras semanales y para el análisis microbiológico (coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli) se tomarán 1 muestra cada semana. Estas muestras se tomarán en horarios de la mañana de 7 a 11 am. A continuación, se muestra en la Tabla 1 las coordenadas donde se tomaron las muestras.

Tabla 1:Coordenadas de Ubicación de las redes de niebla

Punto	Coordenadas	
	X	Y
MU01	546718.00 m E	9071558.00 m S
MA02	546617.00 m E	9071533.00 m S
MC03	546946.00 m E	9070873.00 m S

En la siguiente figura 8, se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo.

Figura 8: Mapa de ubicación de la colocación de las redes de niebla.



3.3. Procedimiento de recolección de datos.

3.3.1. Elaboración del sistema de captación de red de niebla

Malla de niebla: se compone por una malla de niebla (captadora (malla raschel de una trama de 30 % de sombra 1m x 1m)) en un marco de madera (3.4 m x 0.045 m x 0.045 m), protegido por un techo de calamina metálica de 30 cm de alerón.

Recolector de agua: Esta se ubica bajo la malla de niebla en un ángulo de 5°, con un tubo de PVC de 4”, este se le adaptara una manguera (1.8 m x ½” ø) que conectara a un recipiente de agua sellado, con medida volumétrica.

Pluviómetro: está conformado por un embudo y un frasco muestreador de fluido con medición en ml, este sujeto lateralmente a atrapaniebla, que no influya en la caída del alerón del atrapaniebla.

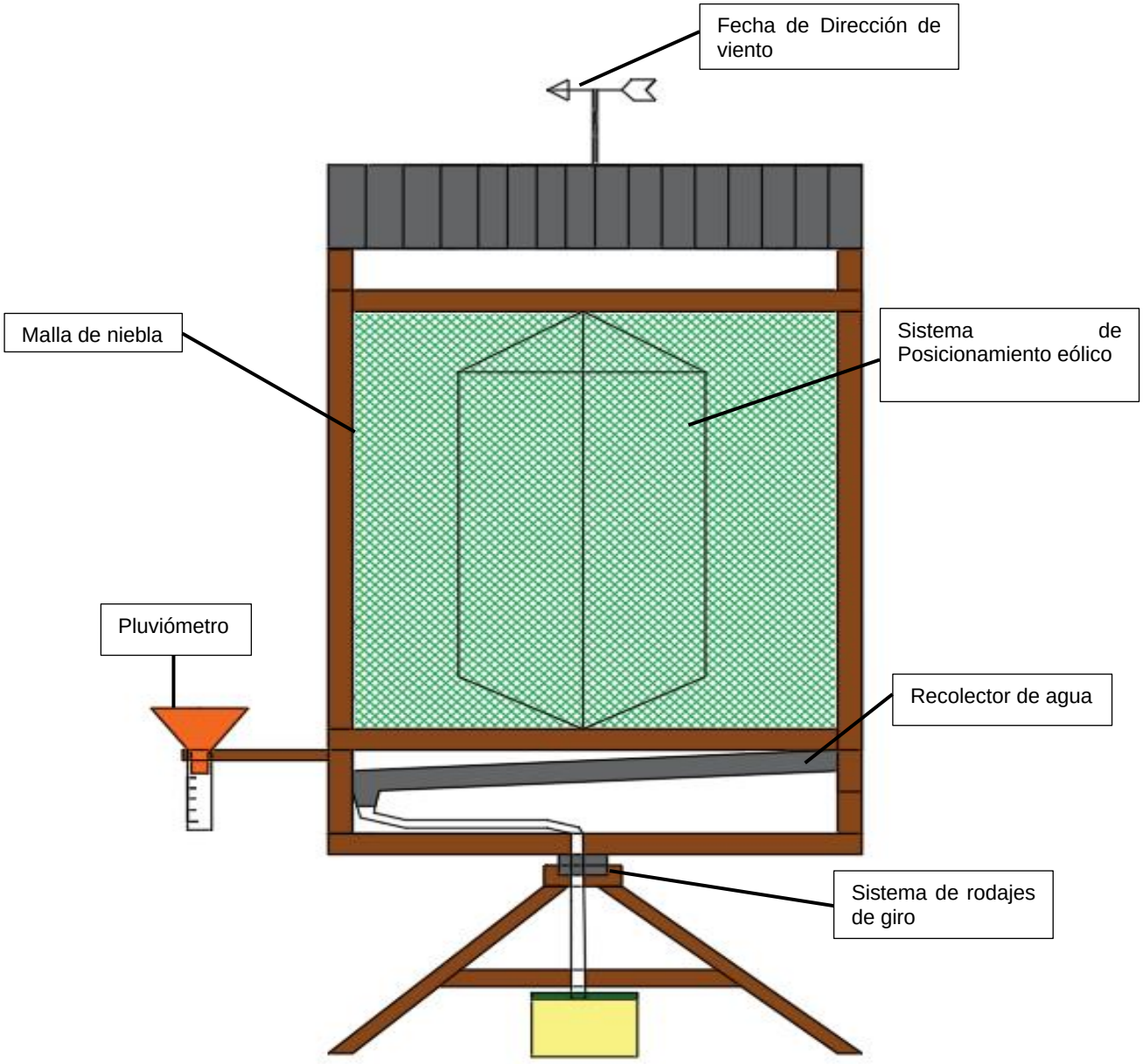
Sistema de posicionamiento eólico: Este está conformado por 1 alerón en la parte delantera y trasera de la red de niebla, que posiciona la red de niebla en contraviento. Así favorece al contacto. Estos alerones serán de 40 cm de ancho en cada cara.

Flecha de dirección de viento: Servirá para identificar la dirección de viento que se posiciona la red de niebla.

Sistema de rodajes de giro: Este sistema de rodaje esta empotrado al marco de madera de la red de niebla y a un trípode de 4 patas sujetas y ancladas al suelo.

En la siguiente figura 9, se puede observar el sistema de posicionamiento eólico y pluvial que tuvo la red de neblina.

Figura 9: Neblinómetro sistema de posicionamiento eólico y pluviómetro



En la Figura 10, se puede observar la instalación del Neblinómetro con sistema de posicionamiento eólico y pluviómetro en la zona boscosa (Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Ucayali).

Figura 10: **Instalación del Neblinómetro con sistema de posicionamiento eólico y pluviómetro**



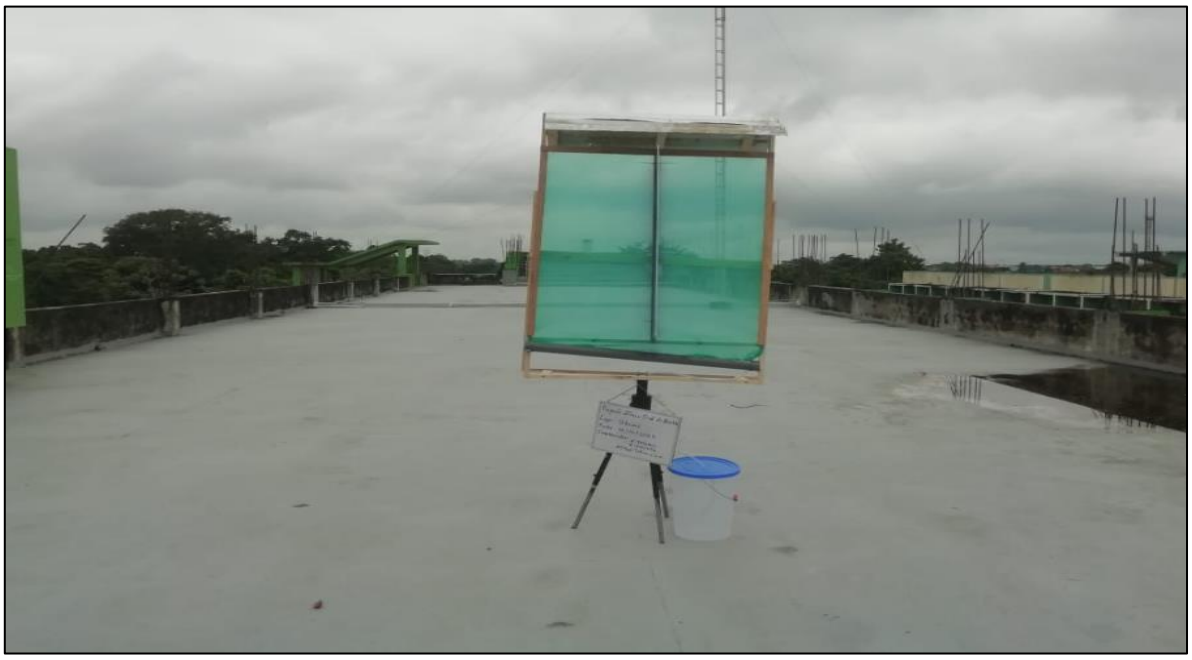
3.3.2. Determinación del volumen colectable de agua de niebla mediante un sistema de captación artificial

El agua capturada por el neblinómetro y el pluviómetro fue medida diariamente. El agua de niebla almacenada en los tanques de almacenamiento se extrajo con una jarra de plástico pequeña (1 L) y se trasvaso directamente a una probeta de plástico graduada (grande, media o pequeña) para poder medir el volumen del agua colectada. El agua colectada en los pluviómetros se medió en una probeta pequeña (100ml). Ambos volúmenes fueron registrados en las fichas de registro. (Lino, 2019). En la Figura 11, se visualiza la evaluación de los volúmenes colectable de agua mediante el sistema de captación artificial.

Figura 11: Evaluación de los volúmenes colectable de agua de niebla en zonas boscosa.



Figura 12: Evaluación de los volúmenes colectable de agua de niebla en Zona Urbana o edificada.



En la figura 12, se puede visualizar el volumen contable que se recolecto en la zona de urbana o edificada.

Figura 13: Evaluación de los volúmenes colectable de agua de niebla en zonas pastizales o gramalotales



En la figura 13, se logra visualizar la colecta de agua de niebla en la zona pastizal o gramalotal.

3.3.3. Determinación de la calidad fisicoquímica del agua de niebla para uso en consumo humano

La calidad fisicoquímica del agua de niebla se evaluó en función de los siguientes parámetros: pH, conductividad (µS/cm), oxígeno disuelto (mg/l), turbidez (NTU), temperatura (°C). La frecuencia de medición fue de 1 vez por semana. En las semanas secas, se midió la semana siguiente y se sacó dos muestras en diferentes días para el respectivo análisis fisicoquímico, la medición de pH, conductividad (µS/cm), oxígeno disuelto (mg/l), y temperatura (°C) se enjuagaron los sensores con agua (agua desmineralizada y desionizada) antes de cada

medición, cada sensor será introducido en cada frasco y se esperó que la lectura de estabilice. El valor obtenido se anotó en la ficha de registro (Lino, 2019). A continuación, se muestra la Figura 14, donde se puede observar la recolección de muestra de agua para el análisis fisicoquímico.

Figura 14. Recolección de muestra de agua para el análisis fisicoquímico



3.3.4. Determinación de la calidad microbiológica del agua de niebla para uso en consumo humano

Para determinar la calidad microbiológica del agua de niebla se analizó la presencia de Escherichia coli, coliformes totales y coliformes termotolerantes en términos de NMP/100 ml. Finalmente, la muestra fue colocada en un cooler que contiene gel pack tippic previamente congelada por 24 h. El cooler se trasladó al laboratorio para el respectivo análisis. A continuación, se muestra la Figura 15, donde se puede observar la recolección de muestra de agua para el análisis microbiológico.

Figura 15. Recolección de muestra de agua para el análisis microbiológico



3.3.5. Determinación de los parámetros metrológicos

Se siguió lo propuesto por SENAMHI (2020), para la obtención de datos meteorológicos se utilizó una estación que es un conjunto de instrumentos y/o sensores que realiza mediciones de tipo: meteorológicas, hidrológicas, agro meteorológicas o de vigilancia atmosférica, los cuales están agrupadas en una ubicación geográfica con mediciones representativas del entorno. De donde se puedo obtener los siguientes parámetros: temperatura, precipitación, humedad del aire, presión atmosférica, radiación solar y nubosidad.

En la Figura 16, se puede observar la medición de parámetros meteorológicos.

Figura 16. Medición de parámetros meteorológicos



3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

3.4.1. Técnicas

La base de la técnica del muestreo se tuvo en consideración las recomendaciones de otros autores y los protocolos de monitoreo, por tal motivo se utilizó como instrumento de recolección de información las fichas de campo y cadena de custodia.

3.4.2. Instrumentos

Para la recolección de información se tomó en consideración las fichas de campo y cadenas de custodia.

Equipos

- Multiparametro
- GPS
- Cámara fotográfica
- Laptop

Materiales

- 03 tableros de campo
- 72 fichas de registro
- 01 pulverizador de agua (0.5 L)
- 01 brocha mediana
- 03 jarras de plástico Rey (1 L)
- 03 probetas grandes de polipropileno graduado (1000 ml)
- 03 probetas medianas de polipropileno graduado (100 ml)
- 03 probetas pequeñas de polipropileno graduado (10 ml)
- 05 galones de agua (1.1 L)
- 03 trozos de vinifan (1.2 m x 0.15 m)
- 03 jarras de plástico Rey (3.8 L)
- 03 adhesivos extra fuerte Soldimix (35 g)

- 02 vasos de plástico (300 ml)
- 01 cooling box (2.85 L)
- 03 frascos de vidrio graduado de rosca (100 ml)
- 12 frascos de plástico con doble tapa (0.5 L)
- 02 gel pack tippic (500 g)
- 12 etiquetas (0.1 m x 0.08 m)
- 08 pares de guantes estériles quirúrgicos sin polvo
- 09 mascarillas quirúrgicas desechable
- 03 hisopos
- 01 marco de cartulina (0.1m x 0.1m)
- 09 gorros quirúrgicos desechables
- 09 tubos de ensayo con tapa rosca

3.5. Procesamiento para recolección de datos.

Para la recolección de datos se aplicó dos formatos (ver anexos 4 y 5), el anexo 4 constituye una ficha de campo y descripción de las zonas de los puntos de muestreo y el anexo 5 la cadena de custodia para las muestras recolectadas, donde se tomará los datos que fueron comprado con los métodos estadísticos.

3.6. Tratamiento de datos.

Los datos se procesaron estadísticamente mediante el programa SPSS versión 2.2, se llevó a cabo el análisis de la prueba estadística mediante la prueba

paramétrica de Tukey del mismo modo se aplicó en análisis de varianza (ANOVA), este método sirve para comparar las medidas de las mediciones de generación de agua de la red con respecto a su ubicación. El nivel de confianza fue de un 95% aceptando la hipótesis < 0.05, así mismo se aplicó para la correlación entre la generación de agua y los factores meteorológicos la Correlaciones en parejas de Spearman.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad del agua obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali.

Tabla 2 Calidad del agua obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali.

Parámetro	Unidad	LMP. 031-2010-SA	Resultados		
			Edificado	Pastizal	Bosque
pH	H+	6.5-8.5	6.8	6.7	6.8
Conductividad	Umho/cm	1500	125	129	156
STD	mg/L	1000	84	95	90
Temperatura	°C	-	28.4	26.8	26.4
Turbiedad	UNT	5	1.2	1.5	1.6
Cloro	mg/L	5	0	0	0
Hierro	mg/L	0.3	0	0	0
Cobre	mg/L	2.0	0	0	0
Dureza	mg/L	500	1	1	1
Bacterias Heterotróficas	UFC/ ml a 35°C	500	550	560	550
Coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0	3	1	5
Coliformes Fecales	UFC/100 ml a 44.5°C	0	0	0	0
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5°C	0	0	0	0
Huevos de larvas, quiste y oquistes	N° Org/L	0	0	0	0
Parámetros analizados			14	14	14
Parámetros que cumplen			11	11	11
Parámetros que no cumplen			2	2	2
Aptitud			No apta para consumo humano	No apta para consumo humano	No apta para consumo humano

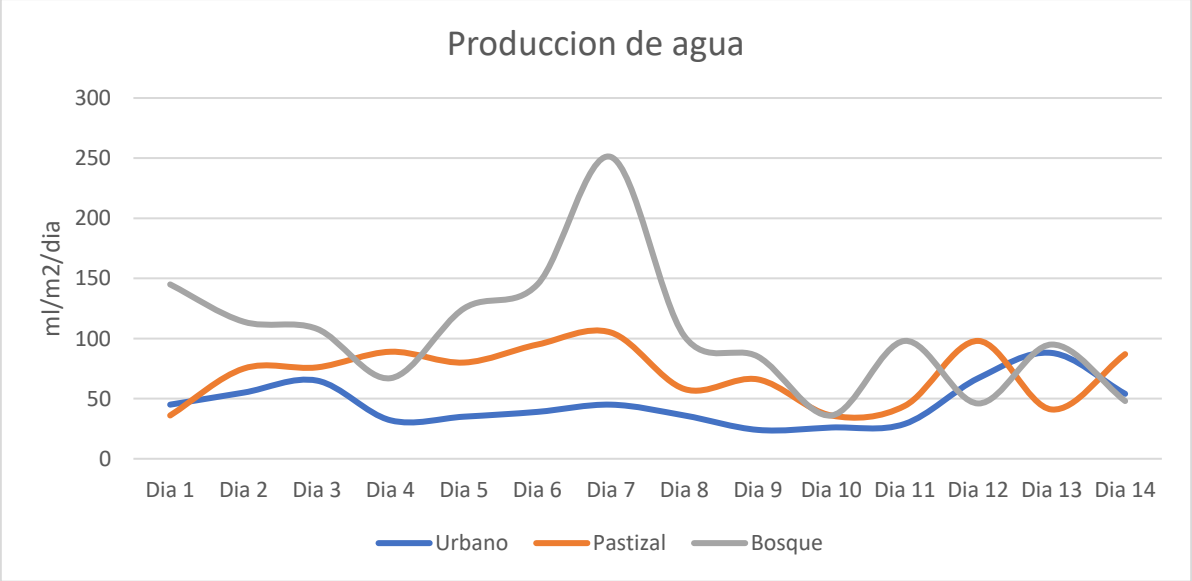
*** Colores/ Verde= Cumple / Naranja = No aplica / Rojo= No cumple**

En la tabla 2, se aprecia la Calidad del agua obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali, la calidad del agua obtenida de la red de niebla ubicad en una infraestructura urbana no es apta para consumo humano comparada con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010; el agua obtenida en un área de pastizal no es apta para consumo humano y el agua obtenida en un área boscosa no es apta para consumo humano.

Otros estudios en comparativa como el de Jofre y otros (2015), captaron agua de niebla de la microcuenca del rio Pixquiac, donde el agua de la niebla que se captó durante el periodo de muestreo puede ser utilizada como agua de riego sin necesidad de recibir algún tratamiento, pero para que pueda utilizarse en el consumo humano debe someterse a tratamientos de purificación con un costo muy alto comparado con la que suministra el municipio a la población. También Vilchez y Orozco (2021), quienes obtuvieron agua de niebla de las Lomas de Lachay, concluyeron que el agua no es un potencial de generación de agua para las actividades agrícolas de la zona ni mucho menos fuente para consumo humano ya requiere un tratamiento para reducir las concentraciones de metales que representan un riesgo para la salud.

4.2. Cantidad de agua obtenida por la red de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali.

Figura 17. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali



En la figura 17, se observa la Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali, la red de niebla instalada en una área urbana o edificada genera un promedio de 45 ml/m2/día de agua con un máximo de 88 ml/m2/día y mínimo de 24 ml/m2/día; la red de niebla instada en un área de pastizal genera un promedio de 70 ml/m2/día de agua con un máximo de 105 ml/m2/día y un mínimo de 36 ml/m2/día y la red de niebla instalada en un área boscosa genera un promedio de 104 ml/m2/día con un máximo de ml/m2/día y mínimo de 36 ml/m2/día. Mediante el análisis estadístico de Análisis de Varianza se obtuvo un valor de “p” de 0.000 el cual es menor a 0.05, siendo que no todas las medias son iguales, existiendo diferencias significativas entre la obtención de agua

de las redes según la zona, siendo que la zona de bosques con una mayor producción media, seguida por la zona de pastizales y por último la zona urbana.

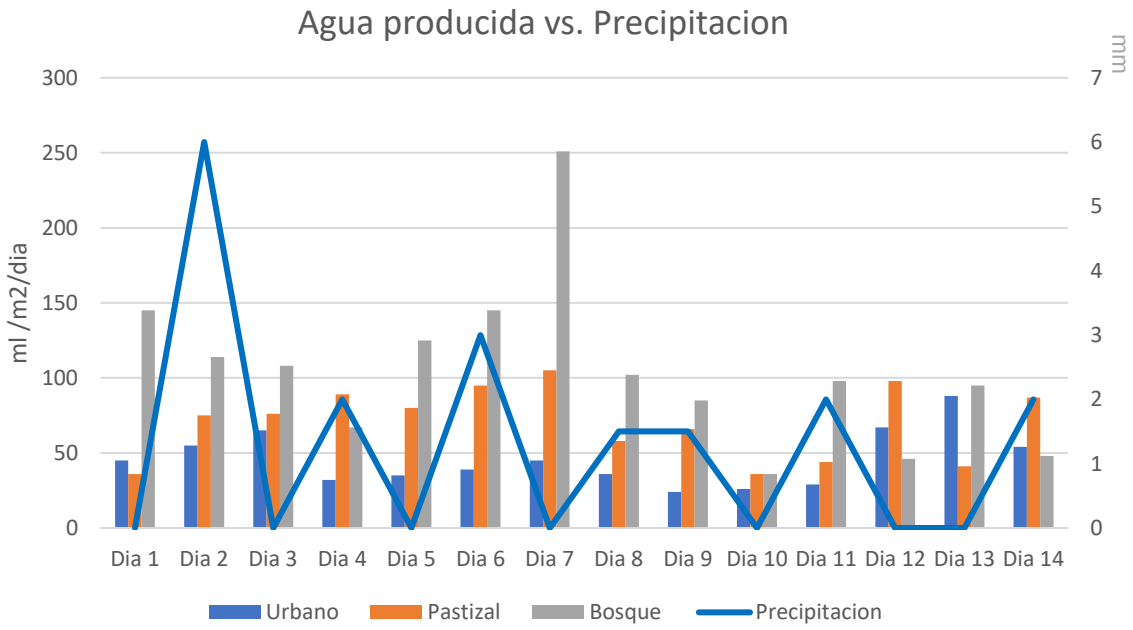
Tabla 3 Análisis de Varianza de la Cantidad de agua obtenida de las redes de niebla según la zona de captación

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	2	24519	12259	9.51	0.000
Error	39	50279	1289		
Total	41	74798			

En la tabla 3, se observa el Análisis de Varianza de la Cantidad de agua obtenida de las redes de niebla según la zona de captación, donde se obtuvo un valor “p” de 0.000 el cual es menor a 0.005, por tal podemos afirmar que si existe diferencia significativa entre las medias y las pruebas de comparación de parejas de Tukey indica que la media de la zona boscosa en un grupo “A” es diferente a las medias de la zona de pastizal y urbana que están en un mismo grupo “B”.

Estudios similares como el de Baquero y otros (2018), que se llevó a cabo en el municipio de Choachí, logrando con esto captar un promedio de 10,01 litros diarios. Así mismo Muñoz (2020), en la ciudad de Villavicencioe, instalaron redes de niebla donde pueden recolectar seis litros de agua por día. También Frans (2021), utilizo un sustema de atrapa niebla en la lomas del Paraiso para captar agua de de consumo, obteniendo un rendimiento de 1.01 l/m2/dia. Tambien tenemos el estudio de Felles (2022), generaron agua de niebla a partir de la humedad de aire con coldas tipo paltier, obteniendo 7.150 L de agua al dia. Por tal podemos ver que otros sistemas generan una mayor cantidad de agua, principalemente por la zonas donde se ubican y el tamaño de la red de niebla.

Figura 18. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la precipitación en la zona.



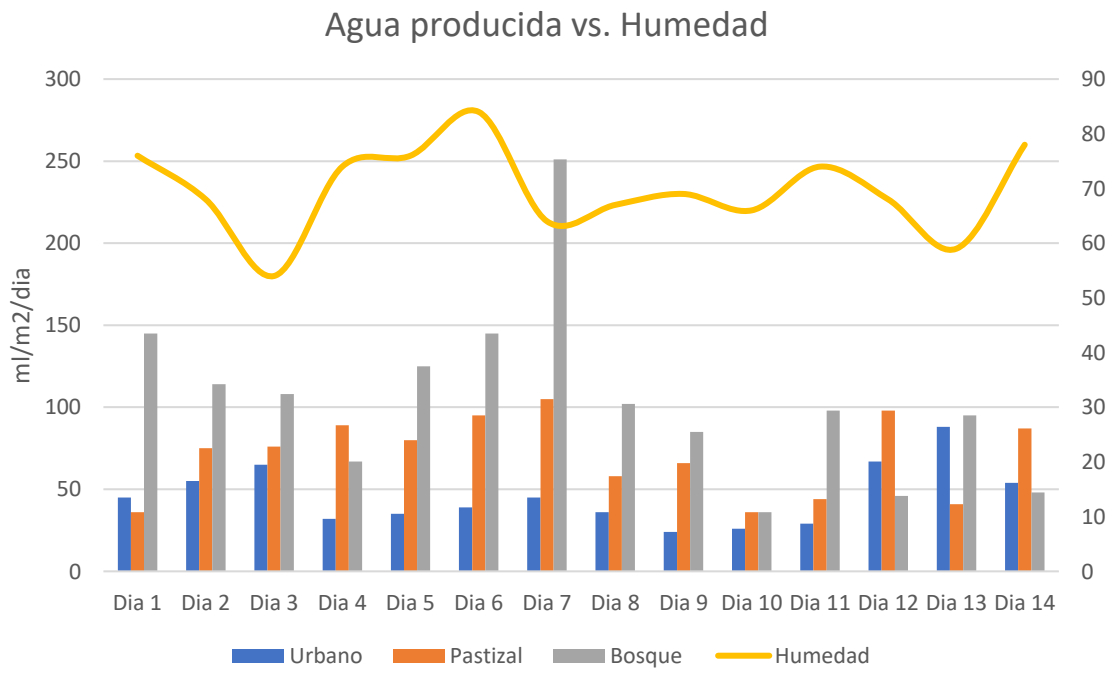
En la figura 18, se observa la Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la precipitación en la zona, donde podemos ver que la precipitación promedio durante el estudio es de 1.5 mm con un máximo 6 mm y un mínimo de menor a 1 mm, siendo el 50% de los días de estudio con condiciones de precipitación leve. Cabe resaltar que en la mayor parte del día transcurridos no se presentaron precipitaciones fuertes, pero cabe considerar el roció que se genera en las áreas abierta.

Tabla 4: Correlaciones en parejas de Spearman, como variables la cantidad de agua producida por las redes de niebla y la precipitación

Variable 1	Variables 2	Correlación	IC de 95% para ρ	Valor p
Precipitación	ml/m2	0.106	(-0.205; 0.398)	0.504

En la tabla 4, se observa el análisis estadístico aplicando una correlación de Sperman entre la cantidad de agua producidas por las redes de niebla y la precipitación, obteniendo una correlación de 0.106 considerado como una correlación positiva muy baja.

Figura 19. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la humedad en la zona.



En la figura 19, se observa la Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la Humedad en la zona, donde podemos ver que la humedad promedio durante el estudio es de 69 % con un máximo 84 % y un mínimo de 54%.

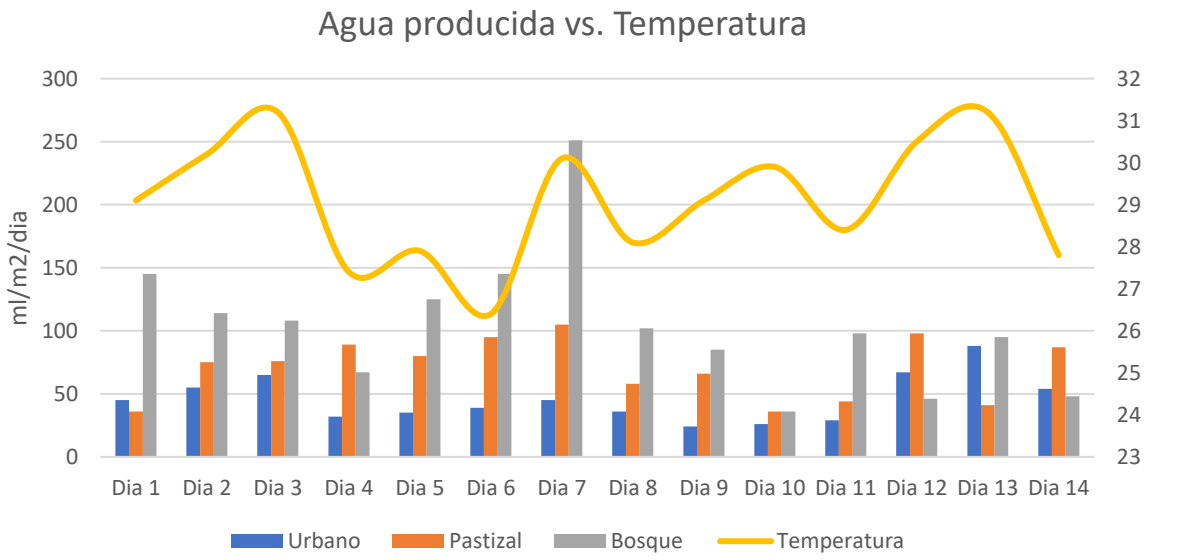
Tabla 5: Correlaciones en parejas de Spearman, como variables la cantidad de agua producida por las redes de niebla y la humedad

Variable 1	Variables 2	Correlación	IC de 95% para ρ	Valor p
Humedad	ml/m2	-0.036	(-0.336; 0.271)	0.822

En la tabla 5, se observa el análisis estadístico aplicando una correlación de Sperman entre la cantidad de agua producidas por las redes de niebla y la humedad, obteniendo una correlación de -0.036 considerado como una correlación negativa muy baja.

Como menciona Baquero y otros (2018), los análisis meteorológicos demostraron que la producción máxima de agua se presenta en la noche y la madrugada, principalmente por la alta humedad que se presenta en ese horario.

Figura 20. Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la temperatura en la zona



En la figura 20, se observa la Cantidad de agua obtenida por las redes de niebla vs. la temperatura en la zona, donde podemos ver que la temperatura promedio durante el estudio es de 29°C con un máximo 31.2°C y un mínimo de 26.4°C.

Tabla 6: Correlaciones en parejas de Spearman, como variables la cantidad de agua producida por las redes de niebla y la temperatura.

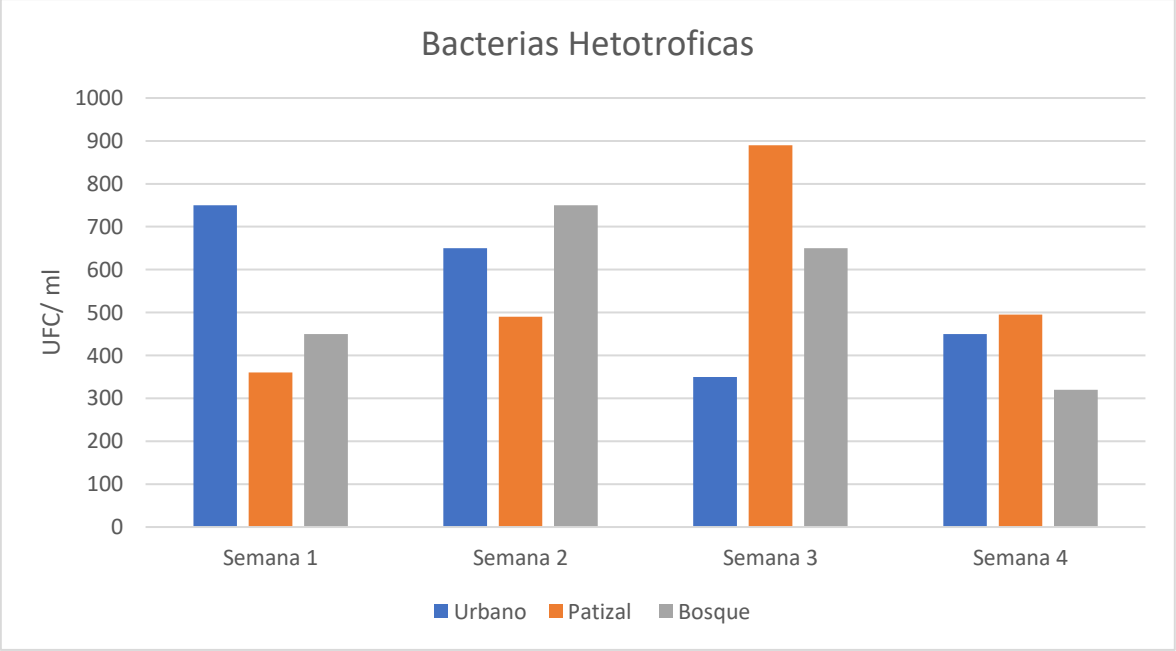
Variable 1	Variables 2	Correlación	IC de 95% para ρ	Valor p
Temperatura	ml/m2	0.090	(-0.220; 0.384)	0.569

En la tabla 6, se observa el análisis estadístico aplicando una correlación de Sperman entre la cantidad de agua producidas por las redes de niebla y la temperatura, obteniendo una correlación de 0.090 considerado como una correlación positiva muy baja.

Como indica en su estudio Mahecha (2021), de acuerdo con la información recopilada sobre las condiciones que favorecen la condensación del aire y por tanto la generación de niebla, se tiene que el departamento de Cundinamarca presenta una buena favorabilidad para la captación de agua niebla. Se puede decir que durante los momentos del día en los que se presente la temperatura mínima se puede llevar al punto de rocío más eficiente para que se genere la niebla y por tanto se pueda recolectar agua atmosférica a través de un sistema de captación, esto teniendo en cuenta además que la humedad relativa del departamento durante un día a diferentes horas, se mantiene constante en los índices alrededor o por encima del 80%, favorables para que se dé la saturación correctamente.

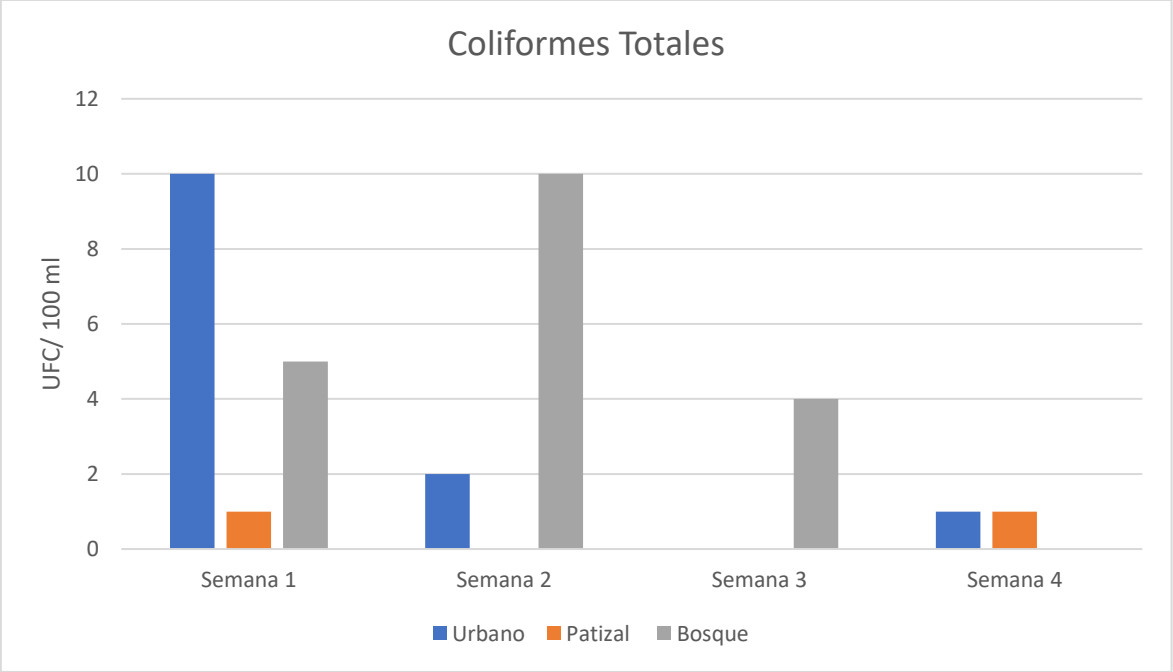
4.3. Características microbio biológicas del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali.

Figura 21. Bacterias heterotróficas en el agua obtenida a partir de las redes de niebla.



En la figura 21, se observa la presencia de Bacterias heterotróficas en el agua obtenida a partir de las redes de niebla, la presencia de bacterias heterótrofas en el agua de la red de niebla ubicada en la zona urbana tiene en promedio 550 UFC/ 35°C ml con un máximo de 750 UFC/ 35°C ml y un mínimo de 350 UFC/ 35°C ml, en la zona de pastizal se obtuvo un promedio de 560 UFC/ 35°C ml con un máximo de 890 UFC/ 35°C ml y un mínimo de 360 UFC/ 35°C ml y en la zona de bosque se obtuvo un promedio de 550 UFC/ 35°C ml con un máximo de 750 UFC/ 35°C ml y un mínimo de 320 UFC/ 35°C ml. El análisis estadístico de Análisis de Varianza presenta un valor de “p” de 0.994 siendo el cual es mayor a 0.05, siendo que todas las medias son iguales y no presentan diferencia significativa.

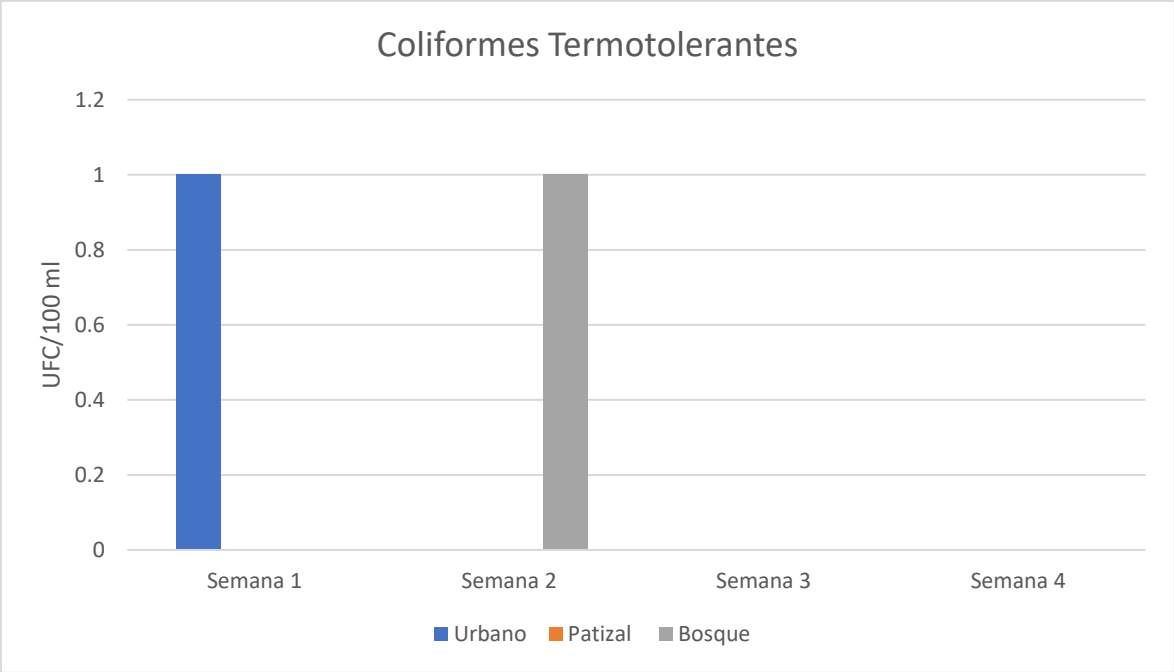
Figura 22. Coliformes Totales en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



En la figura 22, se observa la presencia de Coliformes Totales en el agua obtenida a partir de las redes de niebla, la presencia de Coliformes Totales en el agua de la red de niebla ubicada en la zona urbana tiene en promedio 3 UFC/ 35°C 100 ml con un máximo de 10 UFC/ 35°C 100 ml y un mínimo de 0 UFC/ 35°C 100 ml, en la zona de pastizal se obtuvo un promedio de 0.5 UFC/ 35°C 100 ml con un máximo de 1 UFC/ 35°C 100 ml y un mínimo de 0 UFC/ 35°C 100 ml y en la zona de bosque se obtuvo un promedio de 5 UFC/ 35°C 100 ml con un máximo de 10 UFC/ 35°C 100 ml y un mínimo de 0 UFC/ 35°C 100 ml. El análisis estadístico de Análisis de Varianza presenta un valor de “p” de 0.282 siendo el cual es mayor a 0.05, siendo que todas las medias son iguales y no presentan diferencia significativa.

La evaluacion de Pérez (2019), presentan resultados de los parámetros microbiológicos demostraron que el máximo valor de i) coliformes totales y ii) coliformes fecales fue en agosto, arrojando 11000 NMP/100ml y de 49 NMP/100ml, respectivamente obtenidos del agua recolectada de sus redes de niebla. Jofre y otros (2015), captaron agua de niebla de la microcuenca del rio Pixquiac, donde los coliformes Totales fueron en promedio de 578 NMP/100ml.

Figura 23. Coliformes Termo tolerantes en el agua obtenida a partir de las redes de niebla

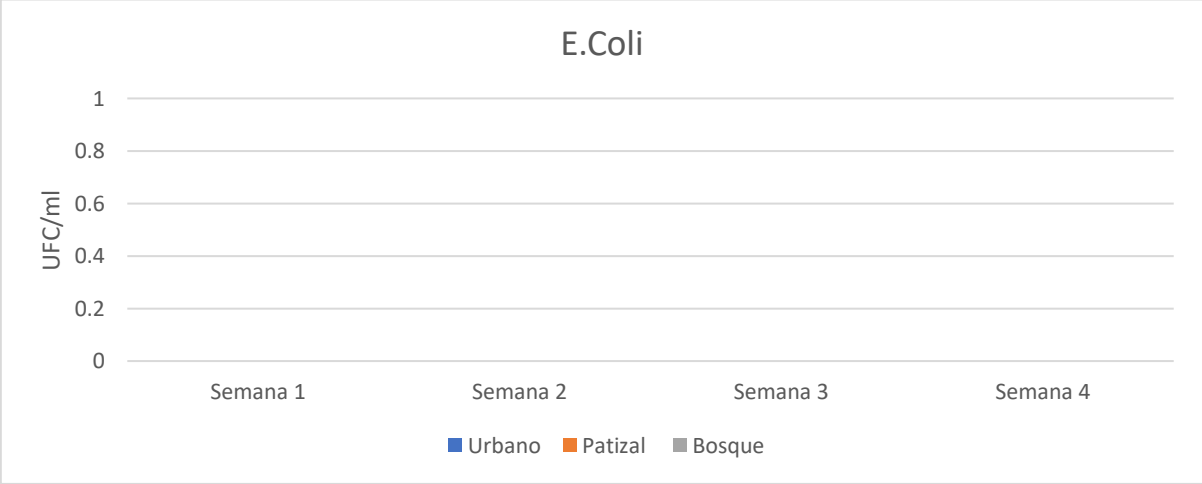


En la figura 23, se observa la presencia de Coliformes Termo tolerantes en el agua obtenida a partir de las redes de niebla, la presencia de Coliformes Termo tolerantes en el agua de la red de niebla ubicada en la zona urbana tiene en promedio 0.2 UFC/ 44.5°C 100 ml con un máximo de 1 UFC/ 44.5°C 100 ml y un mínimo de 0 UFC/ 44.5°C 100 ml, en la zona de pastizal se obtuvo un promedio de

0 UFC/ 44.5°C 100 ml y en la zona de bosque se obtuvo un promedio de 0.2 UFC/ 44.5°C 100 ml con un máximo de 1 UFC/ 44.5°C 100 ml y un mínimo de 0 UFC/ 44.5°C 100 ml. El análisis estadístico de Análisis de Varianza presenta un valor de "p" de 0.622 siendo el cual es mayor a 0.05, siendo que todas las medias son iguales y no presentan diferencia significativa.

La evaluacion de Pérez (2019), indica que los resultandos obtenidos demuestran que las cantidades de coliformes sobrepasan el límite máximo permisible. Con relación a los coliformes fecales, sólo en julio y setiembre se registraron valores menores al límite máximo permisible de ≤1.8 /100ml. A diferencia de Jofre y otros (2015), captaron agua de niebla de la microcuenca del rio Pixquiac, donde los coliformes Fecales fueron en promedio de 69 NMP/100ml.

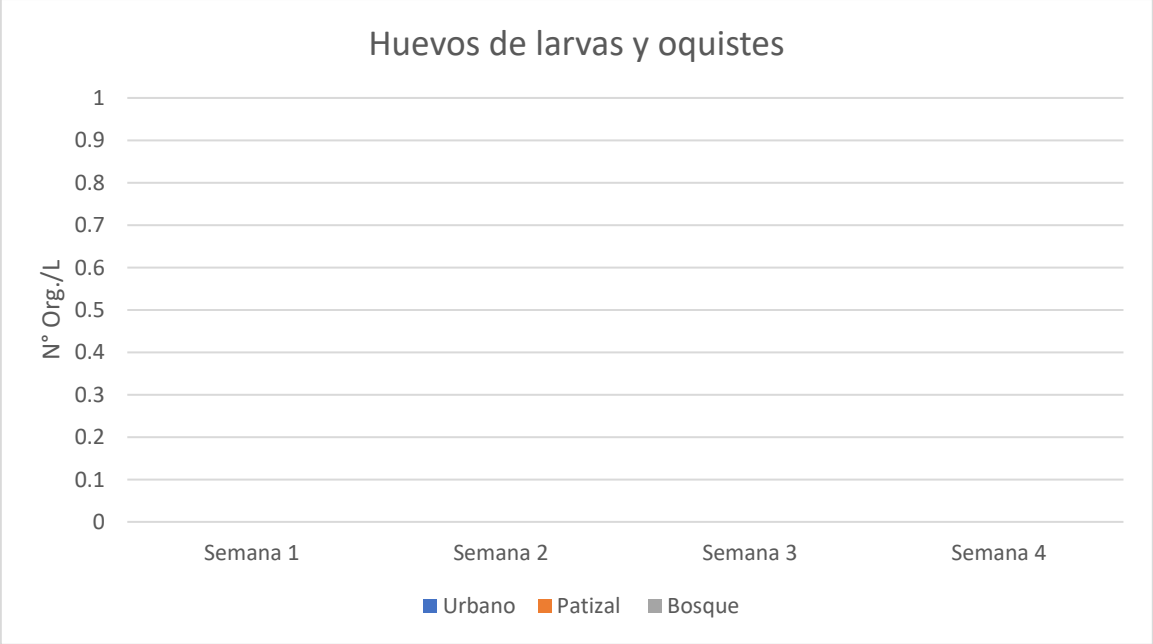
Figura 24. E. Coli en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



En la figura 24, se observa la presencia de E.Coli en el agua obtenida a partir de las redes de niebla, la presencia de E.Coli en el agua de la red de niebla ubicada en la zona urbana tiene en promedio 0 UFC/ 44.5°C 100, en la zona de pastizal se

obtuvo un promedio de 0 UFC/ 44.5°C 100 ml y en la zona de bosque se obtuvo un promedio de 0UFC/ 44.5°C 100 ml. El análisis estadístico de Análisis de Varianza no es aplicable ya que presentan todos los valores iguales en 0.

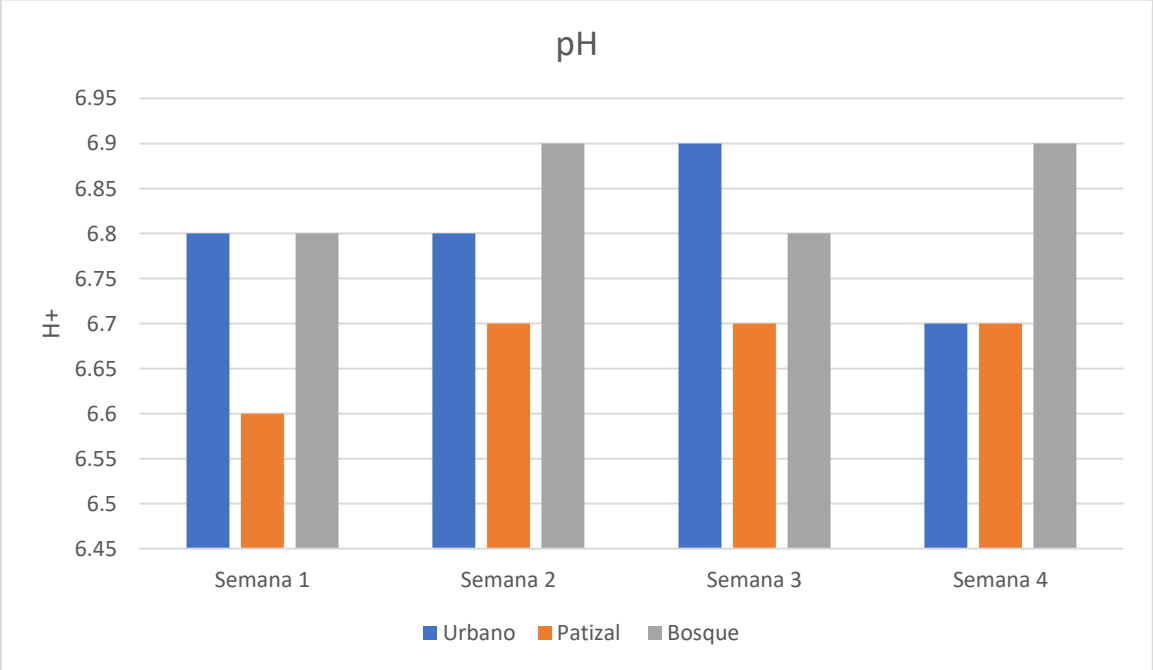
Figura 25. Huevos de larvas y oquistes en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



En la figura 25, se observa la presencia de Huevos de larvas y oquistes en el agua obtenida a partir de las redes de niebla, la presencia de Huevos de larvas y oquistes en el agua de la red de niebla ubicada en la zona urbana tiene en promedio 0 N° Organismos / L, en la zona de pastizal se obtuvo un promedio de 0 N° Organismos / L y en la zona de bosque se obtuvo un promedio de 0 N° Organismos / L. El análisis estadístico de Análisis de Varianza no es aplicable ya que presentan todos los valores iguales en 0.

4.4. Característica física química del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali.

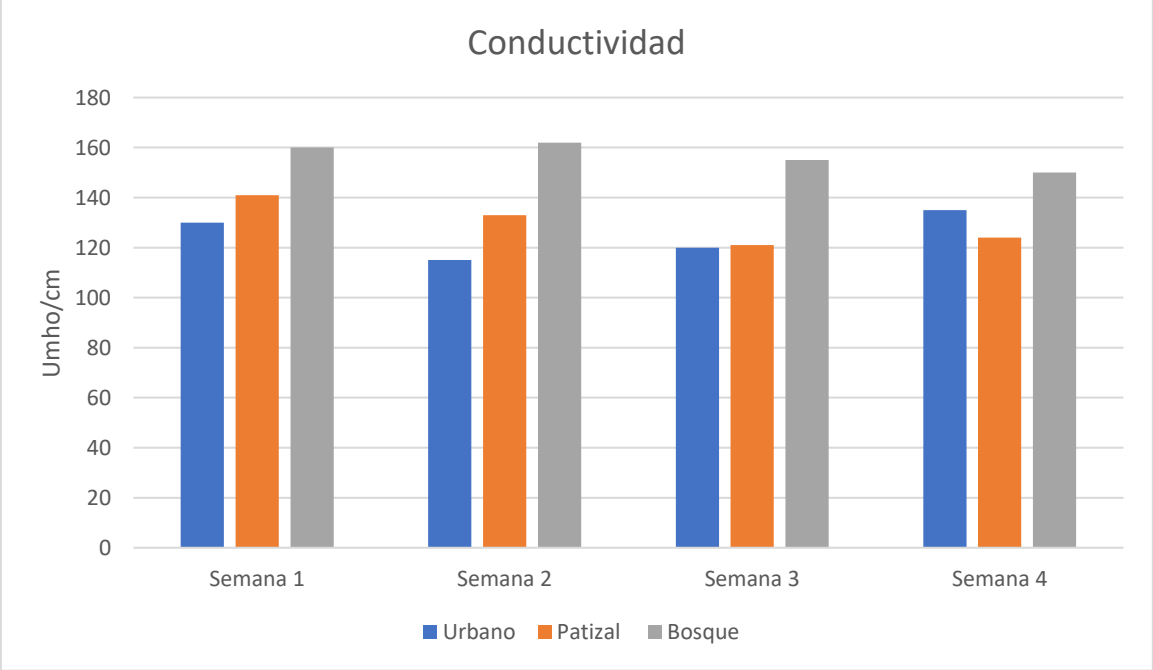
Figura 26. pH en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



En la figura 26, se observa las características de pH en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, el pH obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 6.8 H+ con un máximo de 6.9 H+ y un mínimo de 6.7 H+, en la zona de pastizal es en promedio de 6.6 H+ con un máximo de 6.7 H+ y un mínimo de 6.6 H+ y en la zona boscosa es en promedio de 6.8 H+ con un máximo de 6.9 H+ y un mínimo de 6.8 H+. El análisis estadístico de Análisis de Varianza presenta un valor de “p” de 0.011 siendo el cual es menor a 0.05, siendo que todas las medias no son iguales y presentan diferencia significativa.

La evaluacion de Pérez (2019), respecto del pH, al comparar los resultados con el límite máximo permisible (6.5-8.5), se obtuvo que sólo en julio los valores estuvieran dentro del rango, mientras que en agosto y setiembre fueron por debajo del valor promedio. A diferencia de Jofre y otros (2015), captaron agua de niebla de la microcuenca del rio Pixquiac, el pH del agua en promedio es de 6.2 H+.

Figura 27. Conductividad en el agua obtenida a partir de las redes de niebla.

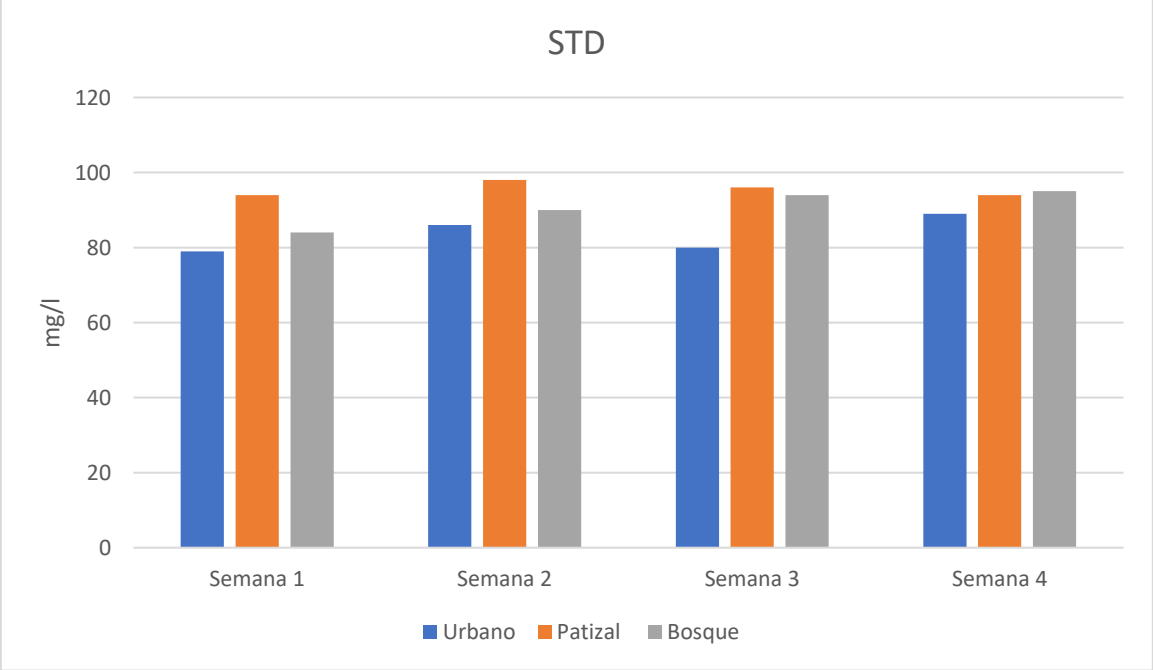


En la figura 27, se observa las características de la Conductividad en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, la Conductividad obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 125 Umho/cm con un máximo de 135 Umho/cm y un mínimo de 115 Umho/cm, en la zona de pastizal es en promedio de 130 Umho/cm con un máximo de 141 Umho/cm y un mínimo 121 Umho/cm y en la zona boscosa es en promedio de 156 Umho/cm con un máximo de 162 Umho/cm y un mínimo de 150 Umho/cm. El análisis estadístico de Análisis

de Varianza presenta un valor de “p” de 0.001 siendo el cual es menor a 0.05, siendo que todas las medias no son iguales y presentan diferencia significativa.

La evaluacion de Pérez (2019), en cuanto a la conductividad eléctrica, los valores fluctuaron entre 2.94 us/cm y 912.6 us/cm. Todos los valores fueron menores a la conductividad máxima permisible (≤1500 us/cm).

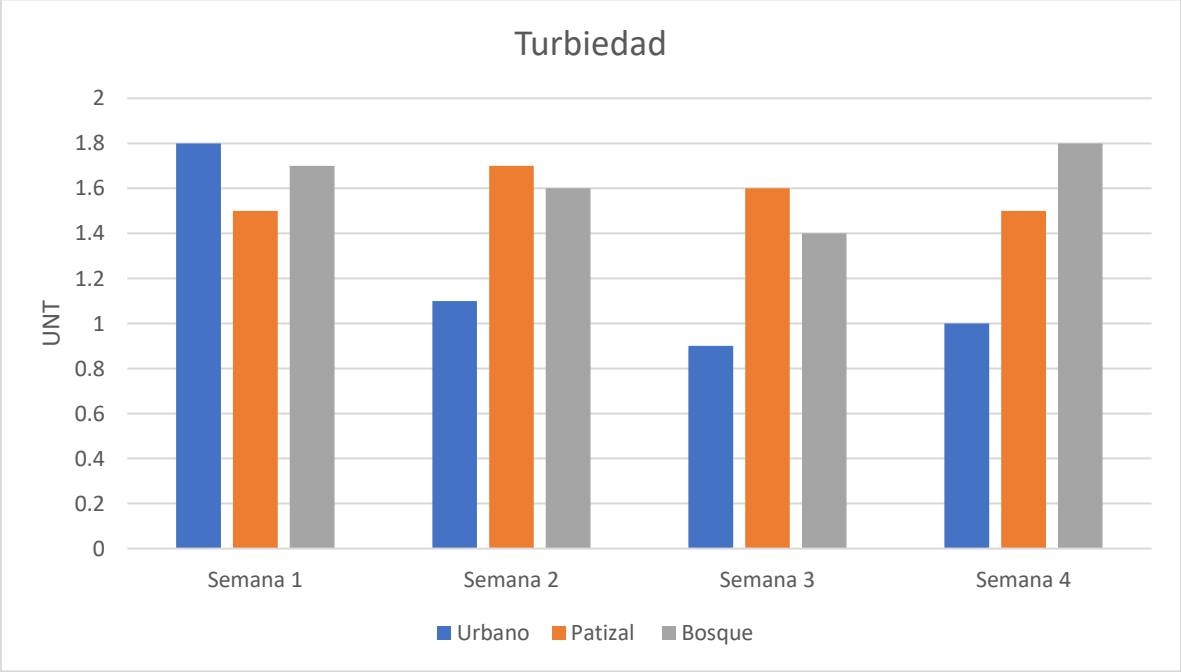
Figura 28. Solidos Totales Disueltos en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



En la figura 28, se observa las características de los Solidos Totales Disueltos en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, los Solidos Totales Disueltos obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 83.5 mg/l con un máximo de 89 mg/l y un mínimo de 79 mg/l, en la zona de pastizal es en promedio de 96 mg/l con un máximo de 98 mg/l y un mínimo 94 mg/l y en la zona boscosa es en promedio de 91 mg/l con un máximo de 95 mg/l y un

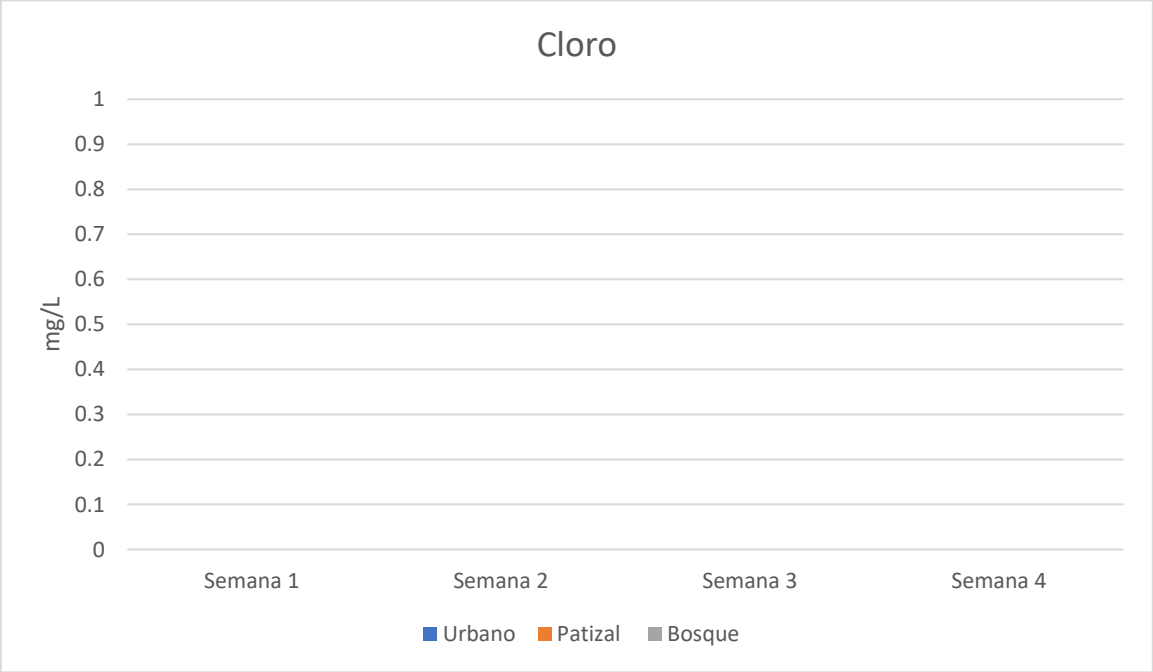
mínimo de 84 mg/l. El análisis estadístico de Análisis de Varianza presenta un valor de “p” de 0.008 siendo el cual es menor a 0.05, siendo que todas las medias no son iguales y presentan diferentes significados.

Figura 29. Turbiedad en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



En la figura 29, se observa las características de la Turbiedad en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, la Turbiedad obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 1.2 UNT con un máximo de 1.8 UNT y un mínimo de 0.9 UNT, en la zona de pastizal es en promedio de 1.5 UNT con un máximo de 1.7 UNT y un mínimo 1.5 UNT y en la zona boscosa es en promedio de 1.6 UNT con un máximo de 1.8 UNT y un mínimo de 1.4 UNT. El análisis estadístico de Análisis de Varianza presenta un valor de “p” de 0.091 siendo el cual es mayor a 0.05, siendo que todas las medias son iguales y no presentan diferencia significativa.

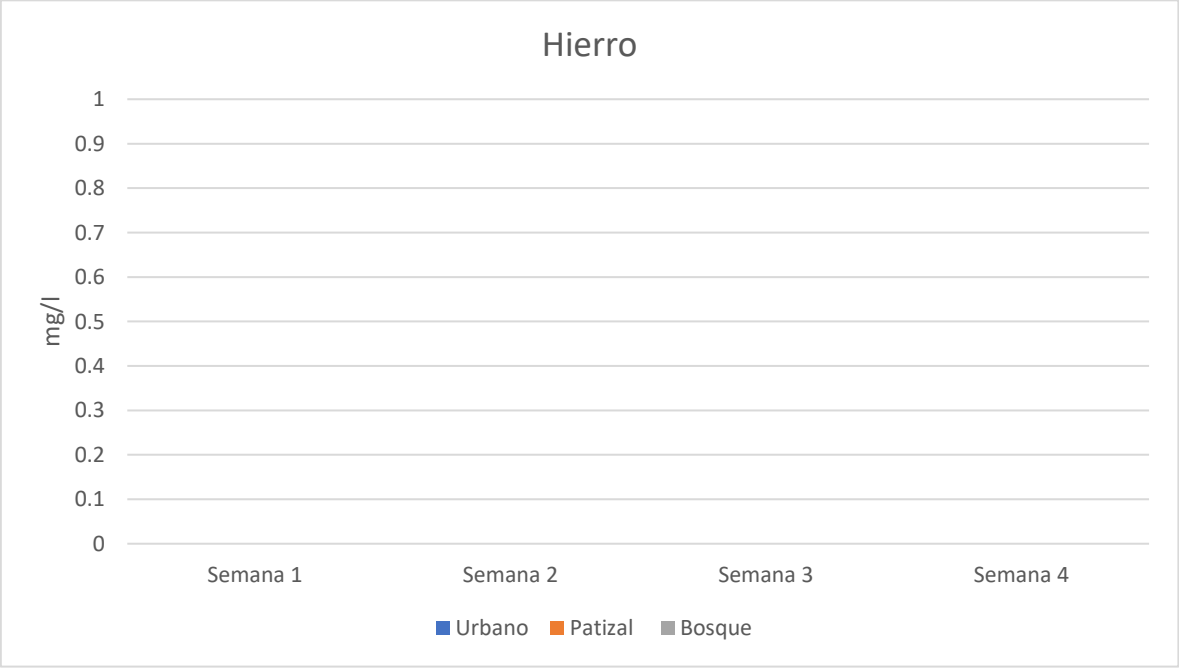
Figura 30. Cloro en el agua obtenida a partir de las redes de niebla.



En la figura 30, se observa las características del Cloro en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, el Cloro obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 0 mg/l, en la zona de pastizal es en promedio de 0 mg/l y en la zona boscosa es en promedio de 0 mg/l. El análisis estadístico de Análisis de Varianza no es aplicable ya que presentan todos los valores iguales en 0.

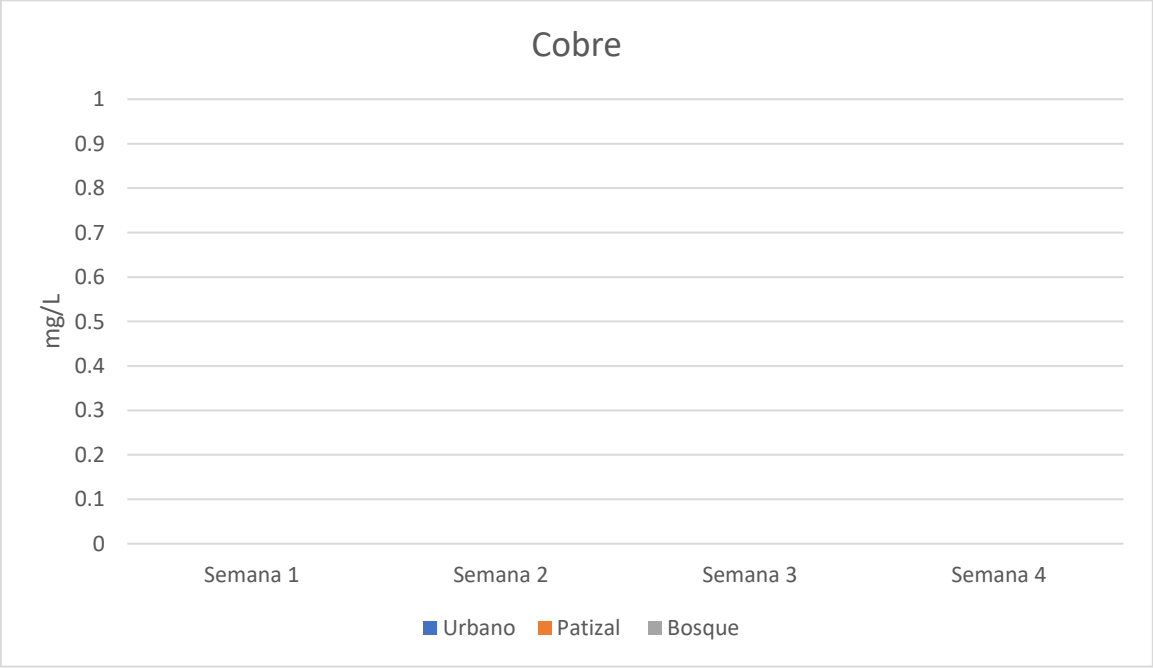
Los estudios de Baquero y otros (2018), no aplico cloro al agua para su desinfección, así mismo Muñoz (2020) y Felles (2022), ya que aplicar al agua obtenida de las redes de niebla, seria incluir un tratamiento extra para su uso.

Figura 31. Hierro en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



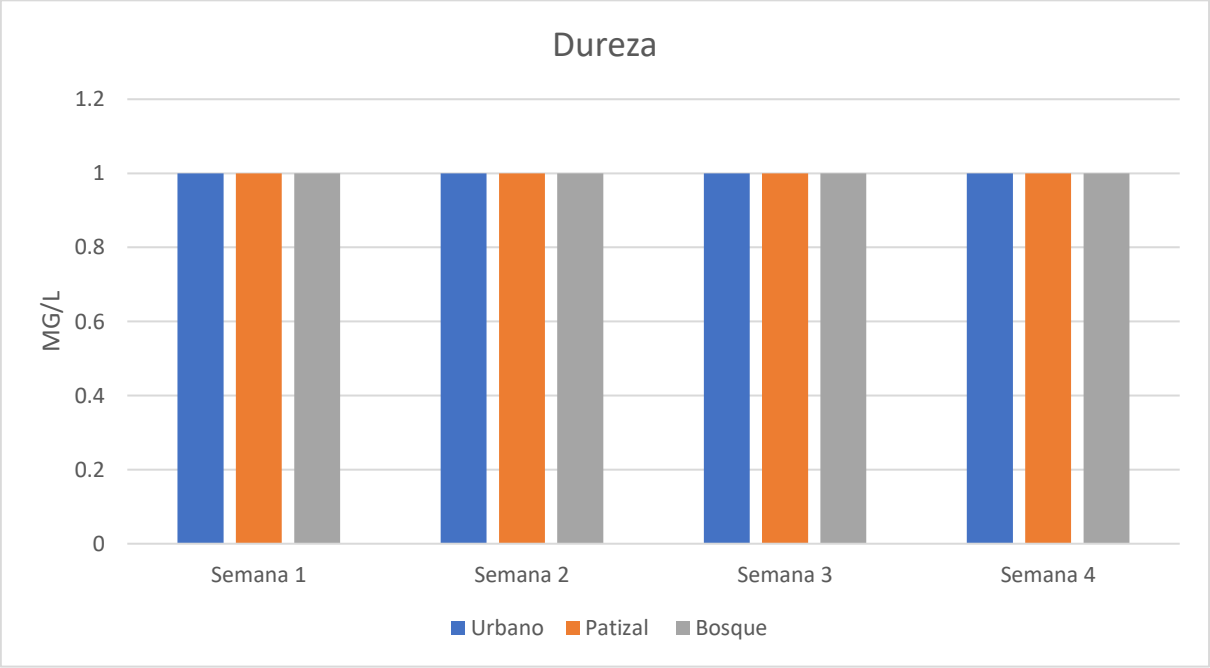
En la figura 31, se observa las características del Hierro en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, el Hierro obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 0 mg/l, en la zona de pastizal es en promedio de 0 mg/l y en la zona boscosa es en promedio de 0 mg/l. El análisis estadístico de Análisis de Varianza no es aplicable ya que presentan todos los valores iguales en 0.

Figura 32. Cobre en el agua obtenida a partir de las redes de niebla.



En la figura 32, se observa las características del Cobre en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, el Cobre obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 0 mg/l, en la zona de pastizal es en promedio de 0 mg/l y en la zona boscosa es en promedio de 01 mg/l. El análisis estadístico de Análisis de Varianza no es aplicable ya que presentan todos los valores iguales en 0.

Figura 33. Dureza en el agua obtenida a partir de las redes de niebla



En la figura 33, se observa las características de la Dureza en el agua obtenidas a partir de las redes de niebla, la Dureza obtenido en del agua en la red de niebla ubicada en la zona urbana es en promedio de 0 mg/l, en la zona de pastizal es en promedio de 0 mg/l y en la zona boscosa es en promedio de 01 mg/l. El análisis estadístico de Análisis de Varianza no es aplicable ya que presentan todos los valores iguales en 0.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión

- La calidad de agua a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali, se determinó que no es apto para consumo humano debido a que algunos parámetros sobrepasan el límite máximo permisibles como lo indica el Reglamento de Calidad de Agua para consumo humado el D.S. 031-2010-SA.
- La red de niebla instalada en la Universidad Nacional de Ucayali se tuvo como resultado las siguientes cantidades: en área urbana o edificada genera cantidad promedio de 45 ml/m2/día de agua, la red de niebla instada en un área de pastizal genera un promedio de 70 ml/m2/día de agua y la red de niebla instalada en un área boscosa genera un promedio de 104 ml/m2/día de agua.
- Las características microbio biológicas del agua obtenida a partir de redes de niebla en las tres zonas presentan una cantidad mayor a 500 UFC/ ml a 35 °C de Bacterias Heterotróficas, las tres zonas presentan una cantidad promedio de 2 UFC/100 ml a 35 °C Coliformes totales y una cantidad menor a 0 UFC/100 ml a 44.5 °C de Coliformes Fecales y E. Coli, además de una cantidad de 0 N° Org/L de Huevos de larvas, quiste y oquistes
- La característica física química del agua obtenida a partir de redes de niebla en las tres zonas, con un pH promedio de 6.7 H+, conductividad de 136

Umho/cm, turbiedad de 1.4 UNT, Cloro menor a 0 mg/l, hierro menor a 0 mg/l, cobre menor a 0 mg/l y una dureza menor a 1 mg/l.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de las redes de niebla en zonas boscosas, para una mejora obtención de agua.
- Se recomienda que las mallas sean de una dimensión mayor a 1 m2 para ser aplicables en la obtención de agua para el abastecimiento de la población
- Aplicar un protocolo de higiene a las mallas que pueden ser afectados por contaminantes arrastrados por el viento y la lluvia.
- Se recomienda que se utilice el agua sin tratar exclusivamente para actividades de higiene y no de consumo, ya que requiere un tratamiento.
- Se recomienda en uso del agua para consumo humano previo a un tratamiento básico como desinfección con cloro y filtración gruesa con telas o mallas de menos a 1 mm.
- Se recomienda la extinción de la investigación por su aplicabilidad para solucionar problemas de abastecimiento de agua.
- Se recomienda de dicha investigación, se realice en la zona norte del Perú debido a mayor concentración de humedad por la cercanía al mar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antara Hinostroza , J., & Marquez Bravo , E. (2020). *Evaluación de la eficiencia de la tecnología de atrapanieblas de tipo Raschell al 50% y 80% de porosidad en el cerro las Tunas para el riego de las áreas verdes de la Universidad Peruana Unión.* Lima: UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN. Obtenido de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3111/Jhan_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Aranguiz, G., Morales, F., Nieto, J., & Silva, G. (2009). *Diseño generativo y su aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile. En: Seminario de diseño computacional (2., 2009, Santiago, Chile). 2009.* Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

Ávila Gamba, Y., & Rojas Pérez , A. (2021). *Implementación de una tecnología de ariete hidráulico para el manejo eficiente del agua en la Finca La Libertad - Municipio de Zipacón, Cundinamarca.* Cundinamarca: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26100

Avila, A. (1999). Las lluvias de barro y el transporte y deposición de material sahariano sobre el nordeste de la península ibérica. *Orsis, 14*, 105-127. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

Baquero Palacios, S., Delvasto Reyes, A., & Mejía Hoy, S. (2018). Evaluación de la calidad de agua de niebla recolectada en Choachí, Colombia. *Inventu,*

13(25), 53-60. Obtenido de https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1693

Carrera Villacrés, D., Gómez García, A., & Quinteros Carabalí, J. (2020). *Diseño e implementación de torres atrapanieblas (3d) y ecosistema informático de monitoreo con internet de las cosas y aprendizaje automático.* Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21785?mode=full

Cereceda Troncoso, Pilar. (2014). *Agua de Niebla.* Chile: Dirección General de Aguas. Obtenido de http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf

Contreras, V. (2012). *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo mejorado de atrapanieblas en el distrito de Ventanilla.* Callao. Lima, Perú: Universidad Nacional del Callao. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

Correa Bazán, A., & Ramírez Mori, R. (2020). *Evaluación de dos prototipos de atrapanieblas de diseño low tech en base a su eficiencia de captación para aprovechar el recurso hídrico en San Pablo en el 2018 – Cajamarca.* Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_9f128e6ef07c180e909ecb4c0a217d89

Correa Palomino,, M. I., Martínez Meneses, J. R., & Ortiz Cabrejos, C. I. (2021). *Reducción de la brecha en el acceso al agua potable y alcantarillado en Lima*

Metropolitana. Lima: Universidad del Pacífico. Obtenido de https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/3453

Diez Torricelli, J. (2019). *Factores meteorológicos que influyen en l a captación volumétrica de agua del atrapanieblas ubicado en la zona del puericultorio Pérez Araníbar. Magdalena del Mar-Lima-2017-2018.* Lima: Universidad Alas Peruanas. Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/9333

Dirección General de Protección Civil y Emergencias. (2020). *www.proteccioncivil.es*. Obtenido de https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/gestion-de-riesgos/meterologicos/vientos-fuertes#:~:text=El%20viento%20es%20el%20movimiento,componente%20horizontal%20del%20vector%20velocidad.

Etecé. (29 de Agosto de 2020). *https://concepto.de*. Obtenido de https://concepto.de/humedad/

Etecé. (20 de Noviembre de 2023). *https://concepto.de*. Obtenido de https://concepto.de/bosque/

Felles Isidro, C. (2022). *Generación de agua con celdas Peltier a partir de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2019.* Lima: Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion. Obtenido de https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6549

FogQuest. (2014). *FogQuest*. Obtenido de www.fogquest.org.

Frans Shuber, H. (2021). *Eficiencia del sistema de atrapanieblas con dos tipos de malla raschel para la captación de agua de niebla - Lomas de Paraíso – 2017.* Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59654

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación.* México: Mc Graw Hill Education. Obtenido de https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf

Hernandez, I., & Vita, A. (2004). *Reforestación para la expansión de los bosquetes de Olivillo. En: Historia Natural del Parque Nacional Bosque.* La Serena, Chile: Universidad de la Serena. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

Izuna, J. (2010). *Meteorología descriptiva y aplicaciones en Chile. Universidad de Concepción, Chile. 31 pág.* Concepción: Universidad de Concepción. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

Jofre-Meléndez, R., Cervantes-Pérez, J., & Barradas, V. (2015). CALIDAD DEL AGUA DE LA NIEBLA CAPTADA ARTIFICIALMENTE EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PIXQUIAC, VERACRUZ, MÉXICO: RESULTADOS PRELIMINARES. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 18*(2), 122-130. Obtenido de https://www.elsevier.es/es-revista-tip-revista-especializada-ciencias-quimico-biologicas-93-articulo-calidad-del-agua-de-la-S1405888X15000170

Ledesma, B. (2002). *Meteorología aplicada a la aviación* (13 ed.). Madrid, España: Paraninfo Thomson. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

Lino Hurtado, Y. (2019). *Calidad de agua de niebla captada artificialmente para uso en consumo humano en la quebrada Manchay, Pachacámac- Lima.* Lima: Universidad Agraria de la Selva. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1422

Mahecha Venegas, C. (2021). *ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES FÍSICOS Y AMBIENTALES PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA NIEBLA COMO COMPLEMENTO DE ABASTECIMIENTO PARA ZONAS RURALES DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.* BOGOTÁ: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/c33afcc0-6fd9-4d0a-99f5-950504bdd981/content

Mallatec. (2023). Obtenido de https://www.mallatec.cl/mallaRaschel.html#:~:text=La%20Malla%20Raschel%20es%20un,otros%20usos%20de%20car%C3%A1cter%20agr%C3%ADcola.

OMS. (13 de Septiembre de 2023). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

Park, K.-C., Chhatre, S., Srinicasan, S., Cohen, R., & McKinley, G. (2013). Optimal Design of Permeable Fiber Network Structures for Fog Harvesting. *Langmuir, 29*(43), 13269-13277. doi:10.1021/la402409f

Pérez Cateriano , L. (2019). *"CAPTACIÓN DE AGUA DE NIEBLA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD PARA CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LEANDRA ORTEGA, PACHACÚTEC - VENTANILLA, 2016".* Lima: Universidad Cientifica del Sur. Obtenido de https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/710

Rivera, J. (2011). Aerodynamic collection efficiency of fog water collectors. *Atmospheric Research, 102*, 335-342. doi:10.1016/j.atmosres.2011.08.005

Sandoval Vílchez, I., Rivera Rondoy, N., & Herrera Ortíz, P. (2022). *Propuesta de un sistema de captación de agua de neblina para uso agrícola utilizando atrapanieblas en Ayabaca, 2022.* Ayabaca: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3433

Soriano, M. (2015). *Niebla como fuente alternativa para suministro de agua.* Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

Soto, G. (2002). *Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.* Santiago (Chile): FAO. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

UNICEF. (2021). *10.5 Millones de motivos para seguir trabajando.* UNICEF - Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Obtenido de

https://www.unicef.org/peru/media/146/file/10.5%20millones%20de%20motivos%20para%20seguir%20trabajando.pdf

Vilchez Ochoa , G., & Orozco Garcia , S. (2021). *Determinación del contenido de metales presentes en el agua de niebla a cuatro altitudes distintas de las Lomas de Lachay año 2018.* Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

Vistin, D. (2014). *Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de agua por medio de dos tipos de neblinómetros en las tres cuencas de la Parroquia Achupallas, Cantón Alausi, provincia de Chimborazo.* Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1422

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

<table>
<tr><td colspan="7">EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI 2023</td></tr>
<tr><td>Problema</td><td>Objetivo</td><td>Hipótesis</td><td rowspan="2">Variables</td><td rowspan="2">Dimensiones</td><td rowspan="2">Indicadores</td></tr>
<tr><td>General</td><td>General</td><td>General</td></tr>
<tr><td>¿El agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali es apta para el consumo humano?</td><td>Evaluar la calidad del agua a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali.</td><td>El agua obtenida a partir de redes de niebla con posicionamiento eólico en la Universidad Nacional de Ucayali será apta para el consumo humano.</td><td rowspan="4">Dependiente
Agua para consumo humano

Independiente
Sistema de red de niebla</td><td rowspan="4">Parámetros físico químicos

Parámetros microbiológicos

Recolección de agua

Área de la red</td><td rowspan="4">Turbiedad / NTU
Conductividad us/cm
STD/ mg/l
PH / H+
Oxigeno Disuelto mg/l
Dureza / mg/l

Coliformes totales / NMP/100ml
Coliformes termo tolerantes / NMP/100ml
Bacterias heterótrofas/ UFC/ml

Agua recolectada / ml.

Área de red de niebla / m2</td></tr>
<tr><td>Específicos</td><td>Específicos</td><td>Específicos</td></tr>
<tr><td>¿Cuál es la cantidad de agua producida por la red de niebla?</td><td>Determinar la cantidad de agua producida por la red de niebla</td><td>La cantidad de agua producida por la red niebla, es de 1L por m2.</td></tr>
<tr><td>¿Cuál son la característica microbio biológica del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali?</td><td>Analizar las características microbio biológica del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali</td><td>Las características microbio biológica del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali, cumplirá con los LMP para agua de consumo humano.</td></tr>
<tr><td>¿Cuál son la característica física química del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali?</td><td>Analizar la característica física química del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali</td><td>Las características físico químicos del agua obtenida a partir de redes de niebla en la Universidad Nacional de Ucayali, cumplirá los LMP para agua de consumo humano.</td></tr>
</table>

Anexo 2. Panel fotográfico







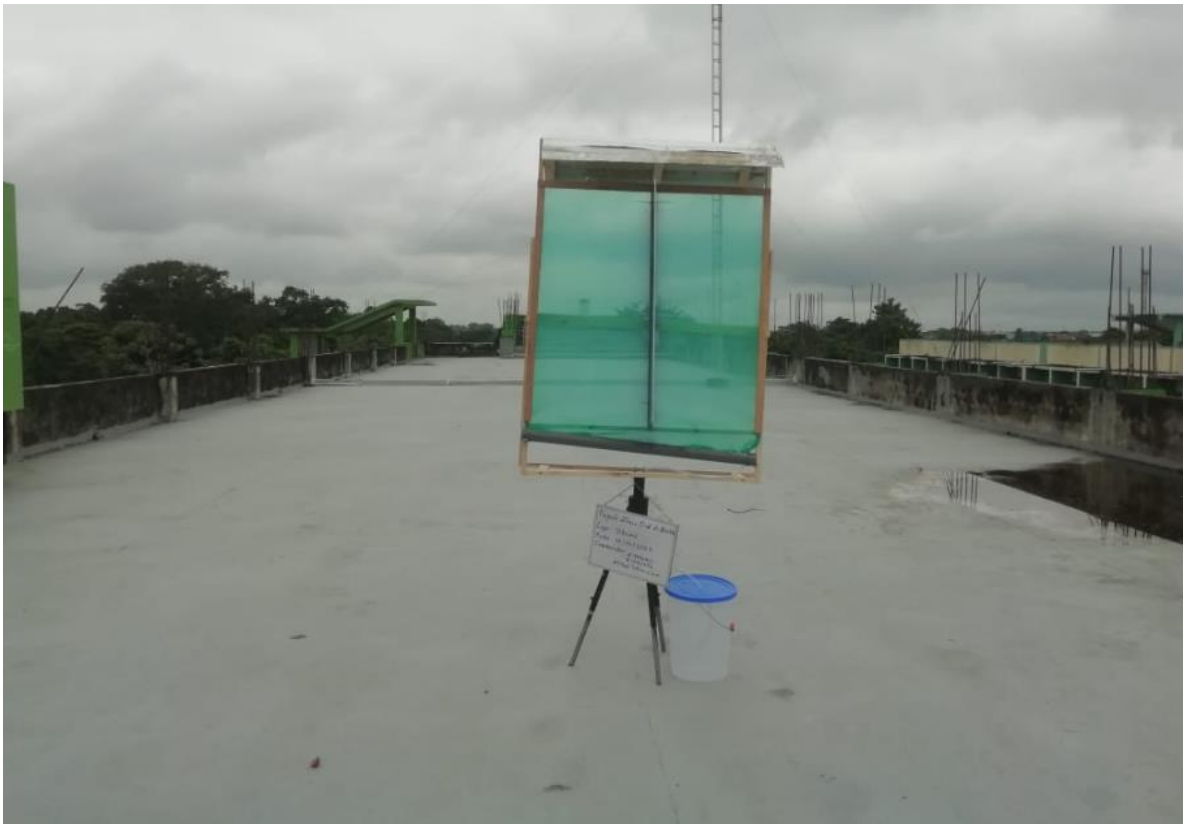














Anexo 3: Certificados de análisis

Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 120

INFORME DE ENSAYO 012423054

N° de Orden de Servicio:	: 08230064
N° de Protocolo	: 012423054
Cliente	: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**
Dirección legal del cliente	: Carretera Federico Basadre Km. 6.001
Muestra(s) declarada(s)	: Agua para consumo humano
Procedencia de la Muestra	: Muestreado por el cliente Nombre del proyecto: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA CON POSICIONAMIENTO EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI 2023 **Lugar del proyecto:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 03 muestras
Forma de Presentación	03 frascos de plástico estériles de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 500mL
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 19-080.22 al 19-080.24
Fecha de recepción de muestra(s)	: 03/10/2023
Fecha de Inicio del Análisis	: 03/10/2023
Fecha de Emisión de Informe	: 20/10/2023

Código de Laboratorio			19-08022	19-08023	19-08024
Código de Punto de Muestreo			UNU-URB02	UNU-PAT02	UNU-BOS02
Descripción del Punto de Muestreo			Urbano	Pastizal	Bosque
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			02/10/2023	02/10/2023	02/10/2023
			7:34 Hrs	9:15 Hrs	8:39 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			02/10/2023	02/10/2023	02/10/2023
			7:42 Hrs	9:22 Hrs	8:52 Hrs
Tipo de Muestra			Agua de Consumo	Agua de Consumo	Agua de Consumo
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0546653	E 0546897	E 0546573
			N 9071669	N 9070915	N 9071608
			157 m.s.n.m.	156 m.s.n.m.	158 m.s.n.m.
Parámetros microbiológicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades		Resultados	Resultados	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100mL		1	1	0
Coliformes Fecales**	NMP/100mL		0	0	0
Bacterias Heterotróficas	UFC/ ml a 35°C		450	495	320
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5°C		0	0	0
Huevos de larvas, quiste y oquistes	N° Org/L		0	0	0
Parámetros fisicoquímicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados
pH	H+	0.1	6.7	6.7	6.9
Conductividad	Umho/cm	1.0	135	124	150
Turbiedad	UNT	0.1	1	1.5	1.8
Cloro	mg/L	0.001	0	0	0
Hierro	mg/L	0.0001	0	0	0
Cobre	mg/L	0.0001	0	0	0
Dureza	mg/L	1	1	1	1

LABORATORIO INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Observaciones: (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 012423054

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Bacterias Heterotróficas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
E. Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
Huevos de larvas, quiste y oquistes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2.a, F.2.c.1. 23rd Ed. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23 rd Ed.
pH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Nephelometric . Laboratory Method
Cloro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 Cl G, 23rd Ed. 2017. DPD Colorimetric Method
Cobre (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Hierro (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Mehod

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditacion del INACAL - DA, se encuentran dentro del ambito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Mblga. Cinthya Ballardo De la Cruz
C.B.P. 10943
Supervisora de Laboratorio de Microbiología

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. LABORATORIO

Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Analista de Laboratorio de Química

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 103223004

N° de Orden de Servicio:	: 04230032
N° de Protocolo	: 103223004
Cliente	: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**
Dirección legal del cliente	: Carretera Federico Basadre Km. 6.001
Muestra(s) declarada(s)	: Agua para consumo humano
Procedencia de la Muestra	: Muestreado por el cliente Nombre del proyecto: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA CON POSICIONAMIENTO EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI 2023 **Lugar del proyecto:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 03 muestras
Forma de Presentación	03 frascos de plástico estériles de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 500mL
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 09-250.11 al 09-250.13
Fecha de recepción de muestra(s)	: 11/09/2023
Fecha de Inicio del Análisis	: 11/09/2023
Fecha de Emisión de Informe	: 22/09/2023

Código de Laboratorio			09-25011	09-25012	09-25013
Código de Punto de Muestreo			UNU-URB08	UNU-PAT08	UNU-BOS08
Descripción del Punto de Muestreo			Urbano	Pastizal	Bosque
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			08/09/2023 7:55 Hrs	08/09/2023 9.40 Hrs	08/09/2023 8:35 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			08/09/2023 7:59 Hrs	08/09/2023 9.47 Hrs	08/09/2023 8:41 Hrs
Tipo de Muestra			Agua de Consumo	Agua de Consumo	Agua de Consumo
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0546653 N 9071669 157 m.s.n.m.	E 0546897 N 9070915 156 m.s.n.m.	E 0546573 N 9071608 158 m.s.n.m.
Parámetros microbiológicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades		Resultados	Resultados	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100mL		10	1	5
Coliformes Fecales**	NMP/100mL		1	0	0
Bacterias Heterotróficas	UFC/ ml a 35°C		750	360	450
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5°C		0	0	0
Huevos de larvas, quiste y oquistes	N° Org/L		0	0	0
Parámetros fisicoquímicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados
pH	H+	0.1	6.8	6.6	6.8
Conductividad	Umho/cm	1.0	130	141	160
Turbiedad	UNT	0.1	1.8	1.5	1.7
Cloro	mg/L	0.001	0	0	0
Hierro	mg/L	0.0001	0	0	0
Cobre	mg/L	0.0001	0	0	0
Dureza	mg/L	1	1	1	1

Observaciones: (*)Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 103223004

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Bacterias Heterotróficas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
E. Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
Huevos de larvas, quiste y oquistes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2.a, F.2.c.1. 23rd Ed. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23 rd Ed.
pH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Nephelometric . Laboratory Method
Cloro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 Cl G, 23rd Ed. 2017. DPD Colorimetric Method
Cobre (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Hierro (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Mehod

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditacion del INACAL - DA, se encuentran dentro del ambito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Mblga. Cinthya Ballardo De la Cruz
C.B.P. 10943
Supervisora de Laboratorio de Microbiología

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. LABORATORIO

Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Analista de Laboratorio de Química

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 146423014

N° de Orden de Servicio:	: 04230032
N° de Protocolo	: 14642314
Cliente	: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**
Dirección legal del cliente	: Carretera Federico Basadre Km. 6.001
Muestra(s) declarada(s)	: Agua para consumo humano
Procedencia de la Muestra	: Muestreado por el cliente Nombre del proyecto: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA CON POSICIONAMIENTO EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI 2023 **Lugar del proyecto:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 03 muestras
Forma de Presentación	03 frascos de plástico estériles de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 500mL
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 09-250.11 al 09-250.1
Fecha de recepción de muestra(s)	: 18/09/2023
Fecha de Inicio del Análisis	: 18/09/2023
Fecha de Emisión de Informe	: 02/10/2023

Código de Laboratorio			09-25035	09-25036	09-25037
Código de Punto de Muestreo			UNU-URB16	UNU-PAT16	UNU-BOS16
Descripción del Punto de Muestreo			Urbano	Pastizal	Bosque
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			16/09/2023 7:59 Hrs	16/09/2023 9:25 Hrs	16/09/2023 8:47 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			16/09/2023 8:05 Hrs	16/09/2023 9:37 Hrs	16/09/2023 8:59 Hrs
Tipo de Muestra			Agua de Consumo	Agua de Consumo	Agua de Consumo
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0546653 N 9071669 157 m.s.n.m.	E 0546897 N 9070915 156 m.s.n.m.	E 0546573 N 9071608 158 m.s.n.m.
Parámetros microbiológicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades		Resultados	Resultados	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100mL		2	0	10
Coliformes Fecales**	NMP/100mL		0	0	1
Bacterias Heterotróficas	UFC/ ml a 35°C		650	490	750
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5°C		0	0	0
Huevos de larvas, quiste y oquistes	N° Org/L		0	0	0
Parámetros fisicoquímicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados
pH	H+	0.1	6.8	6.7	6.9
Conductividad	Umho/cm	1.0	115	133	162
Turbiedad	UNT	0.1	1.1	1.7	1.6
Cloro	mg/L	0.001	0	0	0
Hierro	mg/L	0.0001	0	0	0
Cobre	mg/L	0.0001	0	0	0
Dureza	mg/L	1	1	1	1

Observaciones: (*)Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 146423014

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Bacterias Heterotróficas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
E. Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
Huevos de larvas, quiste y oquistes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2.a, F.2.c.1. 23rd Ed. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23 rd Ed.
pH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Nephelometric . Laboratory Method
Cloro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 Cl G, 23rd Ed. 2017. DPD Colorimetric Method
Cobre (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Hierro (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Mehod

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditacion del INACAL - DA, se encuentran dentro del ambito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Mblga. Cinthya Ballardo De la Cruz
C.B.P. 10943
Supervisora de Laboratorio de Microbiología

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. LABORATORIO

Quím. Fred A. Alcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Analista de Laboratorio de Química

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 117423033

N° de Orden de Servicio:	: 08230064
N° de Protocolo	: 117423033
Cliente	: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**
Dirección legal del cliente	: Carretera Federico Basadre Km. 6.001
Muestra(s) declarada(s)	: Agua para consumo humano
Procedencia de la Muestra	: Muestreado por el cliente Nombre del proyecto: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA A PARTIR DE REDES DE NIEBLA CON POSICIONAMIENTO EÓLICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI 2023 **Lugar del proyecto:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 03 muestras
Forma de Presentación	03 frascos de plástico estériles de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 250mL 03 frasco de plástico de primer uso de 500mL
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 10-033.01 al 10-033.03
Fecha de recepción de muestra(s)	: 27/09/2023
Fecha de Inicio del Análisis	: 27/09/2023
Fecha de Emisión de Informe	: 13/10/2023

Código de Laboratorio			10-03301	10-03302	10-03303
Código de Punto de Muestreo			UNU-URB25	UNU-PAT25	UNU-BOS25
Descripción del Punto de Muestreo			Urbano	Pastizal	Bosque
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			25/09/2023 7:39 Hrs	25/09/2023 9:05 Hrs	25/09/2023 8:36 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			25/09/2023 7:48 Hrs	25/09/2023 9:13 Hrs	25/09/2023 8:47 Hrs
Tipo de Muestra			Agua de Consumo	Agua de Consumo	Agua de Consumo
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0546653 N 9071669 157 m.s.n.m.	E 0546897 N 9070915 156 m.s.n.m.	E 0546573 N 9071608 158 m.s.n.m.
Parámetros microbiológicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades		Resultados	Resultados	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100mL		0	0	4
Coliformes Fecales**	NMP/100mL		0	0	0
Bacterias Heterotróficas	UFC/ ml a 35°C		350	890	650
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5°C		0	0	0
Huevos de larvas, quiste y oquistes	N° Org/L		0	0	0
Parámetros fisicoquímicos					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados
pH	H+	0.1	6.9	6.7	6.8
Conductividad	Umho/cm	1.0	120	121	155
Turbiedad	UNT	0.1	0.9	1.6	1.4
Cloro	mg/L	0.001	0	0	0
Hierro	mg/L	0.0001	0	0	0
Cobre	mg/L	0.0001	0	0	0
Dureza	mg/L	1	1	1	1

Observaciones: (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO 117423033

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Bacterias Heterotróficas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
E. Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.
Huevos de larvas, quiste y oquistes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2.a, F.2.c.1. 23rd Ed. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23 rd Ed.
pH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Nephelometric . Laboratory Method
Cloro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 Cl G, 23rd Ed. 2017. DPD Colorimetric Method
Cobre (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Hierro (Total y Disuelto)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3030 E / 3111 B, 23rd Ed. 2017. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Nitric Acid Digestion / Direct Air-Acetylene Flame Method.
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Mehod

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditacion del INACAL - DA, se encuentran dentro del ambito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Mblga. Cinthya Balkardo De la Cruz
C.B.P. 10943
Supervisora de Laboratorio de Microbiología

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. LABORATORIO

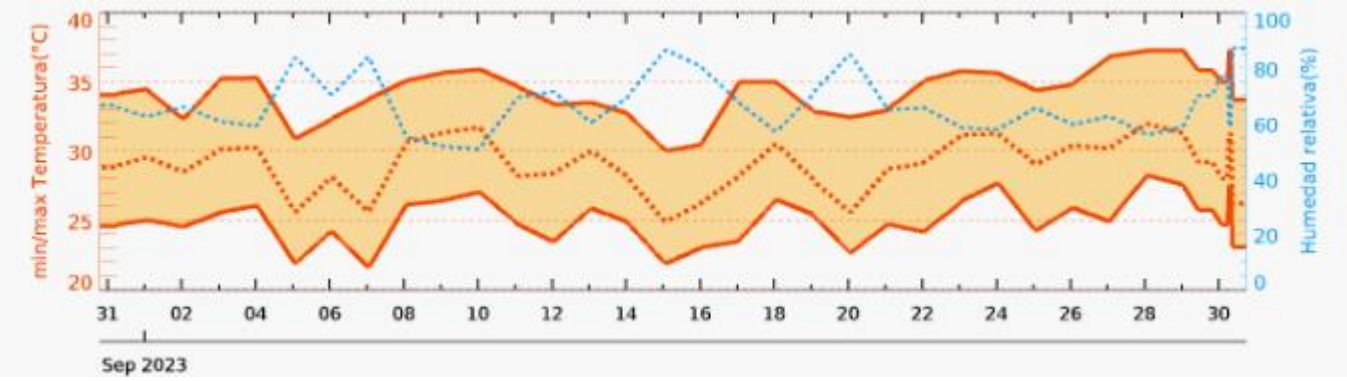
Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Analista de Laboratorio de Química

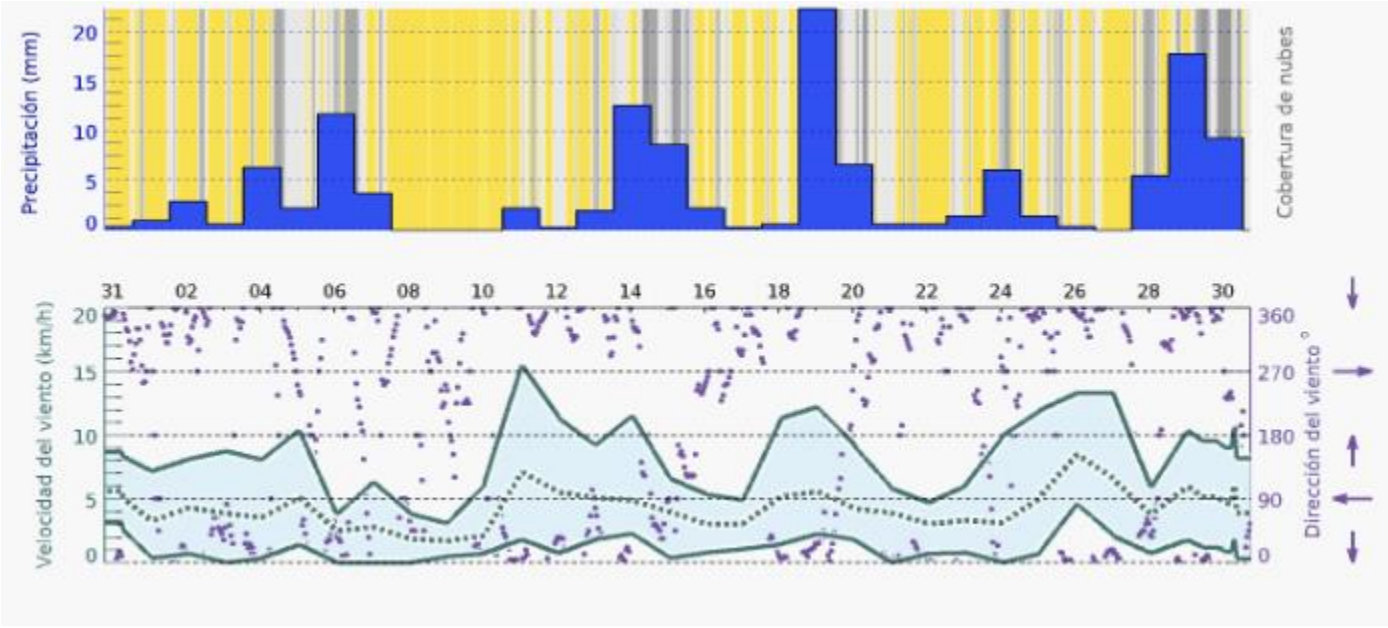
Fin de documento

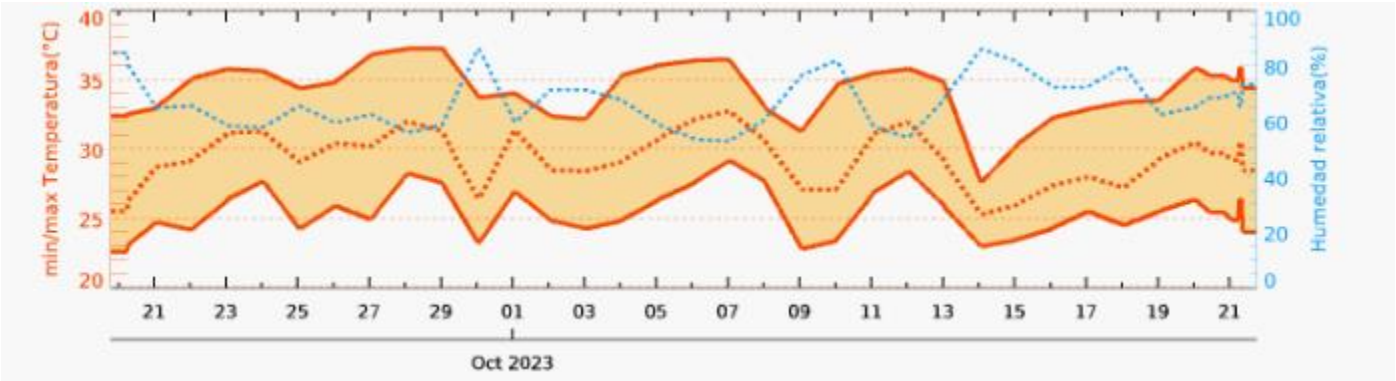
El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

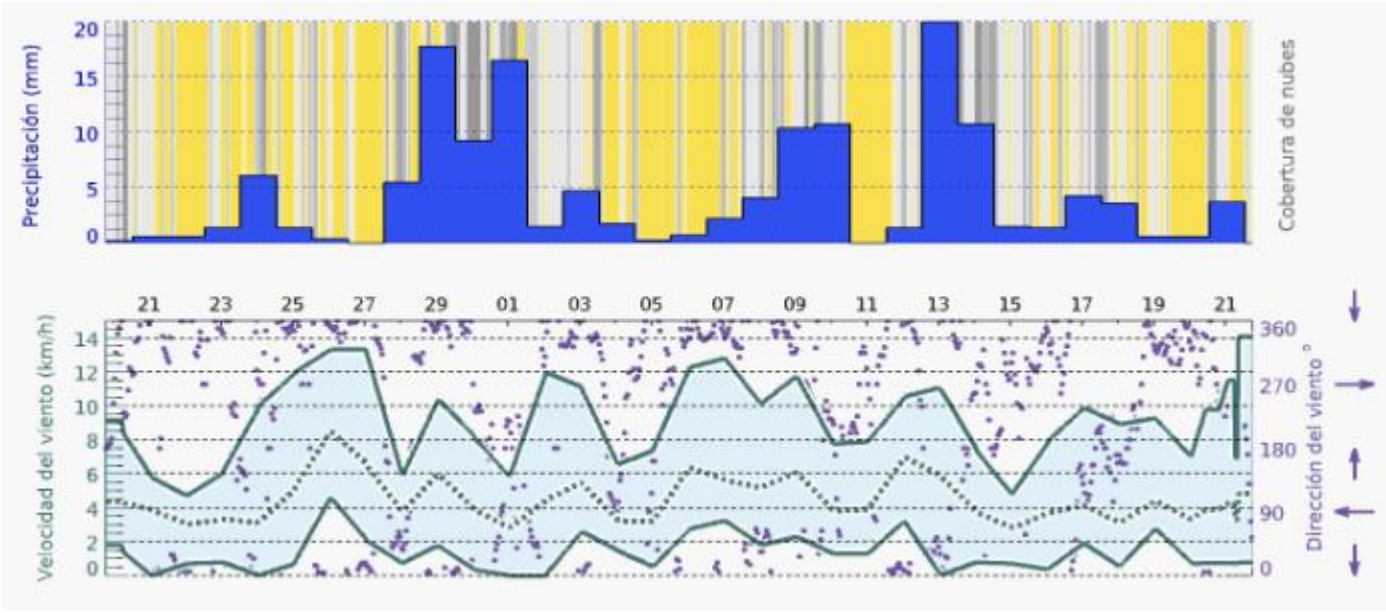
Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

Anexo 4: Datos meteorológicos








Precipitación (mm)
20
15
10
5
0
Cobertura de nubes
21 23 25 27 29 01 03 05 07 09 11 13 15 17 19 21
Velocidad del viento (km/h)
14
12
10
8
6
4
2
0
360
270
180
90
0
Dirección del viento °

Anexo 5: Análisis estadístico

ANOVA de un solo factor: ml/m2 vs. Zona

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	α = 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Zona	3	Bosque; Pastizal; edificado

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	2	24519	12259	9.51	0.000
Error	39	50279	1289		
Total	41	74798			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
35.9057	32.78%	29.33%	22.04%

Medias

Zona	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Bosque	14	104.6	54.4	(85.2; 124.1)
Pastizal	14	70.43	23.91	(51.02; 89.84)
Edificado	14	45.71	18.29	(26.30; 65.12)

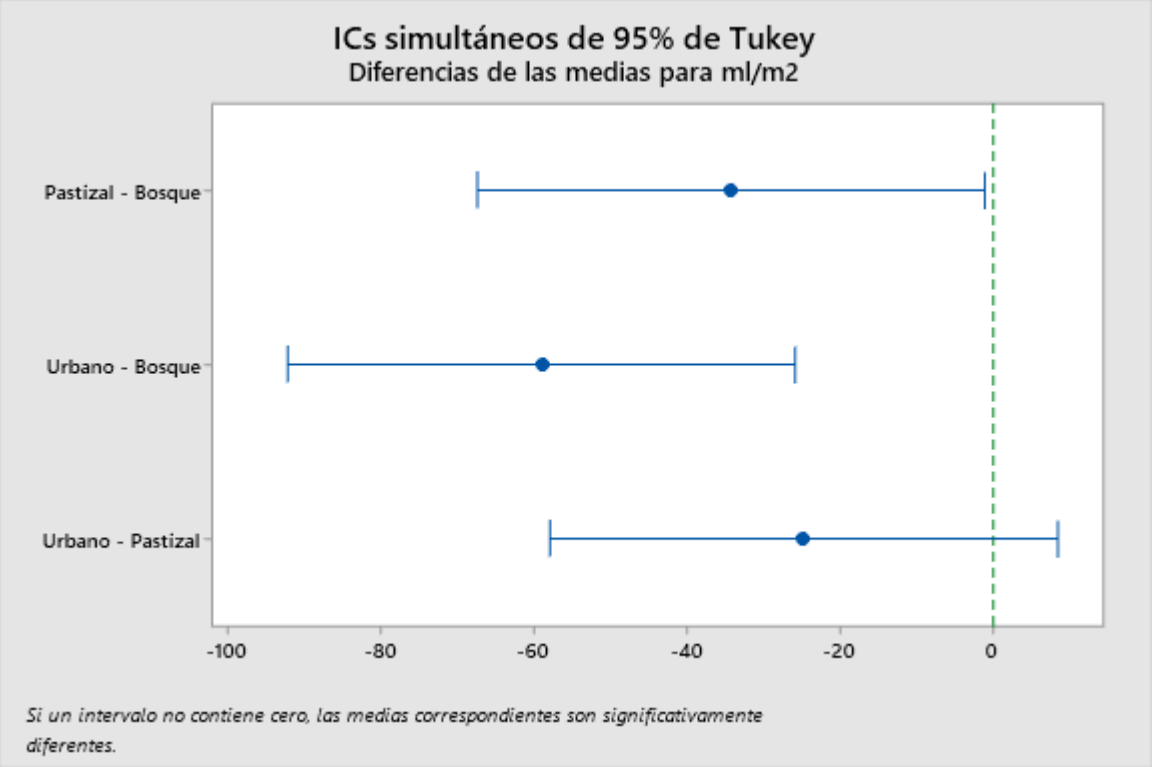
Desv.Est. agrupada = 35.9057

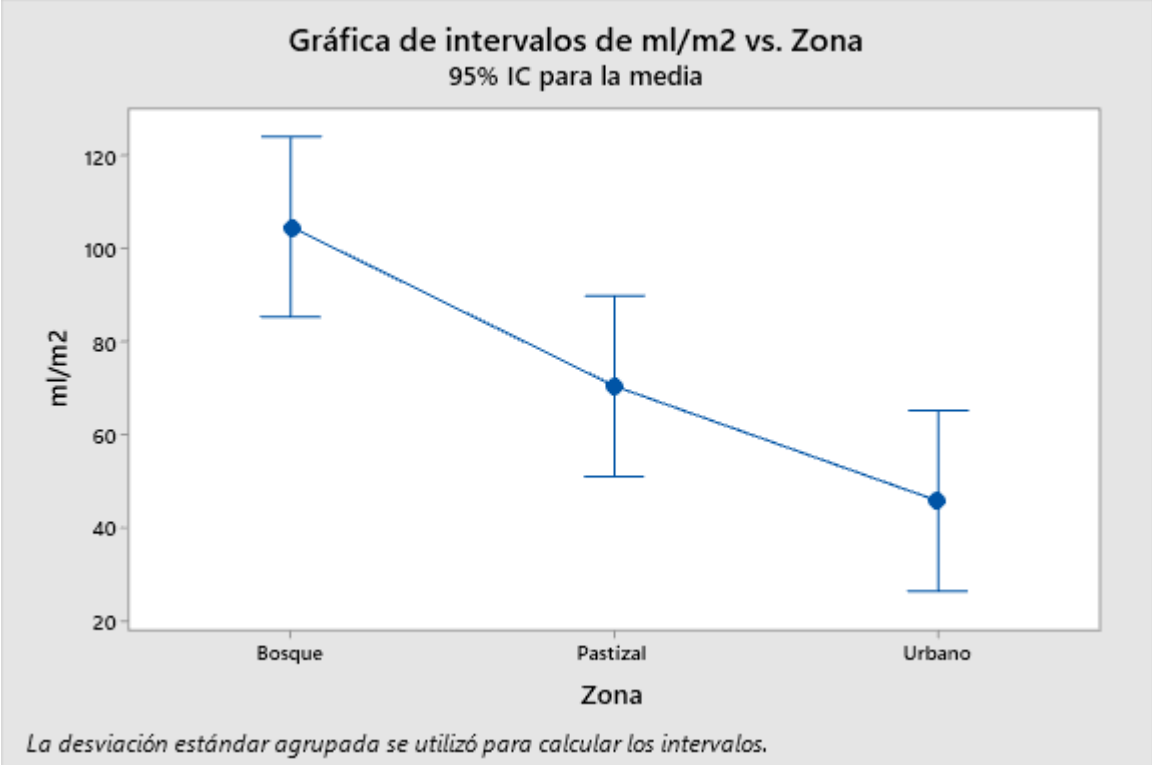
Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Zona	N	Media	Agrupación	
Bosque	14	104.6	A	
Pastizal	14	70.43		B
Edificado	14	45.71		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.


ICs simultáneos de 95% de Tukey
Diferencias de las medias para ml/m2
Pastizal - Bosque
Urbano - Bosque
Urbano - Pastizal
-100
-80
-60
-40
-20
0
Si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente diferentes.


Gráfica de intervalos de ml/m2 vs. Zona
95% IC para la media
ml/m2
120
100
80
60
40
20
Bosque
Pastizal
Urbano
Zona
La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

ANOVA de un solo factor: ml/m2/dia vs. Zona

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	α = 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Zona	3	Bosque; Pastizal; Edificado

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Zona	2	24519	12259	9.51	0.000
Error	39	50279	1289		
Total	41	74798			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
35.9057	32.78%	29.33%	22.04%

Medias

Zona	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Bosque	14	104.6	54.4	(85.2; 124.1)
Pastizal	14	70.43	23.91	(51.02; 89.84)
Edificado	14	45.71	18.29	(26.30; 65.12)

Desv.Est. agrupada = 35.9057

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Zona	N	Media	Agrupación
Bosque	14	104.6	A
Pastizal	14	70.43	B
Edificado	14	45.71	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
Pastizal - Bosque	-34.2	13.6	(-67.3; -1.1)	-2.52	0.041
Edificado - Bosque	-58.9	13.6	(-92.0; -25.8)	-4.34	0.000
Edificado - Pastizal	-24.7	13.6	(-57.8; 8.4)	-1.82	0.176

Nivel de confianza individual = 98.06%

