



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**“RECUPERACIÓN DEL PORCENTAJE DE AGUA POR
VOLUMEN DE NEBLINA EN EL CASERÍO DE PERLAMAYO
DISTRITO DE CHUGUR PROVINCIA DE HUALGAYOC” 2017.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. Domel Mego Estela

ASESOR:

Ing. Celso Nazario Purihuamán Leonardo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Chiclayo – Perú

2018

DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 4:00 pm. Horas del día 14 de noviembre del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 2761-2018-UCV-CH, de fecha 08 de noviembre del 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada:

“Recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur 2017”.


Presentado por la Bachiller: MEGO ESTELA, DOMEL, con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Ambiental, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE : Dr. John William Cajan Alcántara
SECRETARIO : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez
VOCAL : Dra. Bertha Magdalena Gallo Gallo

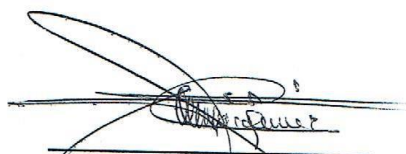
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Siendo las 4:45 pm., del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 14 de noviembre del 2018



Presidente



Secretario (a)



Vocal

DEDICATORIA

Este Trabajo de Investigación se la dedico en primer lugar a Dios, que me ha bendecido grandemente.

A mi esposa, Maruja Dávila a mis hijos: Eliana Karol y David, por su Amor, Apoyo y Comprensión para ser una persona útil a la sociedad.

A mi Padre: Máximo Mego, a mis Hermanos Clemencia, Irma, Aidé, Saúl, Raúl, Enrique, Carolina y a todos mis sobrinos por su Amor y Consejos.

DOMEL

AGRADECIMIENTO

MI agradecimiento muy especial a la Universidad Cesar Vallejo, quien nos ha formado para ser profesionales.

A mis Maestros de la Facultad de Ingeniería por haberme acogido y orientado para ser profesional al servicio del pueblo.

Al profesor de Investigación Ing. Celso Nazario Purihuamán Leonardo, quien con sus oportunas sugerencias me guiaron para llegar a concluir con satisfacción el presente trabajo.

Al Alcalde de la Municipalidad de Chugur Prof. Vidal García Efus por su apoyo incondicional y a todos los amigos y familiares que me inculcaron a seguir superándome.

DOMEL

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Domel Mego Estela, identificado con DNI N° 27559449; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis son veraces y auténticos.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, diciembre del 2017



DOMEL MEGO ESTELA

DNI N° 27559449

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, pongo a vuestro elevado criterio la tesis titulada: “Recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc” 2017; esto con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación que la Universidad Cesar Vallejo exige, el propósito central de la investigación es dar a conocer la importancia y potencialidades de usar el recurso agua de niebla en el caserío de Perlamayo capilla distrito de Chugur. De esta manera, se presenta como un instrumento de lectura, orientado tanto a profesionales, como a investigadores y conocer sus, potencialidades de este recurso hídrico, mejorando la calidad ambiental y ecológica y con ello la calidad de vida de la población donde se desarrolló el presente trabajo de investigación.

El Autor

ÍNDICE

DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
INDICE.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Trabajos previos.....	16
1.3. Artículos Relacionados	19
1.4. Teorías Relacionadas.....	22
1.5. Formulación del problema.....	40
1.6. Justificación del estudio.....	41
1.7. Hipótesis.....	42
1.8. Objetivos.....	43
II. METODO.....	43
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	43
2.2. Variables, Operacionalización.....	45
2.3. Población y Muestra.....	46
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad.....	46
2.5. Método de análisis de datos.....	46
2.6. Aspecto ético.....	47
III. RESULTADOS.....	48
3.1. Materiales y Métodos	48
3.2. Resultados de recolección de datos.....	82
IV. DISCUSIÓN.....	60
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. RECOMENDACIONES.....	64

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.....	65
ANEXOS.....	67
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	71
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV.....	73

RESUMEN

El presente trabajo tiene como título "Recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc" 2017. La disponibilidad de agua dulce limpia es uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la humanidad hoy en día, y llegará a ser crítico en el futuro, el objetivo de la presente investigación es "Evaluar la Recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc" 2017. Y así contribuir en la escasez del preciado líquido. Siendo su hipótesis planteada "Será posible Evaluar la Recuperación del porcentaje de agua empleando atrapa nieblas en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc" 2017. Para ello se utilizó 4 m² de cada una de las tres mallas de polietileno de tipo raschell en porcentajes de sombra de 35%, 50% y 80%, se evaluó su eficiencia de cada una de ellas y los parámetros ambientales como humedad relativa, temperatura y punto de rocío diariamente en los meses de setiembre y octubre siendo estos de estiaje, las mallas captadoras se colocaron perpendicular a la dirección del viento predominante; Los datos estadísticos se procesaron de las variables ya mencionadas como desviación estándar, intervalo de confianza al 95%, correlación de Pearson, varianza y el nivel de significancia que es igual a 0.05. Los volúmenes de agua recolectada varían por el porcentaje de sombra que tienen las mallas. Recolectando 4.6 L/m²/mes en malla de 35% de sombra, 8.1 L/m²/mes en malla de 50% de sombra y 55 L/m²/mes por lo que se sugiere utilizar este tipo de tratamiento. Analizados los volúmenes de agua en litros recolectados en los tres diferentes tratamientos malla 35%, malla 50%, malla 80%, se encuentra que estos tratamientos se correlacionan significativamente con la humedad relativa del aire.

.

Palabras clave. Agua de niebla, humedad relativa, escasez de agua

ABSTRACT

The present work has as title Recovery of the percentage of water by volume of mist in the hamlet of Perlamayo District of Chugur Province of Hualgayoc "2017. The availability of clean fresh water is one of the most important problems facing humanity today in day, and will become critical in the future, the objective of this research is "Evaluate the Recovery of the percentage of water by volume of haze in the hamlet of Perlamayo District of Chugur Province of Hualgayoc" 2017. And thus contribute to the shortage of the precious liquid. Being your hypothesis raised It will be possible to evaluate the recovery of the percentage of water using mist traps in the hamlet of Perlamayo District of Chugur Province of Hualgayoc "2017. For this, 4 m² of each of the three meshes of polyethylene of raschell type in percentages were used. of shade of 35%, 50% and 80%, the efficiency of each one of them was evaluated and the environmental parameters such as relative humidity, temperature and dew point daily in the months of September and October being these of low water, the catches they were placed perpendicular to the prevailing wind direction; The statistical data were processed from the aforementioned variables such as standard deviation, 95% confidence interval, Pearson correlation, variance and the level of significance that is equal to 0.05. The volumes of water collected vary by the percentage of shade that the meshes have. Collecting 4.6 L / m² / month in mesh of 35% shade, 8.1 L / m² / month in mesh of 50% shade and 55 L / m² / month so it is suggested to use this type of treatment. Analyzed the volumes of water in liters collected in the three different treatments 35% mesh, 50% mesh, 80% mesh, it is found that these treatments correlate significantly with the relative humidity of the air

Keywords. Fog water, relative humidity, water shortage

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento mundial de la humanidad ha generado una demanda incontrollable de recursos de la naturaleza. Las comunidades han moldeado los territorios de acuerdo con sus necesidades y tradiciones, resultando muchas veces, en la sobre explotación de las regiones (plan Arrayán de gestión ambiental ONU 2005 -2020).

En el Perú, al igual que en otras partes del mundo, muchas comunidades no logran satisfacer la demanda de agua, debido a la localización geográfica y abandono del Estado. No tienen acceso a Fuentes de suministro que logren compensar la demanda de las distintas actividades vitales para la supervivencia (BAUTISTA, TOVAR, PALACIOS MANCILLA, 2011). El elemento más importante para la supervivencia y desarrollo de las poblaciones es sin duda el agua. Es indispensable en la vida cotidiana, a nivel rural y urbano para recreación, alimento, aseo, producción agrícola, ganadería e industria. Se constituye en un componente transversal de las actividades diarias. Al aumentar la población se incrementa la demanda del vital líquido, teniendo que innovar para ver la manera de acceder a éste. La investigación se realizó con el propósito de Recuperar el porcentaje de agua por volumen de neblina, en período de estiaje, en la comunidad de Perlamayo Capilla, ubicado a 3150 msnm perteneciente al Distrito de Chugur. Con el crecimiento poblacional ha aumentado la explotación de los recursos, derivando en procesos de erosión y desertificación que conllevan a sequías extremas que afectan a las poblaciones humanas, animales y vegetales. Tradicionalmente las fuentes de abastecimiento de agua dulce que también son afectadas como las superficiales (ríos y lagos) o subterráneas (acuíferos), (plan Arrayán de gestión ambiental 2005 -2020).

En las últimas décadas han aparecido tratamientos que permiten usar como fuentes lagunas de agua salada o el mar a través de procesos de desalinización (Revista Ra Ximhai Isiordia GONZALES, PONCE 2012).

A pesar de haber estado siempre presente, la niebla ha sido sub utilizada como una fuente de abastecimiento de agua para la población humana. Sin embargo algunas especies vegetales y animales si han sabido aprovecharla desde tiempos inmemoriales, por ejemplo los cactus y el escarabajo del desierto de Namibia (CERECEDA, HEPP & SCHNEIDER, 2014). Sin embargo, es importante mencionar que el agua de niebla no puede ser considerada como una solución a gran escala, pero puede contribuir al abastecimiento de agua de pequeñas poblaciones (JULIAO, LEÓN, POLO, 2016). La Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el derecho humano al agua potable limpia y al saneamiento en el año 2010. Esto implica disponer de agua suficiente salubre, aceptable y accesible para el uso personal y doméstico.

A pesar de ello, se estima que en el mundo más de mil millones de personas carecen de acceso al agua potable, lo cual constituye un factor limitante de las actividades productivas (ZABALKETA, P 11). Por lo tanto, la investigación hecha es importante debido a que es una alternativa que busca de manera sostenible hacerle frente a la escasez de agua en las zonas alto andinas de la Región Cajamarca especialmente de la comunidad de Perlamayo Capilla Distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, a través de captadores de niebla los cuales no presentan riesgos al medio ambiente ni a la salud humana (MELENDEZ, CERVANTES, BARRADAS, 2015). El mecanismo de captación de agua de niebla ha sido implementado en numerosas partes del mundo en zonas geográficamente favorables, donde hay presencia de nieblas constantes y vientos dominantes de gran estabilidad, obteniendo resultados exitosos (SANCHEZ, 2013).

La tecnología de la captación de la niebla los sistemas de abastecimiento de agua convencionales que incurren en la gran inversión inicial, costos operativos para combustible, piezas de repuesto es una técnica de bajo costo, que no necesita energía eléctrica y tiene bajos costos de operación en comparación con y mantenimiento los colectores de niebla trabajan mejor en áreas costeras o en áreas montañosas donde el agua puede ser captada cuando la niebla se mueve conducida por el viento (Contreras, 2012).

Siendo la hipótesis planteada **Hi**. Es posible recuperar un porcentaje de agua empleando atrapa nieblas en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc.-2017

1.1. Realidad problemática

1.1.1. Internacional

Con el desarrollo del concepto de sustentabilidad, el aumento de la globalización, el crecimiento de las zonas urbanas y rurales, el Cambio Climático mundial y el desarrollo de nuevas tecnologías, los problemas relacionados al recurso hídrico, como son el gasto energético y la seguridad alimentaria, se han diversificado y hecho más próximos, generando de ésta forma una problemática que no puede ser abatida con los modelos típicos de solución basados en el tecno centrismo (HERNANDEZ, 2012, pág. 17).

“El crecimiento de la población y zonas urbanas en el mundo, ha obligado a replantear el manejo de elementos necesarios para el hombre que encuentran en cantidades reducidas, comenzando por el recurso hídrico, su demanda aumenta y exigencias en calidad” (HERNANDEZ, 2012 pág. 17).

“Por lo anterior, y en conjunto con el paradigma de la sustentabilidad, se han desarrollado tecnologías, proyectos, y modelos, entre otras cuestiones, que ayudan a utilizarlo eficiente y eficazmente, destacándose diversos países como Francia, Estados Unidos, Israel y Canadá” (HERNANDEZ, 2012 pág. 17).

Este método ha sido utilizado en numerosos lugares desérticos con presencia de nieblas, como es el caso de Chile, Perú, Guatemala, Nepal, y algunos países de África. En el caso de Chile, en la región del desierto de Atacama este método está ampliamente utilizado, con los denominados “atrapa nieblas”. (HERNANDEZ, 2012 pág. 17).

1.1.2. Nacional

“Hace algunos años unos ingeniosos estudiantes alemanes observaron que, si bien en Lima no llueve, la mayoría de los días la ciudad está envuelta en la niebla que viene del mar” (GUADALUPE, y otros, 2013 pág. 5).

“Esa niebla son precisamente millones de gotas de agua que flotan sobre la árida ciudad. Así idearon unas sencillas redes plásticas que condensan el líquido presente en la bruma marina” (GUADALUPE, y otros, 2013 pág. 5).

El proyecto fue adoptado por algunas comunidades, pero aún está en sus comienzos. El agua es un bien sumamente preciado, especialmente entre los habitantes de las zonas más pobres de Lima, como el asentamiento humano llamado “Lomas de Villa María”, donde existen muchas carencias, donde las redes de recursos básicos como el agua, no llegan. (GUADALUPE, y otros, 2013 pág. 5)

1.1.3. Regional

Hoy en día hay que preservar las cabeceras de cuenca, la zona Jalca del territorio no solo porque de allí nacen las fuentes de agua sino porque hay actividad minera que lo destruyen y contaminan y que, se está destruyendo las fuentes de retroalimentación para que el ciclo biológico natural de lluvias y agua se cumpla afianzándose así la desertificación y la degradación ambiental. Reclamó la presencia de las autoridades científicas, especialmente en la Región Cajamarca de la Universidad Nacional de Cajamarca para definir si la actividad minera debe estar en las zonas de cabecera de cuenca. Concluyó que la actividad minera cuando hace perforaciones malogra ciclos naturales del agua en las zonas andinas y debe, por ello, definirse con los datos científicos” (ROJAS, 2009, p.12).

Figura 01

Fuente Google Earth, (2013).



Perlamayo Capilla, foto satelital. Donde están ubicados los atrapa nieblas

1.1.4. Local

Los pobladores de Chugur, en la parte de preguntas del Foro, manifestaron su preocupación por la actividad minera en las cabeceras de cuenca de su zona que está haciendo desaparecer las aguas y malogran sus actividades agrícolas y demandaron que debe declararse zona reservada. (ROJAS, 2009, p.12)

En estos últimos años la escasez de agua en la comunidad de Perlamayo Capilla se está acrecentando, sobre todo en los meses de mayo a octubre, que es el periodo en el que escasean las lluvias, además de que los puquios existentes se están perdiendo, de esta manera originando la falta del líquido elemento, lo cual afecta en la calidad de vida de los pobladores, así como a la producción agrícola y ganadera.

Por ende, se plantea que para mitigar dicho problema es necesario la cosecha de agua de neblina a través de un atrapa niebla, el cual

contribuirá al abastecimiento de agua suficiente a los pobladores de la comunidad.

1.2. Trabajos previos

CASTILLO & CABEZA (2016) en su proyecto de investigación “diseño de un sistema de recolección de agua por rocío y niebla para el abastecimiento de agua en la comunidad del Barrio la Esperanza, localidad de Chapinero” concluyeron Según los resultados obtenidos de la investigación hecha a priori en la zona de trabajo, se instalaron las mallas en la dirección predominante de viento (oriente – occidente). (p.14)

La neblina, el rocío, el sentido y la velocidad del viento son fenómenos que se presentan en todas las direcciones, razón por la cual se llegó a la conclusión que el modelo más idóneo, que permite la mayor captación de agua y de menor impacto ambiental es la estructura tipo colmena de cuatro niveles, ya que permite una mejor recolección de agua puesto que abarca todas las posibles direcciones del viento. (CASTILLO & CABEZA, 2016, p.14)

Que la estructura tipo colmena y la malla Rachel son las más apropiadas para la zona que fueron puestos a 3160-3180 msnm en la cual el caserío está a esa misma altitud.

SEMINARIO (2015) en su tesis “Evaluación social de alternativas de abastecimiento de agua potable a la costa sur de Iquique”, en el objetivo principal de este estudio es valorar el servicio eco sistémico de captación de agua brindado por el ecosistema Oasis de Niebla y así comprobar si éste, presenta una alternativa eficaz y eficiente para abastecer de agua potable a distintas caletas ubicadas en la costa sur de Iquique. (p.13)

Para esto, el análisis se basa en una comparación de alternativas de abastecimiento de agua según el método de evaluación social de costo–efectividad, donde se calcula el costo por metro cúbico en que incurre la sociedad para tres alternativas de provisión del recurso hídrico: camiones aljibe, atrapa nieblas y planta desalinizadora (SEMINARIO, 2015, p.13).

En este trabajo da a conocer la comparación de costos entre las tres alternativas, pero la más barata y fácil de instalar es los atrapa nieblas.

GUERRERO Y VELÁSTEGUI (2014), en su tesis “Evaluación de la Tecnología de Captura de Agua de Neblina Como Alternativa a la Escases de Agua para Consumo Humano en la Comunidad de Shaushi del Cantón Quero Provincia de Tungurahua”, mencionan en su objetivo general que Contribuir a la dotación de agua para consumo humano para las familias de la zona alta de la comunidad de Shaushi, mediante la evaluación de la tecnología de captura de agua de la neblina”. (p.16)

“La tecnología de captura de agua de la neblina se define como una alternativa viable para suministrar agua para consumo humano a familias de un sector bien definido en la comunidad de Shaushi” (Guerrero Y Velástegui, 2014, p. 53).

La captura de agua de la neblina en la comunidad de Shaushi se constituye en una alternativa viable para disminuir el desabastecimiento de agua para consumo humano de las 22 familias que participaron en este proyecto de investigación. Esta viabilidad de la alternativa se respalda en los datos de volúmenes de agua capturados de la neblina en esta localidad. (GUERRERO Y VELÁSTEGUI, 2014, pp. 54 - 55).

La captura de agua de neblina también es una alternativa viable para suministrar agua para consumo humano y así disminuir el desabastecimiento de agua.

MENDOZA &CASTAÑEDA (2014) En su tesis tiene como objetivo general “establecer una base de criterios técnicos y metodológicos que permita la evaluación de espacios funcionales y áreas de captación de la lluvia horizontal” (p.12).

Como alternativa de abastecimiento de agua para diferentes usos rurales con un enfoque de sostenibilidad ambiental. También en una de sus conclusiones hace remembranza de los avances en los diseños del sistema de atrapa nieblas ha permitido obtener mejores resultados. Favoreciendo el desarrollo de proyectos que requieren el abastecimiento de agua. (MENDOZA &CASTAÑEDA, 2014, p.12)

Hace remembranza sobre los diseños para tener mejores resultados, tal es el caso que vamos a utilizar un atrapa nieblas rectangular.

GUADALUPE Y GALLO (2013), en su trabajo de investigación denominado “Cosecha de Agua con Atrapa nieblas en las Localidades de Paraíso y Manantial de Villa maría del Triunfo”, cuyo objetivo general se centra en la obtención de agua de las partículas pequeñas suspendidas en la atmósfera (neblina) en una zona cuya altitud es aproximadamente de 220 m.s.n.m. de las vertientes orientadas a los vientos dominantes. Entre las principales conclusiones tenemos: (p.12)

“El uso del agua de las neblinas se presenta como una alternativa viable para el consumo humano, en lugares que no tienen otra posibilidad, es necesario considerar la calidad de las mismas” (GUADALUPE Y GALLO, 2013, p. 12).

Que en el caserío de Perlamayo existe gran cantidad de neblina y está situado a 3150 msnm.

1.3. ARTÍCULOS RELACIONADOS

(jardin de niebla, 2012) Jardín de niebla. Alto Patache, Chile.
“Jardín de Niebla” es un proyecto y una demostración Concebido como un mecanismo para capturar agua de niebla, comprende en su concepto los elementos de distribución y almacenaje del agua conjuntamente con la vegetación. Al modo de un oasis, el jardín celebra belleza de la flora, en contraste con el entorno árido demostrando a la vez cómo captar el agua en suspensión, propia de la neblina costera del desierto de Atacama la camanchaca, recurso que bien podría suplir las necesidades de numerosas comunidades. Anexo al jardín, una estación de campo ofrece condiciones de acogida y permanencia.

La misión didáctica es congruente con los objetivos del Centro del Desierto de Atacama de la Pontificia Universidad Católica de Chile, entidad que custodia el sitio concebido para ver, el atrapa nieblas que se ciñe a prototipos probados. Se lo ampliado en superficie y replanteado en sus soportes, sin desvirtuar los principios técnicos originales. Las membranas textiles interceptan el agua conduciéndola a canaletas de guadua, cisternas cerámicas y dispositivos de riego

Complementándolo, un sistema de atrapa nieblas de fuste vertical derrama el agua capturada directamente sobre el suelo, actuando de este modo como nodriza y estimulante de la germinación de las semillas.

Aporte. Que de la vegetación también es un mecanismo de cosechar agua de la neblina que juntamente con el atrapa nieblas daría mayor producción de agua

GARCÍA, VACA GARCÍA (2013) En su artículo científico titulado “Factibilidad técnica y de salud pública de la recolección de aguas nieblas”, tiene por Objetivo la Evaluación para consumo humano de la captación de aguas nieblas en el municipio de San Antonio (Cundinamarca). Este método de obtención de agua, consiste en que el agua es captada mediante métodos pasivos (no requieren suministro de energía adicional) aprovechando las condiciones climáticas que favorecen la formación de niebla densa, por lo cual pueden atender necesidades de comunidades situadas en zonas marginales, se sugiere realizar una evaluación de factibilidad económica para su aplicación y sostenibilidad. Esta alternativa para captación y uso de agua plantea opciones alternativas y puede escalarse para producir las cantidades necesarias en comunidades asentadas en zonas de baja precipitación.

CASTILLO & CABEZA (2016) en su artículo científico titulado “Diseño de un sistema de recolección de agua por rocío y niebla para el abastecimiento de agua en la comunidad del barrio la Esperanza. La investigación se realizó con el interés de implementar un diseño de estructura que permita la mayor captación de agua por rocío y niebla a través de dos tipos de mallas evaluadas durante la investigación las cuales permitirán atrapar la niebla y condensarla para posteriormente conducir el líquido a los pozos existentes. El promedio de lluvia en los cerros orientales Barrio La Esperanza durante el año 2015 fue 28.55 mm, en los meses de enero, febrero, abril, mayo, julio, agosto, noviembre y diciembre la precipitación fue mínima.

Presentando niveles entre 40 y 60 mm; en los meses de marzo, junio, octubre, septiembre la precipitación aumentó presentando niveles entre 70 y 120 mm.

OLIVAS, SALINAS, PALACIOS, MANCILLA (2011) En su artículo científico titulado La humedad atmosférica como fuente opcional de agua para uso doméstico el objetivo de esta investigación fue evaluar una fuente no convencional de abasto de agua, mediante la captación por condensación

del vapor de agua de la humedad atmosférica, con un prototipo que induce las condiciones del punto de rocío. El estudio se realizó en la Ciudad de México, 19° 24' 26.53" N a 99° 08' 35.23" O, a una altitud de 2240 m, en la azotea de un domicilio particular. De acuerdo con los datos meteorológicos históricos, obtenidos en la estación Merced, los promedios máximos y mínimos anuales son: temperatura, 33.3 °C y 12 °C; humedad relativa, 86.75 % y 23 % (SMA-DF, 2003). Los datos se tomaron con una estación meteorológica automatizada modelo IMETOS®sm, la cual se programó para registrar la humedad relativa y temperatura del aire, cada hora por 82 d (14 de marzo al 3 de junio de 2008). Esta estación dispone de un sistema de comunicación GPRS, y la información se transmite automáticamente a un servidor donde se guardaron los datos consultados.

MOLINA & CERVANTES (2017) En su artículo titulado Captación de agua de lluvia y niebla en la época de secas en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. Esto justifica la realización de investigaciones en este campo, con el fin de contar con fuentes alternativas de dotación de agua. Por ello se evaluó la captura de agua de lluvia y niebla, para la ciudad de Xalapa, en el periodo comprendido entre noviembre de 2012 y febrero de 2013, como parte del proyecto “Exploración hidrológica (atmosférica-superficial-subterránea) con fines de proponer nuevas fuentes de abastecimiento para el municipio de Xalapa y sus alrededores”. Para coleccionar el agua de niebla se empleó un colector omnidireccional conocido comúnmente como colector de cuerda que es una estructura diseñada para evitar el efecto del agua de lluvia en los registros de captación de niebla, el colector omnidireccional consiste en una doble pantalla de alambre tejido con hilo de pescar y con una separación entre hilos de 0.002 m. Es un arreglo cilíndrico con un diámetro de 0.25 m y una altura de 0.35 m con lo que se obtiene un área de captación efectiva de 0.373 m². Siendo los resultados obtenidos que se calculó la precipitación diaria del periodo de análisis. Con esto se pudo apreciar que noviembre fue el mes con mayor número de días con eventos de lluvia (15) con precipitación de hasta 22 mm, seguido de enero con 13 días y precipitaciones de hasta 19 mm, febrero con 12 días y hasta 13 mm y diciembre con 11 días de lluvia y máximos de sólo 8 mm. Para mostrar

valores más representativos en cuanto a la captura de agua de niebla, los valores mensuales obtenidos se estandarizaron a la misma superficie de captura para el agua de lluvia que fue de 60 m², obteniendo así que la cantidad de agua obtenida a partir de la niebla es de entre el 1.2 y 1.7% del consumo promedio mensual en el periodo de muestre

1.4. Teorías relacionadas

La niebla o neblina

“Es un fenómeno geofísico y geográfico que se da en casi todos los ámbitos del mundo. En el territorio nacional, la niebla es frecuente en la costa y altas montañas andinas” (CERECEDA, 2014 págs. 13-14).

Se define como una masa de aire compuesta por minúsculas gotitas de agua (1 a 40 micrones), las que por ser tan livianas no caen, sino que se mantienen suspendidas a merced del viento si se encuentran en la superficie de los continentes o de los océanos, mientras que si están en la atmósfera se denominan nubes. Hay numerosos tipos de niebla, pero aquí sólo se analizan aquellas que son un recurso hidrológico ya probado. (CERECEDA, 2014 págs. 13-14)

“Éste produce una inversión térmica por subsidencia. Esto se debe al calentamiento adiabático de las capas intermedias de la atmosfera, provocado por el movimiento descendiente de aire de los centros de alta presión” (CERECEDA, 2014 págs. 13-14).

Esta inversión no permite el desarrollo en altura de la nubosidad producida bajo ella, formando generalmente una nube estratocúmulo. Este fenómeno explica que cuando se mira la nubosidad desde un avión o montaña, ésta tiene superficie plana y penetra por los valles de los ríos. (CERECEDA, 2014 págs. 13-14)

La niebla de advección.

Es muy común en los cordones costeros del norte. Se forma a partir de una nube estratocúmulo que se genera en el mar a cientos de

kilómetros de la costa con una presencia prácticamente constante, pero variable en altitud, aproximadamente entre los 500 y 1.200 metros sobre el nivel del mar. (CERECEDA, 2014, p, 15).

Esta nube es desplazada por el viento desde el mar hacia el litoral y la cordillera de la Costa. Allí es interceptada por las laderas y cimas de los farellones y cerros, transformándose en niebla, por lo cual se le define como una “nube a ras de suelo. (CERECEDA, 2014, p, 15)

La niebla orográfica

“Conocida también como “nube gorro de montaña” (“hill cap Cloud”), es una nube frecuente que se manifiesta en las zonas montañosas del mundo. En Chile son típicas en las altas cumbres de Los Andes y en las serranías de la cordillera costera” (CERECEDA, 2014, p, 15).

Se produce a partir de una masa de aire húmeda, con mucho vapor de agua, proveniente del mar; la cual, al enfrentar la ladera de barlovento de los cordones litorales, asciende y se enfría por dilatación, condensando dicho vapor de agua en pequeñas gotitas que forman la niebla. Al otro lado de estas serranías, en el sotavento, durante el día el calor del interior del lugar disipa la niebla al evaporar sus gotitas. (CERECEDA, 2014, p, 15)

Breve historia de los atrapa nieblas

La niebla ha sido estudiada desde tiempos inmemoriales por sus consecuencias positivas y negativas, relacionadas al agua que forma asociaciones vegetaciones, a las catástrofes en las comunicaciones, a la contaminación de lluvias y nieblas ácidas, entre otras razones, que incluyen la producción de agua a partir de atrapa niebla. (CERECEDA, 2014 pág. p.12)

“La historia de la “cosecha” de agua de niebla no es nueva. En el siglo XVI en la isla El Hierro del archipiélago de las Islas Canarias, España,

los cronistas cuentan que había un árbol, “el garoe”, que abastecía a la población autóctona con el agua que recolectaba” (HERNANDEZ,1998, p.39).

Para determinar la calidad química del agua. Biólogos, ecólogos, agrónomos e ingenieros forestales estudian su relación con la vegetación en ecosistemas de niebla. El equipo “Acquaniebla”, del Centro del Desierto de Atacama de la Universidad Católica de Chile (CDA-UC), ha estado trabajando desde 1980 las variables geográficas que determinan la colecta de agua de niebla y ha publicado en numerosas revistas científicas sus resultados sobre las mediciones hechas en distintos lugares del mundo. Como resultado, ha definido tres niveles de análisis. (CERECEDA, 2014, p.19)

“**A macro escala:** se refiere a la circulación general de la atmósfera. Por ejemplo, centros de presión y corrientes marinas” (CERECEDA, 2014, p.19-20).

“**A meso escala:** Que busca rasgos geomorfológicos, tales como cordones montañosos que interceptan las nubes y forman la niebla y corredores de penetración continental de niebla de advección” (CERECEDA, 2014, p.19-20).

“**A micro escala:** Donde la topografía es esencial para la localización de atrapa nieblas, analizando pendientes, orientación de laderas a los vientos predominante rasgos locales que aumentan el potencial” (CERECEDA, 2014, p.19-20).

Atrapa nieblas

“Es el nombre de un proceso conocido como condensación, el vapor de agua atmosférico en el aire se condensa naturalmente en las superficies

frías en gotitas de agua líquida conocido como rocío” (CERECEDA, 2014, p.19-20).

Malla Raschell

Es un producto que está fabricado con polietileno de alta densidad existen diferentes colore y porcentajes de sombra la que se va utilizar en la construcción del atrapa nieblas es el color verde con un porcentaje de sombra del 35%, es muy apreciada por su durabilidad y resistencia

Tipos de atrapa nieblas

Hay dos tipos de atrapa nieblas que es con postes de madera y otro con estructura de fierro galvanizado.

Figura 02

Fuente: BBC Mundo (GilbertoVillaroei, B, Chile, 2009)



Estructura de maderas con la malla Raschell

Figura 03

Fuente: (Revista Espores, 2013)



Estructura con fierro galvanizado con malla de material inoxidable y galvanizado

Cinco ingeniosas formas de extraer agua de la niebla.

“La niebla puede aportar cientos de litros de agua gracias a ingeniosos captadores utilizados en todo el mundo” (FERNÁNDEZ, 2012, p.10).

“Escasez de agua en el planeta aumenta cada año. La ONU estima que hacia 2025 las dos terceras partes de la población mundial sufrirán este problema. Entre los sistemas propuestos para combatirlo destacan los captadores de agua de la niebla” (FERNÁNDEZ, 2012, p.15).

Uno de estos aparatos puede extraer, de forma pacífica y económica, varios litros diarios de agua. En países como Chile, España, Guatemala, Namibia, Perú o Sudáfrica se utilizan tecnologías y diseños diversos e ingeniosos: planos, cilíndricos, con forma de escarabajo, de cometa o de tienda de campaña. (FERNÁNDEZ, 2012. p.15)

a. Sistemas convencionales de extracción de agua de la niebla

Los sistemas de extracción de agua de la niebla imitan el funcionamiento de las hojas de los árboles. Para ello, se basan en unas mallas plásticas que interceptan la niebla. Las gotas de agua

chocan contra sus hilos, se acumulan y caen por efecto de la gravedad dirigidas por una canalización hasta un depósito. Los captadores convencionales son de dos tipos, según su forma: (FERNÁNDEZ, 2012, p.29)

Figura 04



Fuente: (Fernández, 2012)

Atrapa nieblas convencionales.

a.1. Captadores planos

Similares a una pantalla de cine, se utilizan en varios países del mundo, con tamaños y en cantidades muy diversas. En Tojquia (Guatemala) funciona el proyecto de recolección de agua de niebla más grande del mundo, con 60 captadores. En una zona cerca de Lima (Perú), la ONG alemana Alimón ha instalado una hilera de captadores para suplir la falta de abastecimiento para consumo humano y agricultura. Cada captador logra hasta 60 litros por noche. (FERNÁNDEZ, 2012, p.47)

En Namibia se instalaron unas pantallas pequeñas, con capacidad de 15 litros/noche. El poblado de Chungungo, en el norte de Chile, dispone de una red de colectores ubicados en un cerro y conectados con una cañería de siete kilómetros que abastece de agua a las 120 viviendas de esta localidad. (FERNÁNDEZ, 2012, p.47)

“En España se ha puesto en marcha un proyecto de red de captadores a lo largo de la cuenca mediterránea” (FERNÁNDEZ, 2012, p.47).

Figura 05

Fuente: (Fernández, 2012)



Atrapa nieblas planos.

b. Captadores cilíndricos.

Con respecto a los anteriores, tienen la ventaja de colocarse de cualquier manera, sin necesidad de estudios previos en su lugar de ubicación para establecer su posición más eficiente. Su principal inconveniente es el tamaño, inferior al de los planos, y por tanto, con menor capacidad de recolección. Se suelen utilizar como paso previo a la implantación de captadores planos, con el objetivo de cuantificar el potencial de recolección. (FERNÁNDEZ, 2012, p.57)

Figura 06

Fuente: (Castillo y Cabeza, 2016)



Atrapa niebla cilíndrica

c. Sistemas innovadores para captar agua Con forma de escarabajo

“Las hojas no son los únicos elementos de la naturaleza que han inspirado captadores de agua de niebla” (FERNÁNDEZ, 2012, p.63).

“El onymacris unguicularis es un escarabajo, natural del desierto africano del Namib, que consigue hidratarse gracias a su peculiar forma” (FERNÁNDEZ, 2012, p.63).

El agua de la niebla se deposita en su ondulada espalda y llega así hasta su boca. El diseñador Kitae Pak se ha basado en este insecto, al más puro estilo de la bioquímica, para crear un colector que podría utilizarse en zonas áridas del planeta. La idea recibió la medalla de bronce de los premios de diseño IDEA de 2010. ((FERNANDEZ, 2012),

Shreerang Chhatre, investigador del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), ha utilizado también el escarabajo namib para crear un captador de agua de niebla que pueda utilizarse en zonas pobres. Chhatre explica que el caparazón del escarabajo tiene partes que atraen y otras que repelen el agua, de manera que acaba en su boca. (FERNÁNDEZ, 2012, p.63)

Figura 07



Atrapa nieblas en forma de escarabajo.

d. Con forma de cometa:

El diseñador británico Alon Alex Gross ha creado un captador que utiliza materiales ligeros (pesa 400 gramos) capaces de atraer las gotas de agua de la niebla. Su forma triangular, a modo de cometa, dirige el contenido hacia un recipiente ubicado en la parte inferior. (Fernández, 2012, p.65)

“El aparato recoge hasta un litro y medio durante la noche. Además, utiliza unos sensores que abren y cierran el captador en función de las condiciones meteorológicas” (FERNÁNDEZ, 2012, p.65).

Figura 08



Fuente: (Fernández, 2012)

Atrapa niebla en forma de cometa.

e. Con forma de tienda de campaña:

Así es el aspecto exterior del captador de Imke Hoehler, una diseñadora industrial de la Academia alemana Muthesius de Bellas Artes y Diseño. Su objetivo también es hacer accesible su creación a personas que viven en zonas áridas y aisladas, sin acceso a agua corriente. Según Hoehler, cada captador puede recoger entre 10 y 20 litros diarios. Se pueden ubicar en red para que puedan suministrar agua a un pequeño poblado. (FERNÁNDEZ, 2012, p.66)

Figura 09

Fuente: (Fernández, 2012)



Atrapa nieblas en forma de tienda de campaña.

Operación y mantenimiento de los atrapa nieblas

“La operación, inspección y mantenimiento de los atrapa nieblas es vital para que estos duren muchos años de servicio ininterrumpido. Muchos proyectos de cosecha de agua de niebla fracasan, justamente porque descuidan este aspecto” (CERECEDA, 2014, p.69).

Materiales para construir los atrapa nieblas

6 postes de pino de 3.5 m de largo por 2.5 pulgadas de diámetro situados a 2 m De distancia.

12m² m de malla Raschel de 35%, 50% y 80% de sombra.

6 m de cañería de PVC para canaleta y 3 reductores.

3 baldes de recolección de 8 litros graduados.

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).

La eficiencia aerodinámica de colección hay que tener en cuenta que la malla es una obstrucción para el flujo de la niebla. Por lo tanto, parte del flujo pasará por los alrededores de la malla, la fracción de niebla que pasa a través de la malla depende de su permeabilidad, que es función inversa del coeficiente o porcentaje de sombra, s , y de las características del tejido de la malla. También depende de la presión del viento sobre ella, que es la fuerza que hace que la niebla pase a través de la malla. Por otro lado, la cantidad de gotitas de agua que chocan con los filamentos de la malla es función directa de la fracción de sombra.

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, 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, 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.

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, (RIVERA, p 50).

Requisitos que debe cumplir los atrapa nieblas

a) Alta productividad instantánea.

Entendiendo por tal, su producción de agua por unidad de superficie de impacto (m^3/m^2) o (Lt/m^2).

b) Alta eficiencia

Es decir, su capacidad para captar la mayor cantidad posible de agua del total transportado por la nube.

c) Durabilidad

Que debe estar de acuerdo con los fines perseguidos y el período de amortización estipulado.

d) No contaminante

Especialmente si el agua está destinada al consumo humano.

e) Resistencia al viento.

Tanto por parte de la estructura como la malla o relleno, el conjunto de ambos y el sistema de anclaje al terreno.

f) Área de impacto.

Máxima por unidad de volumen.

g) Ligereza.

Peso mínimo para facilitar el transporte y la instalación en lugares de difícil acceso.

h) Desarmabilidad fácil y erección rápida.

En terrenos por mano de obra no calificada, en circunstancias difíciles de operar como viento, frío, humedad, topografía difícil, etc.

i) Adaptibilidad.

A condiciones topográficas irregulares pendientes.

j) Bajo costo

De construcción e instalación pero sin detrimento de la durabilidad.

Agua

Es un compuesto químico muy estable, formado por átomos de hidrogeno y oxígeno, de formula H₂O. El agua es inodora, insípida e incolora, y su enorme presencia en la Tierra (el 71% de ésta se encuentra cubierta de agua) determina en buena parte la existencia de vida en nuestro planeta. (CERECEDA, 2014, p.69).

Estimación de agua líquida a partir de la niebla

Como se ha mencionado anteriormente es posible determinar directamente la cantidad de agua líquida producida por la niebla a partir de la información generada por los neblinómetros. Sin embargo, la disponibilidad de estos dispositivos es escasa en la etapa de exploración de los proyectos (SORIANO, 2015)

Por lo cual se requiere la medición de otros parámetros que permitan, mediante el uso de ecuaciones matemáticas, determinar la producción de agua líquida en un lugar que no cuente con neblinómetros.

Para determinar el potencial de producción de agua líquida a partir de la niebla se usará la ecuación de flujo másico que se define como la velocidad a la cual la masa de una sustancia pasa a través de una superficie dada, expresado en unidades de masa por unidad de tiempo (Kg/s) (SORIANO, 2015).

$$m = \rho \cdot v \cdot A.$$

Dónde:

m = Flujo Másico (Kg/s)

v = Velocidad media del viento (m/s).

ρ = Densidad del agua en la niebla (Kg/m³(se debe determinar).

A = Sección transversal (m²).

De acuerdo con la presentación realizada por la Dra Sonia Montesinos, en el seminario realizado en 2013 (Montesinos, 2013), es posible determinar el potencial de producción de agua líquida de la niebla en un lugar determinado recurriendo a la medición de otros parámetros.

La densidad del agua en la niebla, de acuerdo con la doctora Montesinos y según estudios realizados (Schemenauer and Joe, 1989) está entre 0.22 g/m³ y 0.73 g/m³

Para una primera aproximación se puede tomar 0.5 g/m³ también se necesita determinar la eficiencia de la recolección (Montesinos, 2013).

Por lo tanto, el flujo másico recolectado será:

$$m = p v A E.$$

(MATEUS, 2015) Donde:

E= eficiencia de la recolección de la niebla (%).

Dónde:

E= Eficiencia de recolección de la niebla (%).

Para pasar de caudal másico a caudal líquido se definirá un periodo de medición (1 día) y conociendo que un Kg de agua es equivalente a 1 Litro de la misma se podrá obtener el potencial de producción en L/m²/d (SORIANO, 2015).

Características fisicoquímicas del agua de niebla

El agua pura es un líquido que no tiene sabor, olor ni color el agua que se utiliza normalmente contiene sales minerales disueltas. El agua lo encontramos en sus tres estados, solido, líquido y gaseoso.

Se solidifica a 0°C y hierve a 100°C, el agua es un gran disolvente de un gran número de sustancias.

El agua de niebla y lluvia es ligeramente acida con un PH de 5,6 hasta en otros casos es menor por la incorporación de sustancias acidas, como el ácido sulfúrico y ácido nítrico, los cuales se forman por oxidación del SO₂ y de los NO₂. La transformación del SO₂ es más importante en la fase líquida, mientras que la del NO₂ ocurre en la fase gaseosa. Existe también una pequeña contribución del cloruro de hidrógeno, proveniente d los océanos, las erupciones volcánicas, la combustión de la biomasa y de los combustibles fósiles.

El agua de neblina también puede contener metales pesados porque en la malla se acumula polvo cuando no se utiliza, especialmente en el día y se acumula en el agua recolectada.

Mediante atrapa nieblas se obtendrá el agua para muestras y ser analizadas respecto a su concentración de nitrato, selenio, acidez, arsénico y hierro. Se espera que los datos que se obtengan, se encuentren dentro de la norma de calidad de aguas continentales (ALI et al., 2003).

Figura. 10

Fuente (Amaro 2008)



Sacando muestras de agua para medir PH

“Una de las inquietudes del Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos, CIDERH, es innovar y abrir tecnologías que ayuden a obtener agua de calidad para el consumo humano” (WHITE THOMPSON, 2014)

En este contexto y en el marco del acuerdo de colaboración científica entre el Centro de Investigaciones Desérticas de Alto Patache (EIDAP-UC) y CIDERH, se dio el puntapié inicial al proyecto de investigación conjunto, que busca mejorar la información científica respecto de la calidad de las masas de agua en las neblinas costeras y el monitoreo preliminar, de la acidez y salinidad del agua de las neblinas del borde costero del sector Alto Patache, de la región de Tarapacá. (WHITE THOMPSON, 2014)

“Para ello, se instaló el primer atrapa niebla del CIDERH en el sector Alto Patache, siendo este el primero de muchos que se instalarán en distintos puntos de la región, tales como en los sectores de Alto Hospicio y Alto Junín” (WHITE THOMPSON, 2014)

El obtener agua dulce del agua de niebla no es algo nuevo. De hecho, en diversas partes del mundo se utilizan recolectores de niebla para obtener agua para la repoblación forestal, la jardinería, y como fuente de agua potable para consumo animal. Sobre todo, en sectores donde se produce niebla con frecuencia y el clima es árido y seco. (WHITE THOMPSON, 2014)

“La tecnología de este sistema es barata y simple. "Se utiliza una especie de red confeccionada de malla de Raschel, la cual atrapa las gotitas de niebla de la atmósfera” (WHITE THOMPSON, 2014)

“Estas gotitas se acumulan y escurren hacia el tanque de almacenamiento, instalado bajo la malla. De hecho, en Alto Patache han obtenido 7 litros m² al día de agua” (WHITE THOMPSON, 2014)

Composición química del agua de lluvia y de niebla recolectada en la reserva biológica Monteverde.

“Se determinó la composición química del agua de lluvia y de niebla en tres sitios en la Reserva Biológica Monteverde, Puntarenas; entre octubre 2009 y enero 2010” (VÁSQUEZ et al, 2010, p.29).

“Debido a su estado de conservación y a su ubicación geográfica sobre la deriva continental, la Reserva Biológica Monteverde ofrece un sitio de estudio ideal, para el estudio de la composición de las aguas atmosféricas (agua de lluvia y niebla)” (VÁSQUEZ et al, 2010, p.29).

Las muestras de agua de niebla se recolectaron al utilizar muestreadores de niebla con líneas de teflón, mientras que las de agua de lluvia se recogieron al emplear muestreadores de lluvia simples y uno de cascada. En ambos tipos de agua se analizaron las especies iónicas más relevantes: H_3O^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , NO_3^- y SO_4^{2-} , al utilizar cromatografía de iones y detección por conductividad eléctrica. (VÁSQUEZ et al, 2010, p.29)

Las concentraciones promedio de estas especies en el agua de lluvia estuvieron entre $0,54 \pm 0,02 \mu eq L^{-1}$ y $101 \pm 3 \mu eq L^{-1}$, mientras que en el agua de niebla variaron entre $1,00 \pm 0,02 \mu eq L^{-1}$ y $93 \pm 4 \mu eq L^{-1}$. Además, se presentan el balance iónico y los factores de enriquecimiento con respecto al mar y el suelo de ambos tipos de muestras. (VÁSQUEZ et al, 2010, p.29).

Vientos

El viento, aire en movimiento, es el factor que determina la dirección y velocidad de la niebla, el cual está directamente definido por las temperaturas que, este adopta, por medio de los rayos de calor (infrarrojos) reflejados por la superficie terrestre y acuática, (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, p 10).

El viento se produce especialmente por las diferencias de temperatura en el aire, y por tanto de densidad, entre dos regiones de la tierra. La dirección y velocidad del viento varía de acuerdo a los distintos horarios del

día, así como también con las temporadas del año, las que crean cambios de temperatura, por consiguiente, cambios en el viento. El sentido en que el viento se desplaza va a definir el lado sotavento o barlovento del terreno. "Barlovento" se define en lo que respecta a los vientos sobre geografías con elevaciones como el terreno que recibe directamente el viento, siendo generalmente el sector más húmedo. El lado "Sotavento" es aquel que se encuentra protegido del viento por la elevación del terreno a barlovento, (CONTRERAS, 2012).

Humedad atmosférica

“La humedad atmosférica es la cantidad de vapor de agua existente en el aire. Depende de la temperatura, de forma que resulta mucho más elevada en las masas de aire caliente que en las de aire frío” (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.1).

“La humedad de la atmósfera se mide mediante un aparato denominado higrómetro, y se expresa mediante los conceptos de humedad absoluta, específica, o relativa del aire” (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.2).

a. La humedad absoluta

“Es la masa total de agua existente en el aire por unidad de volumen, y se expresa en gramos por metro cúbico de aire. La humedad atmosférica terrestre presenta grandes fluctuaciones temporales y espaciales” (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.3).

“La humedad específica mide la masa de agua que se encuentra en estado gaseoso en un kilogramo de aire húmedo, y se expresa en gramos por cada kilogramo de aire” (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.4).

b. La humedad relativa del aire

“Es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que existe en la atmósfera y la máxima que podría contener a idéntica temperatura” (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.5).

La fuente principal de la humedad del aire es la superficie de los océanos, de donde se evapora el agua de forma constante. Pero también contribuyen a su formación los lagos, glaciares, ríos, superficies nevadas, la evapotranspiración del suelo, las plantas y los animales. (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.6)

c. La humedad específica

La específica aumenta paralelamente a la temperatura, mientras que la variación de la humedad relativa es inversamente proporcional a la temperatura, al menos en las capas bajas de la atmósfera, donde su valor mínimo corresponde a las horas de mayor calor, y el máximo a las madrugadas. (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.7)

“Como la atmósfera en sus capas altas está bastante estratificada, la temperatura y la humedad no son las mismas de una capa a otra y la humedad relativa puede variar bruscamente” (DICCIONARIO DE ASTRONOMÍA, 2017, prr.3).

Punto de Rocío: Es la temperatura a la cual comienza a condensarse el vapor de agua que contiene una masa de aire, generando rocío, niebla, neblina, o incluso escarcha si la temperatura es lo suficientemente Baja.

1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el porcentaje de agua recuperada por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc” 2017?

1.6. Justificación del estudio

En lo social

La demanda de agua es una situación que afecta a la población de la zona rural y urbana. Su disponibilidad es limitada por diversas razones: atmosféricas, cobertura vegetal, sistemas de captación. Se ha creado un sistema de obtención de agua de neblina utilizando los atrapanieblas que funcionan mediante la captura de la humedad atmosférica que está presente en las nubes de baja altura o el rocío en mallas. Hay experiencias en otras partes del mundo que se están utilizando como una alternativa y ha dado excelentes resultados. Lo que importa es el diseño y el material más efectivo, que sea socialmente aceptable por las grandes mayorías.

El agua es un recurso que siempre es considerado imprescindible, en la vida de las personas animales y plantas, que cada año se está escaseando es por ello que los distintos pueblos y civilizaciones se han esforzado por proveerse de agua en cantidad y calidad. El sistema llamado “cosecha de agua” de las nubes, tiene muchos beneficios al aprovechar de forma sencilla la niebla, bruma y rocío, como recurso hídrico, sin despreciar la recolección de las precipitaciones de lluvia. (GUADALUPE, y otros, 2013 pág. 5)

En lo económico

La cosecha de agua de neblina a través de un panel artificial, que es una alternativa no muy costosa, rápida y sencilla de instalar, que puede replicarse a todo el distrito para los proyectos agrícolas y ganaderos, por lo que se busca que sea económicamente aceptable y rentable y accesible a las grandes mayorías.

El atrapa niebla es una tecnología simple, el bajo costo de los materiales y la abundancia del recurso básico. Las nieblas son

fundamentales para que se asegure el funcionamiento del proyecto. Este aparato está diseñado para gente de pocos recursos económicos, por ser fácil de construir, mantener y reparar.

En lo ambiental

La ventaja principal es los impactos de tipo positivo al medio ambiente y a la salud humana. Por lo que representa una nueva fuente de agua, que no compite con otras fuentes tradicionales, de calidad superable, apto para personas, animales y plantas. Sin efectos adversos al medio ambiente.

En lo teórico

El sistema de cosecha de agua por medio de atrapanieblas es un proceso que se conoce por su simplicidad y es replicado en muchos países del mundo como una alternativa viable a la escasez de agua. Su construcción varía según la eficiencia requerida para cada realidad, con el mismo principio de atrapar la humedad y convertirla en agua líquida apta para su aprovechamiento.

1.7. Hipótesis

Hi. Si es posible evaluar la recuperación del volumen de agua empleando atrapa nieblas en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc” 2017.

H0 No es posible evaluar la recuperación de un volumen de agua empleando atrapa nieblas en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc” 2017.

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivo general

Evaluar el volumen de agua en relación al porcentaje de Humedad Relativa en el caserío de Perlamayo Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc” 2017.

1.8.2. Objetivos específicos

- a.** Determinar el volumen promedio de agua a partir de la neblina.
- b.** Determinar la relación entre la humedad relativa de la neblina y el volumen de agua recuperada.
- c.** Comparar el volumen de captación de agua entre las mallas de 35%, 50% y 80% de sombra.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de estudio

Descriptivo: Porque describir las características de las variables en estudio (Volumen de neblina; Porcentaje de agua) tal y como se presentan en la realidad para determinar su comportamiento

2.1.2. Diseño de estudio

No experimental. Se establece que un diseño no experimental es: “La que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de investigación donde no hacemos variar intencionadamente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.” (Hernández, 184) La investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o ha que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa sobre la variación simultánea de las variables independiente y dependiente (Kerlinger, 2002). La investigación no experimental es también conocida como investigación Ex Post Facto, término que proviene del latín y significa después de ocurridos los hechos. De acuerdo con Kerlinger (1983) la investigación Ex Post Facto es un tipo de “... investigación sistemática en la que el investigador no tiene control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos o porque son intrínsecamente manipulables.

2.1.3. Variables

2.1.4. Variable independiente

Humedad relativa

Definición conceptual.

Es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que existe en la atmósfera y la máxima que podría contener a idéntica temperatura” Se define como una masa de aire compuesta por minúsculas gotitas de agua (1 a 40 micrones), las que por ser tan livianas no caen, sino que se mantienen suspendidas a merced del viento si se encuentran en la superficie de los continentes o de los océanos, mientras que si están en la atmósfera se denominan nubes

2.1.5. Variable dependiente

Volumen de agua.

Definición conceptual.

Es la cantidad de agua recolectada en una unidad de tiempo y en un área determinada.

2.2. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
V.I. Humedad relativa	% HR diaria	Humedad relativa del aire	% HR	0 – 100 %
	% HR mensual	Densidad de niebla		
V.D. Volumen de agua	L/m ² /día L/m ² /mes	Volumen de agua.	Es m ³ /día.	0 – 1000 ml

2.3. Población y muestra

Cantidad de neblina atrapada por m² en el caserío de Perlamayo Capilla.

1 m² de malla de 35% de sombra.

1 m² de malla de 50% de sombra

1 m² de malla de 80%de sombra

2.4. Técnicas

Para la recolección de datos se utilizó como técnica la observación. También se contó con una ficha de recolección de datos y hacer mediciones.

Entre los instrumentos tenemos

Un termómetro.

Higrómetro.

3 baldes de 8 litros graduado.

Un Peachímetro.

6 postes de pino de 3.50 m de largo por 2.5 pulgadas de diámetro situados

A 2 m de ancho para los tres tratamientos.

4 m² de malla Raschel de 35% de sombra.

6 m de cañería de PVC para canaleta y 3 reductores.

4 m² de malla Raschel de 50% de sombra.

4 m² de malla Raschel de 80%de sombra.

2.5. Métodos de análisis de datos

El método de los datos se procesaron las variables como Humedad Relativa, Temperatura, velocidad del viento y punto de rocío con estadísticos de desviación estándar, intervalo de confianza al 95%, correlación de Pearson, varianza y el nivel de significancia que es igual a 0.05.

Descriptivo. Se va a describir las características de las variables en estudio (Volumen de neblina; Porcentaje de agua) tal y como se presentan en la realidad para determinar su comportamiento, diseño no experimental.

2.6. Aspectos éticos

Esto se refiere a que el trabajo de investigación debe ser real, veraz, que no se adultere la información ni los resultados, se debe respetar los derechos de autor así mismo también sus normas y estilos.

III. RESULTADOS

3.1 Materiales y métodos

La investigación se realizó en el caserío de Perlamayo Capilla Distrito de Chugur Provincia de Hulgayoc, a una Latitud sur de $6^{\circ}39'20.66''$, Longitud oeste de $78^{\circ}4'07.98''$ y una altitud de 3150 msnm de permanente niebla. Además de los parámetros relacionados con ésta, teniendo como temperatura mínima de 8°C y una máxima de 14°C , humedad relativa mínima de 70% y una máxima de 85% radiación solar, velocidad, dirección del viento mínimo 0.5 m/s y máximo de 2.30 m/s, el agua recolectada se evaluaron diario en los meses de septiembre a octubre ya que estos meses han sido de estiaje, los instrumentos usados para medir éstos parámetro: Un termo higrómetro BOECO Germany para medir la humedad relativa y temperatura, un anemómetro para medir la velocidad del viento, un peachímetro HI98127 HANNA para medir el potencial de hidrógeno que tiene el agua de niebla, los materiales que se utilizó para capturar niebla, en el proceso de construcción 6 postes de pino de 3.50 m de largo por 2.5 pulgadas de diámetro situados a 2 m de ancho, 12 m^2 de malla Raschel de 35% , 50% y 80% de sombra, colocados a 0.50m del suelo , 2.10m de cañería de PVC para canaleta de 4 pulgadas de diámetro por cada tratamiento, 3 reductores, 3 baldes de 8 litros graduados.

Para la instalación de las estructuras se procedió a la apertura de 6 agujeros con una profundidad de 0.70 m para hincar los postes de madera que tenían una altura total de 3.50 m, los cuales eran utilizados como soporte de los diferentes tipos de malla Una vez instalados los sistemas en el lugar de estudio se pudo determinar que el malla que presento mayor eficiencia es la malla de 80% de sombra recolectando en promedio $1.7452\text{ L/m}^2\text{-dia}$. También se colocaron maderas para presiona las mallas en los postes.

Los datos estadísticos se procesaron de las variables climatológicas y los tipos de mallas utilizadas (humedad relativa, temperatura, punto de rocío precipitación y promedio de agua recolectada), como es desviación estándar e intervalo de confianza al 95%, correlación de Pearson, varianza y el nivel de significancia que es igual a 0.05.

Figura. 10



Malla de 35%, malla de 50% y malla de 80% de sombra

3.2 Resultados de recolección de datos

3.2.1 volumen promedio de agua a partir de la neblina.

Tabla 01: volumen promedio de agua a partir de la neblina.

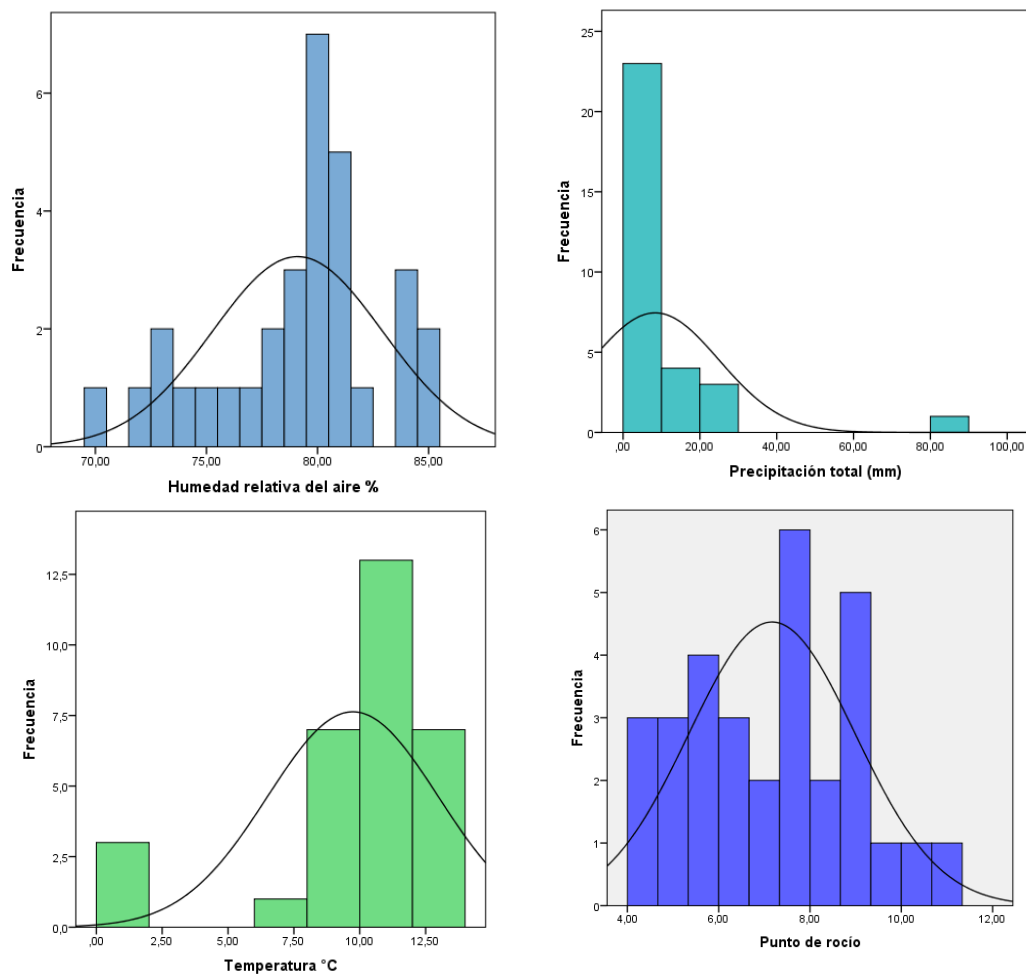
RECOLECCIÓN DE AGUA DE NIEBLA SEGÚN TRATAMIENTO															
FECHA	MALLA 35%					MALLA 50%					MALLA 80%				
	H. R. %	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)	T. °C	PUNTO DE ROCÍO	VOLUMEN DE AGUA RECOLECTADO(Lts)	H. R. %	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)	T. °C	PUNTO DE ROCÍO	VOLUMEN DE AGUA RECOLECTADO(Lts)	H. R. %	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)	T. °C	PUNTO DE ROCÍO	VOLUMEN DE AGUA RECOLECTADO(Lts)
26/09/2017	85	0	13.5	11.00	0.1	85	0	13.5	11.00	0.2	85	0	13.5	11.00	0.2
27/09/2017	81	2.7	10.5	7.34	0	81	2.7	10.5	7.34	0	81	2.7	10.5	7.34	0.1
28/09/17	80	4.5	12.4	9.01	0	80	4.5	12.4	9.01	0.1	80	4.5	12.4	9.01	0.3
29/09/2017	80	9.8	12.3	8.91	0.1	80	9.8	12.3	8.91	0.2	80	9.8	12.3	8.91	0.4
01/10/2017	78	0.7	8.3	4.65	0	78	0.7	8.3	4.65	0.1	78	0.7	8.3	4.65	0.3
02/10/2017	81	0	7.9	4.80	0.1	81	0	7.9	4.80	0.2	81	0	7.9	4.80	1.8
03/10/2017	81	20.7	8	4.90	0.2	81	20.7	8	4.90	0.3	81	20.7	8	4.90	1.8
04/10/2017	73	11.9	10.8	6.10	0.1	73	11.9	10.8	6.10	0.3	73	11.9	10.8	6.10	1.8
05/10/2017	80	0	8.3	5.01	0.2	80	0	8.3	5.01	0.3	80	0	8.3	5.01	1.5
06/10/2017	82	0	10.8	7.82	0.1	82	0	10.8	7.82	0.2	82	0	10.8	7.82	1.5
07/10/2017	79	9.6	12.2	8.63	0.1	79	9.6	12.2	8.63	0.2	79	9.6	12.2	8.63	1.5
09/10/2017	76	1.4	8.1	4.08	0.1	76	1.4	8.1	4.08	0.2	76	1.4	8.1	4.08	1.2
10/10/2017	80	0	10.7	7.35	0.1	80	0	10.7	7.35	0.2	80	0	10.7	7.35	1.5
11/10/2017	78	27.7	11.3	7.56	0.1	78	27.7	11.3	7.56	0.2	78	27.7	11.3	7.56	1.5
12/10/2017	73	1.5	10.1	5.43	0	73	1.5	10.1	5.43	0.1	73	1.5	10.1	5.43	1.6
13/10/2017	85	0	9.6	7.17	0.2	85	0	9.6	7.17	0.3	85	0	9.6	7.17	1.8
14/10/2017	75	1.1	14	9.60	0	75	1.1	14	9.60	0.1	75	1.1	14	9.60	1.8
15/10/2017	80	0.1	12.3	8.91	0.2	80	0.1	12.3	8.91	0.3	80	0.1	12.3	8.91	1.5
16/10/2017	70	0	11.2	5.88	0	70	0	11.2	5.88	0.1	70	0	11.2	5.88	1
17/10/2017	79	0	10.1	6.58	0.1	79	0	10.1	6.58	0.2	79	0	10.1	6.58	1.5
18/10/2017	77	0	10.5	6.60	0.1	77	0	10.5	6.60	0.2	77	0	10.5	6.60	1.5
19/10/2017	72	0	9.5	4.65	0	72	0	9.5	4.65	0.1	72	0	9.5	4.65	1.5
20/10/2017	74	0	10.4	5.92	0.1	74	0	10.4	5.92	0.2	74	0	10.4	5.92	1.8
21/10/2017	79	16.5	13.9	10.28	0.1	79	16.5	13.9	10.28	0.2	79	16.5	13.9	10.28	2.6
22/10/2017	80	86.5	12.5	9.11	0.2	80	86.5	12.5	9.11	0.3	80	86.5	12.5	9.11	2.6
23/10/2017	81	24.7	10.5	7.34	0.5	81	24.7	10.5	7.34	0.5	81	24.7	10.5	7.34	3.2
24/10/2017	84	4.6	11.8	9.16	0.5	84	4.6	11.8	9.16	0.4	84	4.6	11.8	9.16	3.5
25/10/2017	84	4.5	9.5	6.90	0.3	84	4.5	9.5	6.90	0.7	84	4.5	9.5	6.90	3.5
26/10/2017	81	0.4	10.5	7.34	0.3	81	0.4	10.5	7.34	0.7	81	0.4	10.5	7.34	3.5
27/10/2017	80	13.5	9.1	5.79	0.2	80	13.5	9.1	5.79	0.5	80	13.5	9.1	5.79	3.2
28/10/2017	84	16.6	11	8.37	0.5	84	16.6	11	8.37	0.5	84	16.6	11	8.37	3.5
TOTAL(Lts)	4.6					8.1					55				

Resultados de ficha de recolección de datos de humedad relativa, temperatura, punto de rocío, agua recolectada y precipitación.

Tabla 2.- Indicadores descriptivos e intervalo de confianza al 95%, de los factores y tratamientos, en la recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc -2017.

Factores y Tratamientos	Promedio	Desviación estándar	Intervalo de confianza del promedio	
Humedad relativa del aire %	79.097	3.833	77.691 -	80.503
Precipitación Total (mm)	8.355	16.592	2.269 -	14.441
Temperatura °C	9.739	3.241	8.550 -	10.928
Punto de Rocío	7.167	1.820	6.500 -	7.835
Volumen de agua recolectado (Lts):				
Malla 35%	.1484	.14346	.0958 -	.2010
Malla 50%	.2613	.16868	.1994 -	.3232
Malla 80%	1.7452	1.04366	1.3623 -	2.1280

Figura 11.- Histograma de los factores, en la recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc -2017.

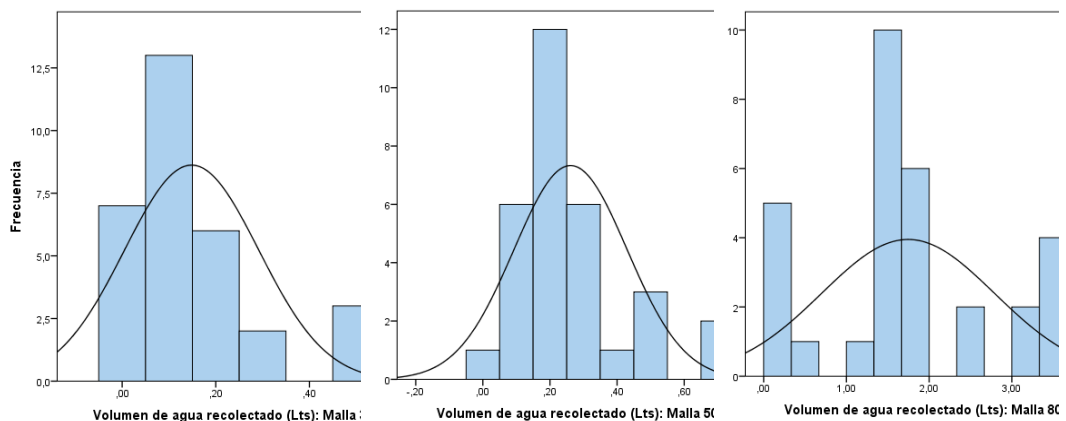


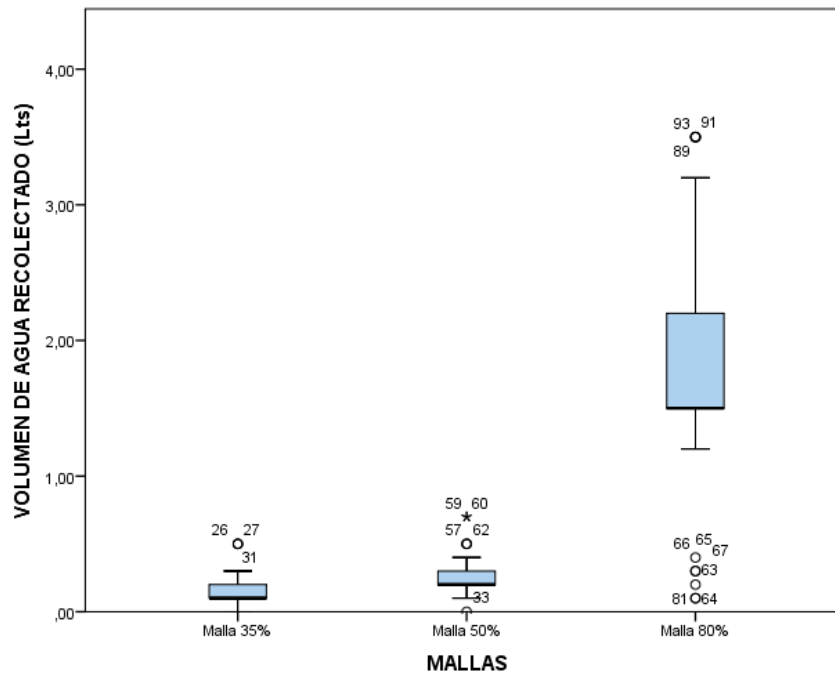
La representación del promedio de la humedad relativa del aire es 79.097% con una desviación estándar de cada dato en relación al promedio de 3.833%, se espera con un nivel de confianza del 95% que este promedio se encuentre entre 77.691 a 80.503.

La precipitación total promedio fue de 8.355 mm con una desviación estándar de 16.592 este promedio puede estar comprendido a una confianza del 95% entre 2.269 mm a 14.441 mm.

La temperatura promedio en el caserío Capilla de Chugur en el tiempo que se realizó la investigación alcanzó un promedio de 9.739 °C con una desviación estándar de 3.241 ° C y puede estar entre 8.550 °C a 10.928 °C. El punto promedio de rocío fue de 7.167 con una desviación estándar de 1.820, el punto de rocío a una confianza del 95% oscila entre 6.5 a 7.835. (Tabla 2 y figura 13).

Figura 12- Histograma y gráfico de caja de los tratamientos, en la recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc - 2017.





En cuanto a las valoraciones promedio de los volúmenes de agua recolectado en litros se tiene que cuando se captura con malla de 35% el promedio de volumen es de 0.1484 litros con una desviación estándar de 0.14346 litros este promedio oscila entre 0.0958 litros a 0.2010 litros con una confianza del 95%. Con la malla 50% el volumen de agua recolectado es de 0.2613 litros con un desvío de cada dato en relación al promedio de 0.16868 litros, estos datos pueden variar con una confianza del 95% entre 0.1994 litros a 0.3232 litros. Con malla de 80% el promedio de volumen de agua fue de 1.7452 litros superior en 1.4 litros al de malla 50% y superior en 1.60 litros comparado con malla 35%.

Se espera con una confianza del 95% que el volumen de agua recolectada este entre 1.3623 litros a 2.1280 litros. (tabla 2 y figura 13).

3.2.2 Relación entre la humedad relativa de la neblina y el porcentaje de agua recuperada.

Para determinar relación entre la humedad relativa de la neblina y el porcentaje de agua recuperada, se ha realizado el el método

estadístico de correlación de Pearson, en la tabla N^o3 se puede visualizar dicha correlación

Tabla 3.- Indicadores de correlación de Pearson entre los factores y tratamientos, en la recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc -2017.

Volumen de agua recolectado (Lts):	Humedad relativa del aire %	Precipitación Total (mm)	Temperatura °C	Punto de Rocío
Malla 35%	.585 **	.250	-.167	.189
Malla 50%	.485 **	.173	-.115	.056
Malla 80%	.326 *	.300 *	-.210	.080
Significancia ** p< 0.01; * p < 0.05				

Analizados los volúmenes de agua en litros recolectados en los tres diferentes tratamientos malla 35%, malla 50%, malla 80%, se encuentra que estos tratamientos se correlacionan significativamente con la humedad relativa del aire. Con el factor de precipitación total en mm se observa que este factor sólo se correlaciona con la malla a 80%. Los factores de temperatura y punto de rocío no se correlacionan con ningún tratamiento. (Tabla 3).

Tabla 4.- Análisis de la variación de los volúmenes de agua recolectado en litros con las factoras realizada en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc -2017.

Fuente	Suma de cuadrados	de GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	49,231	2	24,616	64,877	,000
Dentro de grupos	34,148	90	,379		
Total	83,379	92			

H0: Existe igualdad en los volúmenes de recuperación de agua en litros recolectado por los tres tipos de malla a 35%, malla a 50% y malla a 80% en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc -2017.

H1: Existe al menos una diferencia significativa en los volúmenes de recuperación de agua en litros recolectado por los tres tipos de malla a 35%, malla a 50% y malla a 80% en el caserío de Perlamayo Capilla, Distrito de Chugur Provincia de Hualgayoc -2017.

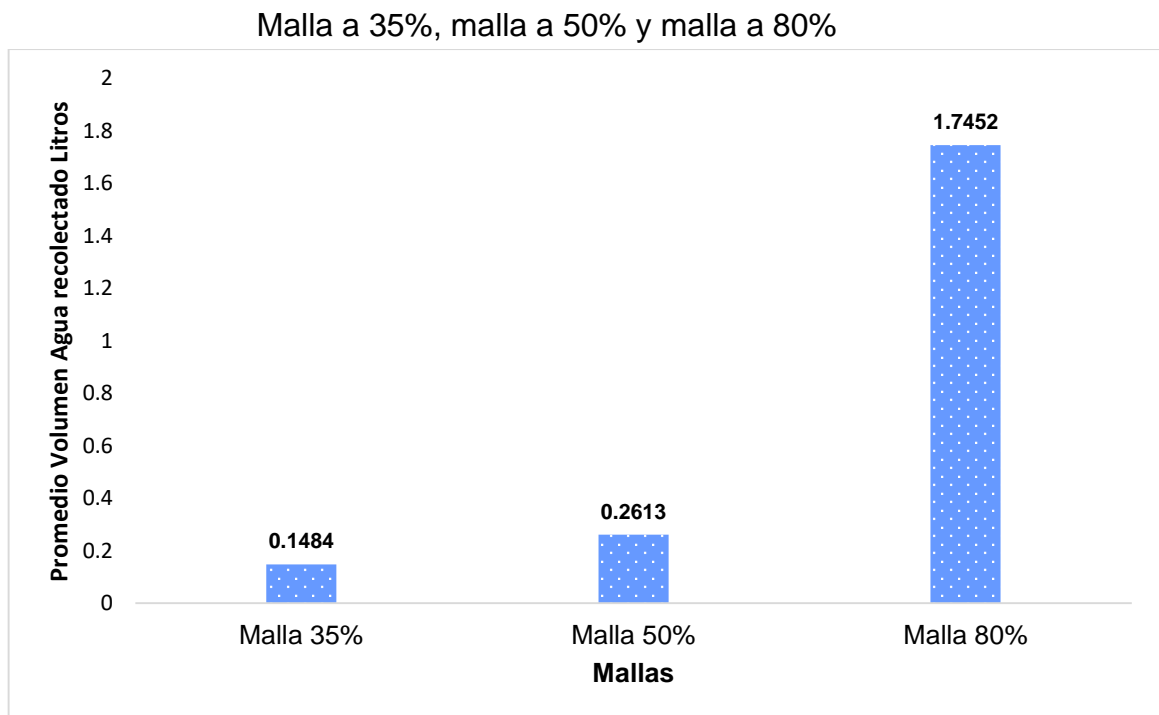
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

La tabla 4 muestra un análisis de variación entre los tres tratamientos, cuando se generan y cuando se ven los aspectos de los factores como son la humedad relativa del aire, la precipitación total en mm, la temperatura en °C y el punto de rocío; estos factores fueron analizados con los tres tipos de malla a 35%, malla a 50% y malla a 80%, el resultado fue que entre los tres tipos de malla a 35%, malla a 50% y malla a 80%, estadísticamente se evidencia una diferente en alguno de éstos tratamientos, puesto que el p – valor = 0.000 y al ser este valor menor al nivel de significancia $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula, lo cual indica que hay una diferencia significativa entre los volúmenes de agua recolectada en litros de los tres atrapa nieblas (malla a 35%, malla a 50% y malla a 80%).

3.2.3 Comparación del porcentaje de captación de agua entre las mallas de 35%, 50% y 80% de sombra.

En la figura 1 se aprecia el comparativo de los promedios de los tres tratamientos el cual se aprecia en su forma descriptiva que hay una diferencia entre los tres promedios, en la malla al 35% el promedio de volumen de agua recolectada es 0.1484 litros, el promedio de volumen de agua recolectado para la malla 50% fue de 0.2613 litros y para la malla 80% el promedio de volumen de agua recolectado fue de 1.7452 litros.

Figura 13.- Comparativo de los promedios de los tres tratamientos (atrapa nieblas):



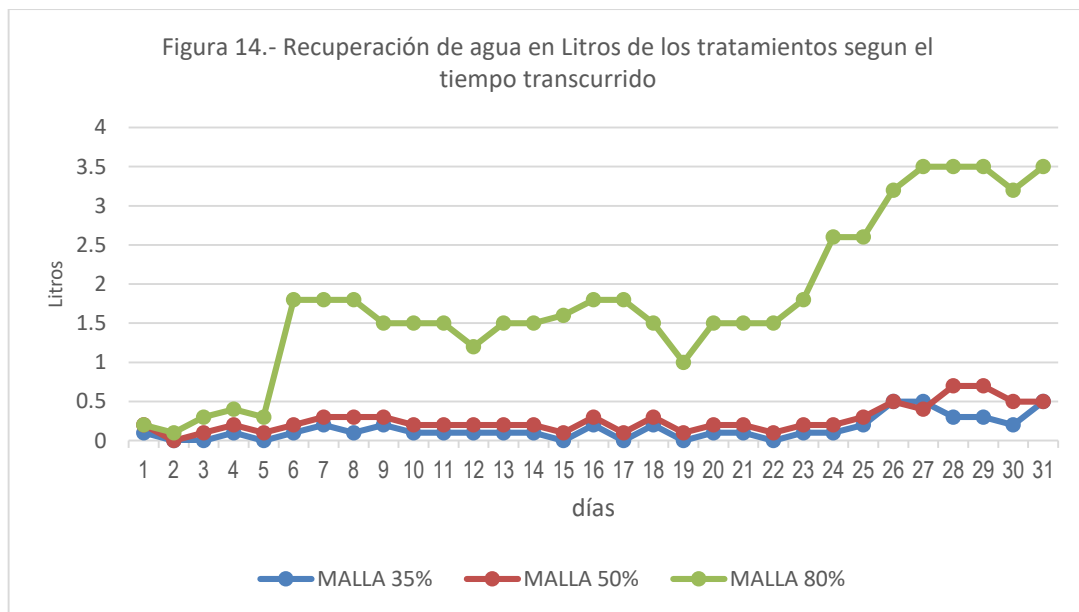
Se necesita con la apreciación de la diferencia entre los promedios de las tres mallas a 35%, malla a 50% y malla a 80% y con el resultado del análisis de varianza verificado que existe una diferencia entre ellas definir cuales tratamientos difieren estadísticamente entre sí, dado que cuando las muestras (tratamientos) son de igual tamaño, la diferencia Significativa Mínima (D.S.M.) de Fisher nos ayuda a localizar esta fuente de variación de sus promedios. (Marquez, 1991).

Tabla 5.- Comparativos de los promedios métodos Diferencia Significativa Mínima (DSM), entre los tratamientos

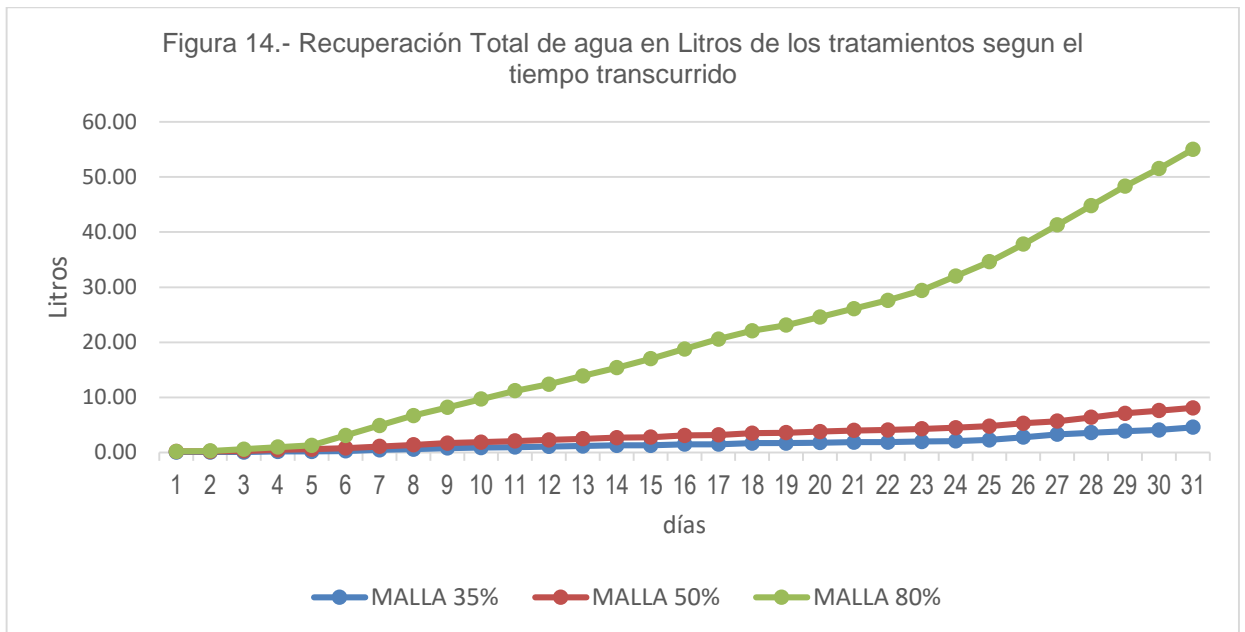
(I) MALLAS	(J) MALLAS	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Malla 35%	Malla 50%	-,11290	,472
	Malla 80%	-1,59677*	,000*
Malla 50%	Malla 35%	,11290	,472
	Malla 80%	-1,48387*	,000*
Malla 80%	Malla 35%	1,59677*	,000*
	Malla 50%	1,48387*	,000*

Significancia * $p < 0.05$

Con la tabla 5 se comparan con la técnica Diferencia Significativa Mínima (D.S.M.) de Fisher, la comparación de los tres promedios encontrando que se evidencia la significancia entre la diferencia de los promedios de malla a 35% con malla a 80% ($p < 0.05$), malla a 50% con malla a 80% ($p < 0.05$).

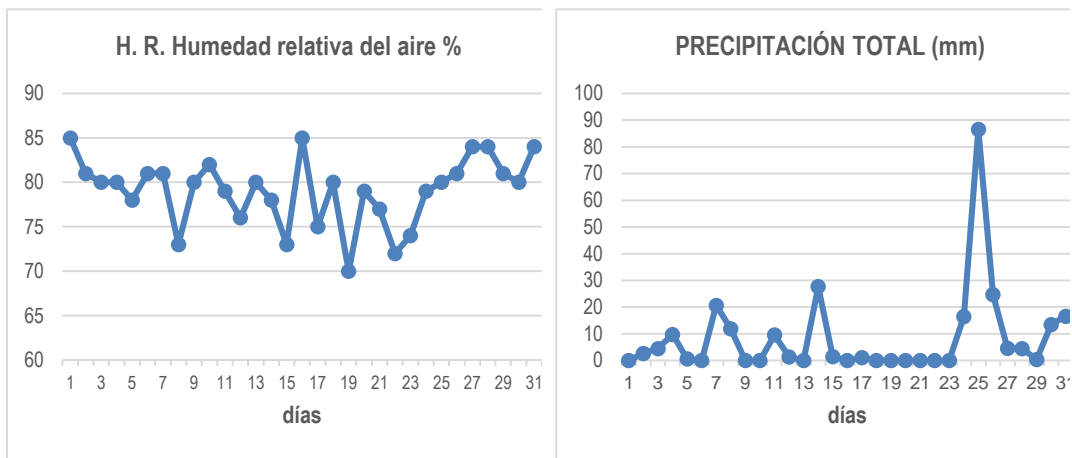


Esquema diario de recuperación de agua en los tres tratamientos



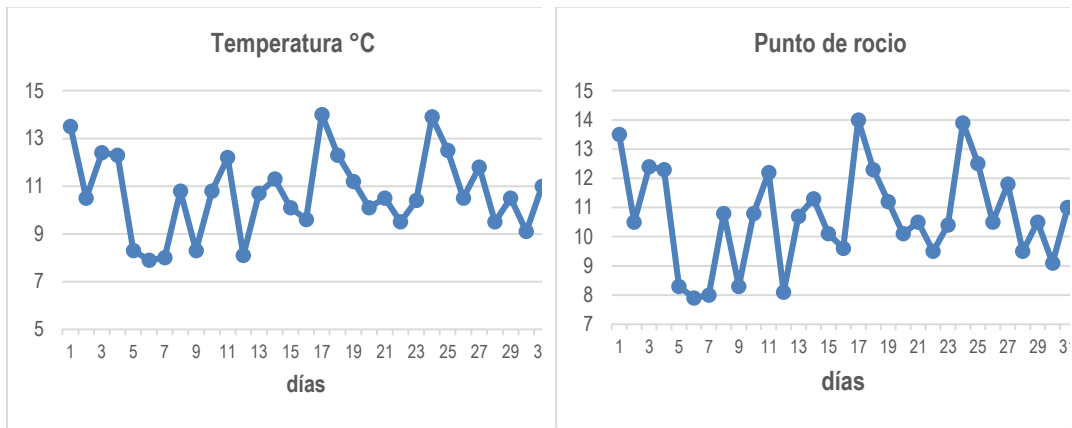
Sumatoria diaria de recuperación de agua según los tratamientos.

Figura 15.- Factores en la recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina



El porcentaje de humedad relativa analizado en los días de la recolección de los datos, varía entre 70 a 85%, teniendo datos relativos altos en fechas 18 y el 25avo día. La precipitación total de agua llegó a 86.5mm en la fecha 25 (22 de octubre 2017), la temperatura estuvo entre 8 a 14° C siendo mínima los días 5to, 9no y 12avo día (1, 5 y 11 octubre del 2017), el punto de rocío estuvo entre 8 a 14.

Figura 16 Factores en la recuperación del porcentaje de agua por volumen de neblina



La temperatura estuvo entre 8 a 14° C siendo mínima los días 5to, 9no y 12avo día (1, 5 y 11 octubre del 2017), el punto de rocío estuvo entre 8 a 14.

IV. DISCUSIÓN

La necesidad de agua en los últimos tiempos es demandante. Existe un incremento de la población en el mundo que exige mayor consumo de agua tanto para consumo como para otras actividades como reforestación. Frente a este problema, la cosecha de agua a partir de neblina aparece como una alternativa sostenible, utilizando materiales asequibles como redes de malla. La eficiencia de las redes de malla en la recolección de agua va a depender del modelo que se utilice (DOMEN, STRINGFELLOW, CAMARILLO Y GULATI, 2014). Al agua proveniente de niebla se le ha hecho los análisis para determinar la calidad, comparando con los estándares de calidad de la OMS se ha determinado que si son de calidad potable y que por tanto la niebla es una fuente viable para el suministro de agua (GANDHIDASAN Y ABUALHAMAYE 2012).

En esta perspectiva, se requiere seguir investigando y generando tecnologías que ayuden a solucionar la problemática de la cantidad y calidad del recurso hídrico para las poblaciones humanas. Es por eso, que en la sierra Norte del Perú, específicamente en el caserío de Perlamayo, se decidió determinar el volumen promedio de agua a partir de neblina, siendo IV la malla con 80 % de sombra demostró ser la más efectiva, pues en el presente estudio se obtuvo en una acumulación de 55 litros durante 31 días. Se sabe que para que sea efectivo este proceso es necesario la influencia de otros factores meteorológicos como la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento (CERECEDA 2011). Se ha observado meteorológicamente que cada día es un evento climático independiente y los valores de humedad relativa y temperatura del aire cambian constante e inversamente, uno respecto al otro en el transcurso del día.

En el primer tratamiento (malla de 35%) se obtuvo una recolección de agua promedio de $0.15\text{ l/m}^2/\text{ día}$, siendo una cantidad muy baja debido a que la neblina no fue muy densa limitando la eficiencia de captura de la malla; bajo esta condición, la cantidad de agua acumulada por mes fue de $4.1\text{ L/m}^2/\text{mes}$; mientras que en otros estudios con la malla de 35 % de sombra se obtuvo de 2 a $6\text{ L/m}^2/\text{día}$ (Pérez 2012).

En el segundo tratamiento (malla de 50%) se recolectó 0.26 L/m²/día, haciendo que la cantidad de agua acumulada por mes sea de 8.1 L/m²/mes, a pesar de eso, no resulta ser muy eficiente comparado con lo que han obtenido CASTILLO & CABEZA (2016) con el mismo porcentaje de sombra, de 2.66L/m²/día, realizado en los meses de febrero y marzo, pues existen diferencias a nivel de temperatura y humedad relativa (19.54°C, HR 95%); así mismo la cantidad es menor en relación a los resultados de MELÉNDEZ, PÉREZ & BARRADAS (2015), cuyo volumen de agua obtenida diaria fue de 2.06L/m²/día.

En el tercer tratamiento (malla de 80%), la cantidad promedio de agua de niebla recolectada fue de 1.74 L/m²/día y la cantidad de agua acumulada por mes fue de 55 L/m²/mes, que coincide con GUERRERO Y VELÁSTEGUI (2014), en días de poca nubosidad la cantidad de agua capturada de la neblina disminuye con valores mínimos promedios de hasta 1,50 litros de agua capturados en el transcurso de 48 horas, indicando que para las condiciones de Perlamayo la malla de 80 % de sombra es la ideal.

Al comparar entre los tipos de mallas, utilizados en el presente estudio, se aprecia que no son igual los porcentajes de sombra para efectivizar la cosecha de agua de manera eficiente. Al confrontar con otros estudios, ocurre lo mismo. Se puede decir que la eficiencia de las mallas para atrapar agua de niebla está de acuerdo a cada condición ambiental: altitud, temperatura y humedad relativa. De ahí la necesidad de realizar estudios que contribuyan a buscar la tecnología más adecuada a fin de solucionar los problemas álgidos del suministro del vital líquido elemento tanto para las zonas urbanas como rurales.

La mayoría de estudios están orientados a zonas desérticas donde la abundancia del recurso hídrico es limitante para su aprovechamiento por las poblaciones rurales (CERCEDA, 2014; GANDHIDASAN Y ABUALHAMAYEL, 2012; GUADALUPE Y GALLO, 2013). Además, se ha convertido en una alternativa la obtención de agua de niebla para cubrir las demandas en poblaciones urbanas (HERNÁNDEZ, 2012). Poco o nada se hace referencia a zonas alto andinas en el Perú, por lo que la presente investigación es una contribución preliminar para estas condiciones. Urge

realizar más investigaciones para determinar la mejor tecnología a fin de buscar la optimización de la captura de agua de niebla, ya sea innovando los tipos de atrapa nieblas o perfeccionando los ya aplicados en el presente estudio (GUERRERO Y VELÁSTEGUI, 2014).

Es necesario seguir realizando mas investigaciones en el caserío de perlamayo o zonas similares para lograr la mejor tecnología en cosecha de agua y contribuir en las actividades humanas que dependen de la disponibilidad de agua que no se vean afectadas, principalmente para consumo humano, la agricultura y ganadería, puesto que se ha comprobado que el agua de niebla presenta condiciones favorables para el consumo humano, pues el pH varió entre 6.4 a 6.5. Así lo confirma los estudios realizados por la OMS que considera que el agua de niebla es apto para el consumo (GANDHIDASAN Y ABUALHAMAYEL, 2012).

V. CONCLUSIONES

1. Con el trabajo realizado concluimos que el volumen promedio de agua recolectados en los meses de setiembre y octubre, fueron bajos (4.6; 8.1 y 55 L/m²/mes), estos fueron de estiaje por lo que se sugiere captar en meses que abunda la neblina diciembre a mayo.
2. Analizados los volúmenes de agua en litros recolectados en los tres diferentes tratamientos malla 35%, malla 50%, malla 80%, se encuentra que estos tratamientos se correlacionan significativamente con la humedad relativa del aire.
3. Con respecto a los distintos tipos de mallas que se utilizó, la malla que capturo más agua fue la de 80% de sombra con un promedio de 1.7352 L/m²/día seguida de la malla de 50% de sombra con un promedio de 0.2613 L/m²/día y la que recolecto menor cantidad de agua es la de 35% de sombra con un promedio de 0.1484, esto se debe a que la humedad relativa fue baja (79%) en otros lugares como en Chile han utilizado esta malla teniendo éxito en recolección de agua.
4. En cuanto al PH del agua de niebla está en el rango de 6.4 -6.5 lo que está en el límite permisible de agua para riego.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda colocar colectores con malla de 80% de sombra para capturar agua de la neblina en mayor número y para así sea suministrada a las familias de la comunidad para satisfacer las necesidades básicas y mejorar su calidad de vida.
2. Se recomienda replicar la investigación para buscar una mejor alternativa tecnológica a fin de incrementar la eficiencia en la cosecha de agua de niebla, sabiendo que en otros estudios se ha alcanzado volúmenes mayores de agua por día.
3. Por otro lado, es recomendable probar con otros tipos de atrapa nieblas, para aplicar las más eficientes, barata, duradera y ecológica.
4. Se recomienda ubicar los colectores en donde haya viento y ubicarlos perpendicular a ellos.
5. Es necesario concientizar a los pobladores de la comunidad cuidar y mantener las estructuras para tener más duración por ende mayor producción de agua.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTON, DANILO. 1988. *Cosechando las nubes*. CIID. Caleta Chunchungo : s.n., 1988.

BARRAZA, VÍCTOR. 2011. Marco Conceptual. *Galeon web site*. [En línea] s/f de 2011. <http://victorbarraza.galeon.com/marcoconceptual.html>.

BBC. 2013.

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/03/130304_agua_aire_peru_ap. [En línea] 5 de MARZO de 2013.

CABEZA, CASTILLO Y. 2016. *DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA POR ROCÍO Y NIEBLA PARA EL BASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DEL BARRIO LA ESPERANZA*. BOGOTA : s.n., 2016.

Capacidad de Captación de agua a partir de la niebla en Pinus Montezumae Lambert, de la Región de las grandes Montañas del Estado de Veracruz. **BARRADAS, VÍCTOR. 1983.** 4, Veracruz : s.n., 1983, BIOTICA, Vol. 8.

CERECEDA, PILAR. 2014. *Agua de niebla*. Chile : s.n., 2014.

CERECEDA, PILAR. 2014. *AGUA DE NIEBLA*. CHILE : s.n., 2014.

CIFUENTES, SANCHEZ. 2014. condensadores de humedad. MAYO de 2014.

—. **2014.** CONDENSADORES DE HUMEDAD. MAYO de 2014.

CIFUENTES, SANCHEZ. 2014. CONDENSADORES DE HUMEDAD. MAYO de 2014.

CONCEPTO DEFINICIÓN. 2015. Definición de agua. *Concepto Definición web site*. [En línea] 25 de julio de 2015. <http://conceptodefinicion.de/agua/>. *CRITERIOS METODOLÓGICOS PARA LA DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS CON BASE EN LLUVIA HORIZONTAL.*

Mendo PALACIOS, BLANCA CECILIA Y CASTAÑEDA ÁLVAREZ, FREDY ROLANDO. 2014. 2014, Repositorio Institucional, pág. 63.

GUADALUPE, YESSERIA Y GALLO, ROSA. 2013. *Cosecha de agua con atrapanieblas en las localidades de Paraiso y Mantial de Villamaría del Triunfo*. Universidad Privada del Norte. Lima : s.n., 2013.

GUERRERO, DAVID Y VELÁSTEGUI, GIOVANNY. 2014. *Evaluación de la Tecnología de Captura de Agua de Neblina Como Alternativa a la Escases de Agua para Consumo Humano en la Comunidad de Shaushi del*

Cantón Quero Provincia de Tungurahua. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2014. Tesis de Magister.

HERNANDEZ, NATANAEL. 2012. *Soluciones Sustentables para captar y usar agua en zonas urbanas.* Instituto Politécnico Nacional. México D.F. : s.n., 2012. Tesis magistral.

jardin de niebla. **ARCE, RODRIGO. 2012.** 2012.

MATEUS, MANUEL ANTONIO SORIANO. 2015. Niebla como fuente alternativa para suministro de agua. Colombia, Colombia : s.n., 2015.

MELENDEZ, CERVANTES BARRADAS. 2015. 2015, Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México: resultados preliminares .

NOTICIAS, AMERICA. 2014.

<http://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/conoce-al-atrapa-nieblas-herramienta-que-convierte-neblina-agua-n139597>. [En línea] 10 de JUNIO de 2014.

ROJAS, TELMO. 2009. Zonificación Ecológica Bambamarca. *Zee Bambamarca blogspot.* [En línea] 11 de julio de 2009. [Citado el: 30 de setiembre de 2016.] <http://zeebambamarca.blogspot.pe/2009/07/hugur-foro-zee-ot-exitoso.html>.

SOTO, GUIDO. 2000. *Captación de agua de las nieblas costeras (Camanchaca), Chile.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Chile : s.n., 2000.

WHITE THOMPSON, CAROLINA. 2014. CIDERH. [En línea] 2014. http://www.unap.cl/prontus_ciderh/site/artic/20140114/pags/20140114152038.html.

WIKIPEDIA. 2015. Neblina. *Wikipedia web site.* [En línea] 14 de noviembre de 2015. <https://es.wikipedia.org/wiki/Neblina>.

ANEXOS

Instrumentos utilizados en la investigación



Diferentes porcentajes de sombra de las mallas. (35%, 50% y 80%)



Foto satelital de Perlamayo Capilla donde están construidos los atrapa Nieblas





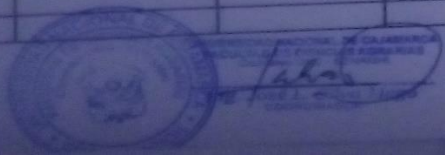
Ficha de validación de datos meteorológicos

TESIS: "RECUPERACIÓN DEL PORCENTAJE DE AGUA POR VOLUMEN DE NEBLINA EN EL CASERÍO DE PERLAMAYO CAPILLA, CHUGUR, 2017"
 Ficha de recolección de datos

Responsable: Domel Mego Estela

Localidad:	Provincia:	Hora de observación tarde:
Distrito:	Departamento:	Hora de observación mañana:
Coordenadas UTM:	Altitud msnm:	

Mes	Día	Hora de inicio	Hora término	Condiciones meteorológicas				Volumen recolectado	pH
				HR % aire	T°C max	T°C mín	Densidad de neblina		



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

ING. CELSO NAZARIO PURIHUAMAN LEONARDO, docente del curso de desarrollo del proyecto de investigación, y revisor del trabajo académico (tesis) titulado:


RECUPERACIÓN DEL PORCENTAJE DE AGUA POR VOLUMEN DE NEBLINA EN EL CASERÍO DE PERLAMAYO DISTRITO DE CHUGUR PROVINCIA DE HUALGAYOC 2017.

Del bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental.

DOMEL MEGO ESTELA.

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias y relevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 02 de febrero 2018



ING. CELSO NAZARIO PURIHUAMAN
LEONARDO
DOCENTE



TESIS ULTIMO


INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	11%	1%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	sabio.eia.edu.co Fuente de Internet	1%
2	www.noticias.irc.nl Fuente de Internet	1%
3	www.fedefruta.cl Fuente de Internet	<1%
4	2fwww.redalyc.org Fuente de Internet	<1%
5	newsstand.joomag.com Fuente de Internet	<1%
6	nosoloingenieria.com Fuente de Internet	<1%
7	www.conam.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.conama9.conama.org Fuente de Internet	<1%
9	www.actualidadambiental.com Fuente de Internet	<1%

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 2
--	--	---

Yo DOMEL MEGO ESTELA, identificado con DNI N° 27559449, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "RECUPERACIÓN DEL PORCENTAJE DE AGUA POR VOLUMEN DE NEBLINA EN EL CASERÍO DE PERLAMAYO DISTRITO DE CHUGUR PROVINCIA DE HUALGAYOC" 2017; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 27559449

FECHA: 07 de septiembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------