

Captación de niebla como fuente de agua en el Distrito de Las Minas, región de Azuero: Caso de estudio Distrito De Las Minas

Manaen Bobadilla¹ , Rolando Rosales² ,

Abdiel Pino³ 

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Industrial.

²Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. ³Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ciencias y Tecnología.

¹manaen.bobadilla@utp.ac.pa, ²rolando.jaen@utp.ac.pa, ³abdiel.pino@utp.ac.pa
DOI: 10.33412/pri.v12.1.2455



Resumen: *Un diseño innovador de atrapaniebla como una fuente alternativa de recolección, almacenamiento y abastecimiento de agua, fundamentado en un diseño sostenible utilizando una estructura de bajo costo de instalación, que permite, sin agotar los recursos o incurrir en gastos económicos y de consumo de energía, mayor capacidad de captación de niebla durante el día; dando como resultado la disponibilidad de mayor cantidad de agua a utilizar. El proyecto se aplicó en una región de gran potencial agropecuario que sufre económicamente por las largas épocas de sequía, poniendo en peligro la seguridad alimentaria del país y el crecimiento agropecuario de la región. El aprovechamiento de la niebla mediante un mecanismo de bajo costo que ayudará a los agricultores, aumentando la posibilidad de producción en la época de sequía, disminuyendo las pérdidas y garantizando un beneficio directo e indirecto para la población que reside tanto en las zonas rurales como las urbanas.*

Palabras claves: Agricultura, agua, atrapaniebla, niebla, sequía, sostenibilidad.

Title: Catchment of fog as an alternative source of water in the Region of Azuero: Case Study District of Mines.

Abstract: An innovative fog catcher design as an alternative source of water collection, storage and supply, based on a sustainable design using a low-cost installation structure, which allows, without depleting resources or incurring economic and energy consumption costs, greater ability to catch fog during the day; resulting in the availability of more water to use. The project was applied in a region of great agricultural potential that suffers economically from long periods of drought, endangering the country's food security and the agricultural growth of the region. The use of fog through a low-cost mechanism that will help farmers, increasing the possibility of production in the dry season, reducing losses and guaranteeing a direct and indirect benefit for the population residing in rural areas such as urban.

Key words: Agriculture, drought, fog, fog catcher, water.

Tipo de artículo: Estudio.

Fecha de recepción: 26 de junio de 2020.

Fecha de aceptación: 5 de enero de 2021.

1. Introducción

Durante los últimos años el problema de la escasez de agua se ha incrementado, afectando a las regiones agrícolas, como lo es la región de Azuero, situación que limita la productividad agropecuaria, generando pérdidas económicas, lo que provoca un aumento significativo en el costo de los alimentos. La situación antes expuesta, se empeora por la importación de alimentos donde se percibe que el 50% de alimentos consumidos por la población panameña son importados de otros países, lo que representa desde una perspectiva general, la existencia de una mayor importación que exportación correspondiente a productos agropecuarios según datos estadísticas de la Contraloría de la República de Panamá [1] en los cuales se señala que el costo de importación de alimentos anualmente asciende la suma de más de 1,000 millones de dólares, lo que constituye pérdidas económicas no solo para el país sino un aumento considerable en los precios de alimentos de la canasta básica.

Desde el año 2011 ha sido la tendencia y no se consideró tomar las medidas certeras para reducir las pérdidas, muy por el contrario, el problema ha ido aumentando, tal como se evidencia en los censos, los estudios estadísticos realizados por la Contraloría [2], un evidente ejemplo de la situación es la tabla 1. que muestra los datos de los porcentajes de pérdida de cultivo de maíz. Los productos de mayor pérdida en la Región de Azuero son los cultivos de maíz y arroz, que son los productos que necesitan grandes cantidades de agua para obtener un producto apto para la venta.

Tabla 1. Estadísticas de pérdida agropecuario año 2011.

Cuadro 312-20. SUPERFICIE SEMBRADA, PÉRDIDA, COSECHA Y RENDIMIENTO DE MAÍZ EN LA REPÚBLICA, SEGÚN PROVINCIA, COMARCA INDÍGENA Y PERÍODO DE SIEMBRA: AÑO AGRÍCOLA 2011/12					
Provincia, comarca indígena y período de siembra	Maíz				
	Total	Superficie (hectáreas)		Cosecha (quintales en grano seco)	Rendimiento por hectárea cosechada (quintales en grano seco)
		Pérdida (1)			
		Cantidad	Porcentaje		
HERRERA	6.440	240	3,7	340.400	54,9
Primera siem	2.020	70	3,5	65.400	33,5
Segunda siem	4.420	170	3,8	275.000	64,7
LOS SANTOS	18.230	470	2,6	1.315.600	74,1
Primera siem	1.650	120	7,3	42.300	27,6
Segunda siem	16.580	350	2,1	1.273.300	78,5

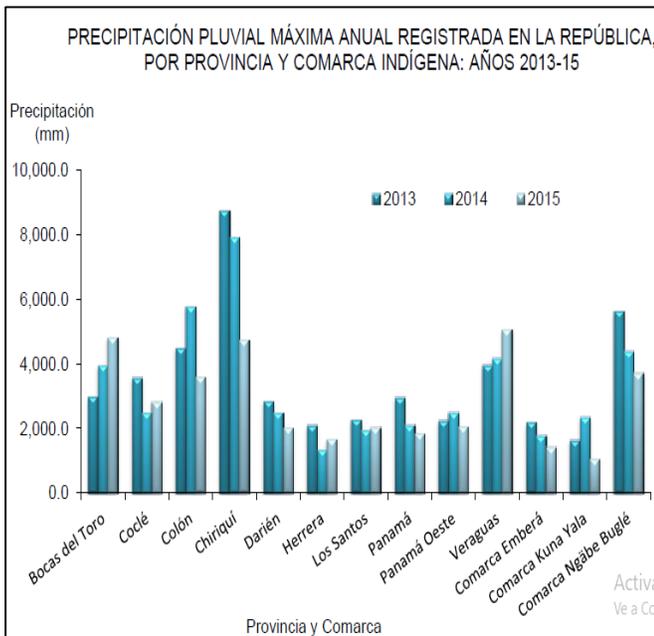
Fuente: adaptado [4]

El problema de la escasez de agua conlleva grandes consecuencias negativas en las cuales se incluyen, el aumento del proceso de desertificación, pérdida de fuentes de agua para el riego de los cultivos lo que ocasiona una pérdida irreparable de los recursos naturales, visto como un escenario que sigue en un aumento exponencial cada año perjudicando la rentabilidad agrícola y limitando el crecimiento económico de la Región de Azuero. Se ha seleccionado la Región Azuero por los factores ambientales, sociales, agropecuarios y económicos que convergen en una misma región, además se cuenta con suficientes evidencias de las grandes pérdidas agropecuarias y económicas en el año 2017 en la Provincia de Los Santos y Provincia de Herrera, alcanzando a una cifra estimada de más de 9 millones de dólares en pérdidas en cultivo de maíz [3].

Una de las características puntuales de la región de Azuero es el aumento de la escasez de agua en diversas comunidades, lo que perjudica directamente el desarrollo y crecimiento agrícola.

La Gráfica 1, muestra los datos recopilados por la Contraloría de la República de Panamá, los cuales reflejan la falta de precipitación desde el año 2013 hasta el año 2015 en contraste a la cantidad de precipitación al año en otras Provincias de Panamá.

Gráfica 1. Cantidad de precipitación en la República de Panamá.



Fuente: adaptado [4]

La región de Azuero cuenta con áreas de superficie física elevada donde se puede divisar la niebla, y considerando que, la misma surge como un fenómeno atmosférico que se da como una nube de espesor, densidad y magnitud variables que se encuentra en contacto directo con la superficie terrestre [5], lo que permite que, en el proceso natural de condensación, se transforme en estado líquido hasta llegar al estado de líquido comprimido [6].

El concepto teórico se basa en que, la neblina es constituida por micropartículas que se encuentran suspendidas en el medioambiente, que surgen de forma natural.

Por lo cual es posible captar la niebla con un mecanismo de malla para obtener agua, la figura 1. ilustra el concepto básico e ideal de la función que debe cumplir el atrapaniebla.

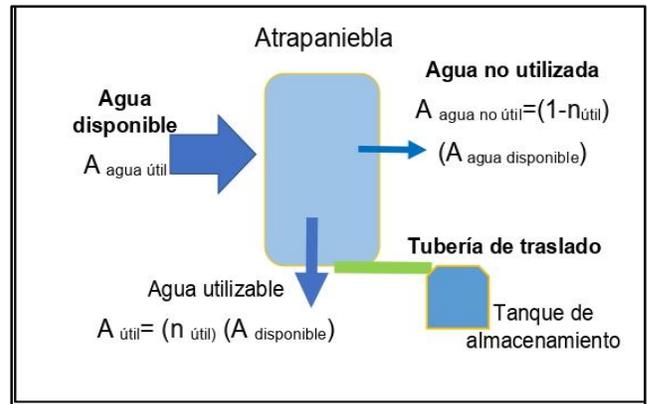


Figura 1. Mecanismo ideal de captación de niebla.

2. Resumen y objetivos de la captación de niebla

Cabe mencionar que, el proyecto busca garantizar la utilidad de un atrapaniebla de bajo costo, cuya elaboración tendría un costo equivalente al 1/3 del costo estándar de fabricación.

El diseño tradicional del atrapaniebla o neblinómetro posee falencias en aspectos esenciales como el costo de instalación, el periodo de vida útil y los altos costos de fabricación [7]. Las limitaciones en el modelo tradicional afectan la capacidad de captación de niebla por la fijación de la estructura, la principal desventaja de la estructura es la rigidez de la malla que a través del tiempo de uso se desgasta a mayor rapidez por las corrientes de aire que aumentan la presión sobre las zonas de fijación. Tales dificultades limitan el desarrollo y la evolución estructural del atrapaniebla, como se muestra en la Figura 2. y en la Figura 3. [8] el diseño tradicional no posee un avance tecnológico en aspectos como eficiencia de materiales utilizados para su fabricación, de darse un daño estructural o rotura en la malla se ha perdido el funcionamiento del atrapaniebla y su utilidad, ocasionando la necesidad de reemplazar todo el atrapaniebla incluyendo la malla situación que ocasiona gastos económicos [9].

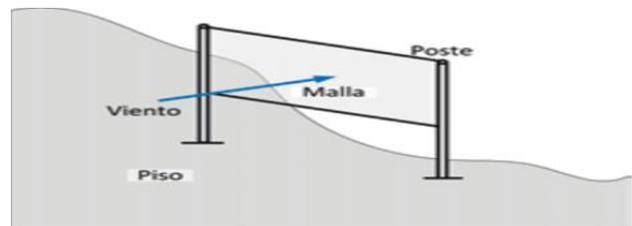


Figura 2. Esquema de Atrapaniebla convencional.

Fuente: adaptado [4]



Figura 3. Atrapaniebla convencional deteriorada.
Fuente: adaptado [4]

2.1 Objetivos Generales

- Obtener agua mediante la captación de niebla por medio de la condensación natural con el objetivo de minimizar las pérdidas agrícolas y económicas en la región de Azuero.
- Desarrollar una alternativa rentable de obtención de agua, de bajo costo, aprovechando las tierras altas de la región de Azuero, sin causar afectación al medio ambiente

2.2 Objetivos Específicos

- Captar la mayor cantidad de niebla y por medio de condensación natural obtener agua en su estado líquido para los riegos de cultivos.
- Asegurar un desarrollo sostenible a las futuras generaciones protegiendo el recurso hídrico de ríos que actualmente poseen altos niveles de contaminación.

3. Materiales y metodología

Con el objetivo de obtener un resultado aproximado de la cantidad de niebla, se aplicó la metodología cuantitativa en la cual se obtuvieron las medidas de humedad relativa utilizando un psicómetro, en diferentes zonas del Distrito de las Minas, se obtuvieron porcentaje mayor del 80% de humedad relativa.

3.1 Desarrollo del Estudio en la Región de Las Minas.

El desarrollo del estudio, en la Región de Las Minas, se realizó con éxito. En ambas fases se obtuvieron resultados positivos, ya que, durante el estudio las autoridades distritales de la región, colaboraron, cabe mencionar a: las autoridades de la Agencia 5 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), Región N°3; Las Minas, quienes facilitaron las entrevistas a los productores de las zonas de alrededor, en especial en la zona de los Birotales, conocer con evidencias y comentarios de los productores los tipos de cultivos que necesitan mayor cantidad de agua, como también, se logró observar y comprender las necesidades del sector agrícola, la figura 4 son los cultivos de poroto que se perdieron en el año 2017 por causa de escasez de agua en los meses de noviembre, diciembre e inicios del mes de enero de 2018, el cultivo de poroto logro germinar, pero sufrió de estrés hídrico

debido a la falta de agua perdiendo rápidamente su potencial de rendimiento [10].



Figura 4. Inspección de cultivo de poroto, noviembre de 2017.

La metodología de investigación cualitativa y cuantitativa se fundamentó en dos fases:

Primera fase: utilizar la metodología de árbol de problema y matriz de Vester para determinar los factores críticos que influyen en el resultado y fiabilidad del proyecto [11]. Árbol de problema es una técnica que permite clasificar los problemas centrales y el contexto del campo de estudio, a continuación, se presenta el análisis en la figura 5.

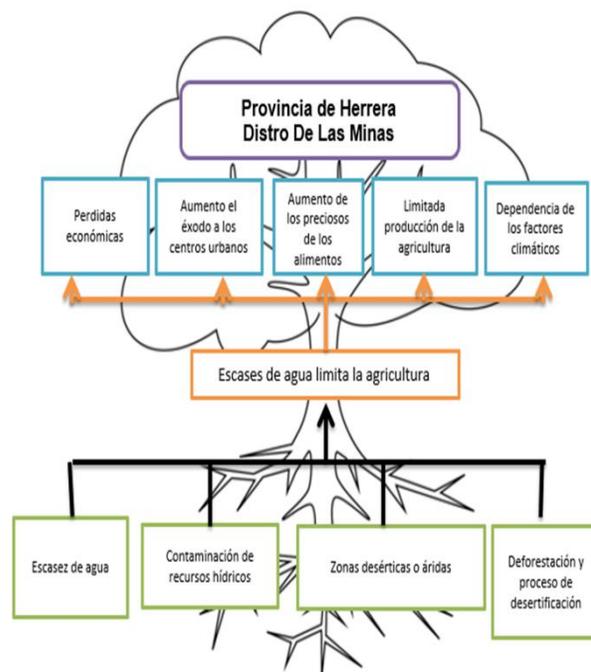


Figura 5. Árbol de Problema basado en el proyecto planteado.

La matriz de Vester permite determinar las variables de riesgo o causalidad del problema central en niveles de importancia como variables críticas, indiferentes y si mantiene una importancia según el tiempo pueden ser variables activas o pasivas [12]. La tabla 2 muestra el cuadro de análisis que se realiza para luego realizar el diagrama de la matriz de Vester que se resumen en la figura 7.

Segunda fase: recopilación de datos de la humedad relativa con el psicómetro.

Tabla 2. Matriz de Vester.

Matriz de Vester	Escala de 0-3
Caso de Estudio Herrera, Distrito De Las Minas	

Situación problemática

Escasez de agua en el Distrito Las Minas, pérdida de 9.5 millones en cultivo de maíz.

Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	INFLUENCIA
P1	Escasez de agua en los meses de noviembre, enero, febrero	0	3	3	3	0	2	0	0	3	2	3	0	0	19
P2	Pérdida de cultivos	3	0	3	3	0	3	0	0	2	3	2	1	0	20
P3	Contaminación de los recursos hídricos, ejemplo: ríos, pozos, quebradas	0	2	0	2	0	1	0	0	0	3	2	0	0	10
P4	Pérdida económica para los agricultores	3	3	2	0	0	2	3	0	2	2	3	0	1	21
P5	Agricultores con menos de 10 hectáreas, para cultivar	3	0	0	2	0	0	0	1	2	3	1	0	0	12
P6	Parcelas de cultivo alejadas de las fuentes de recurso hídrico	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	3	0	0	11
P7	Aumento de las importaciones de alimentos	2	2	1	3	0	0	0	0	3	1	1	1	1	15
P8	Disminución de los miembros que conforman cooperativas agropecuarias	3	3	1	3	1	2	3	0	0	2	2	3	1	24
P9	Baja oferta de productos alimentarios producidos en el país	3	3	2	3	1	2	3	0	0	2	3	0	1	23
P10	Crecimiento de procesos de desertificación en la Región de Estudio	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
P11	Disminución de la producción de maíz, plátano y poroto	3	3	3	3	0	2	2	1	0	3	0	0	0	20
P12	Aumento de migraciones a las ciudades o zonas urbanas	3	3	3	2	0	1	3	0	0	0	1	0	2	18
P13	Proceso de cultivo tradicional sin herramientas tecnológicas de agricultura	3	3	3	1	0	0	0	0	0	2	3	3	0	18
DEPENDENCIA		29	28	24	28	2	15	14	2	14	23	24	8	8	140



Figura 7. Clasificación de la matriz de Vester.

4. Resultados

El diseño de atrapaniebla propuesto, cumple con dos requisitos importantes para el desarrollo sostenible como lo son, el de bajo costo y las partes que lo conforman han sido reutilizadas, desde las varillas que se utilizan para formar el arco hasta el tanque de agua, son elementos que no deben ser considerados como desechables sino parte de una estructura de bajo costo para la captación de niebla. En la figura 8, figura 9 y figura 10 se ilustra el modelo propuesto.

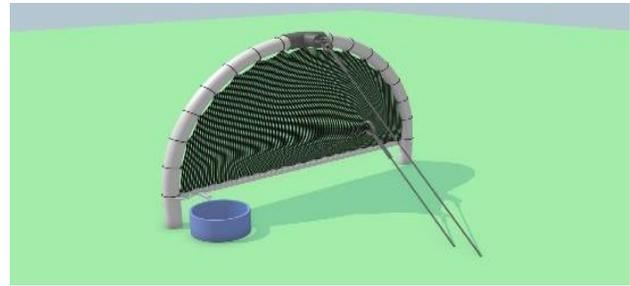


Figura 8. Diseño propuesto de Atrapaniebla, vista frontal.

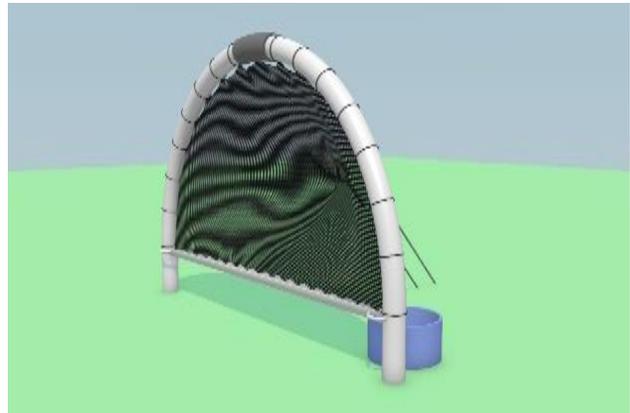


Figura 9. Diseño propuesto de Atrapaniebla, vista posterior.

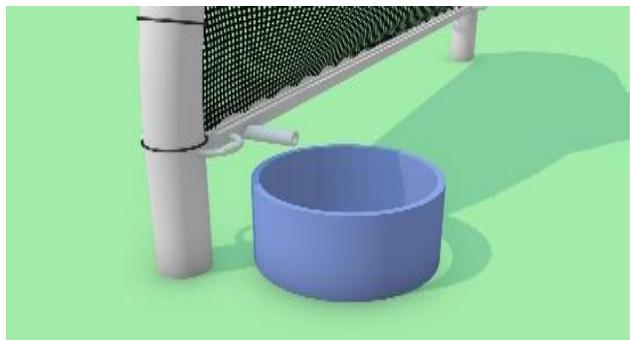


Figura 10. Diseño propuesto de Atrapaniebla, vista de tanque de agua y sistema de tubería.

La propuesta ofrece un diseño en forma de arco que permite una mayor durabilidad o vida útil de la malla, reduciendo la afectación que pueda causar la velocidad del viento en la estructura, como también, mayor captación de niebla por la forma parecida de cono. La distribución del agua, que se almacene en el tanque, se realiza por medio de la gravedad utilizando tuberías de distribución a las parcelas de cultivo.

En la recolección de los datos, se obtuvieron resultados de la humedad relativa y la constante temperatura fundamentaron las posibilidades de la implementación del atrapaniebla en la región de Estudio.

En la tabla 3 se realiza una comparación entre los datos de Humedad Relativa y la temperatura.

Tabla 3. Resultado de la Medición de la Humedad Relativa.

Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)
88.30	23.69
87.84	23.69
89.31	23.70
90.17	23.70
94.30	22.79
90.85	23.70
90.99	23.73
91.58	23.73
99.80	22.70
94.80	22.79
Parámetro de altitud	997 m. s. n. m.

Las mediciones de la humedad relativa con el psicrómetro se realizaron durante un lapso de 20 minutos en diferentes áreas del Distrito De Las Minas.

En la figura 11 se ilustra la recolección de datos de humedad relativa.

La figura 12 muestra la constancia de los valores de mediación en diferentes lugares de la vía principal que recorre los distintos pueblos del Distrito de las Minas.



Figura 11. Medición de la Humedad Relativa.



Figura 12. Metodología utilizada de mediación entre lapso de 1 minuto para obtener los datos del proyecto.

La similitud en aspectos geográficos y físicos de las diferentes comunidades es una ventaja que permite unificar estrategias para alcanzar los objetivos específicos, al haber una semejanza en las condiciones del clima, relieve y provecho de la tierra para la agricultura permite obtener los beneficios de la utilidad del atrapaniebla y aumentar la producción de alimentos principalmente la producción de arroz, poroto y maíz.

Los principales beneficiados al contar con una fuente alternativa para obtener agua de manera natural son los agricultores y cooperativas de productores que posean parcelas de cultivo en zonas alejadas de ríos o fuentes de agua, considerando los principios del cuidado del medio ambiente, sin consumir corriente eléctrica y mediante una estructura de bajo costo [13].

El atrapaniebla pretende dar una solución social rentable a la comunidad agrícola que ha sufrido pérdidas económicas debido a la escasez de agua, y la situación de competencia agrícola se agrava debido a los llamados T.L.C que permiten importaciones de productos como cebolla y arroz. Las pérdidas agrarias ponen en peligro la inversión de los pequeños productores o de las cooperativas agrícolas que depende de los precios de compra que dictan los molineros, en ese sentido, las comunidades donde se realizó el estudio se verán beneficiadas al aumentar la cantidad de agua disponible para utilizar en los riegos y campos de cultivo [14].

5. Conclusión

Los resultados obtenidos, evidencian un contraste entre la información preliminar existente de los sistemas de captación de niebla y diseño, infraestructura del atrapaniebla y el impacto social del mismo, entre los cuales destacamos las siguientes conclusiones:

- a) Los agricultores acogieron de manera positiva la propuesta debido a la necesidad del recurso hídrico para el riego en las épocas secas.
- b) La captación de niebla es una fuente alternativa rentable que permite aumentar la productividad agrícola de la Península de Azuero.
- c) Al aumentar las posibilidades de tener accesibilidad de agua para regar los cultivos se crea la posibilidad de realizar un programa de seguridad alimentaria que inicia en la Región de Azuero y se implementa en otras áreas del país con altos índices de desnutrición.
- d) El atrapaniebla propuesto constituye una estructura de bajo costo, materiales que se encuentran disponibles en el país y la estructura sería de fácil movilidad.

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a los colaboradores de la Agencia 5 del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), Región N°3, en especial a los agrónomos Carlos Bustavino y Ángel Santos Barria Ojo. Agradecemos al Profesor Abdiel Pino por apoyar nuestra propuesta y guiarnos en la investigación con sus recomendaciones y consejos. Agradecemos a la Profesora Aura E. Caballero Nicotra por motivarnos a realizar la investigación.

Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Censo. Contraloría General de la República de Panamá. Cultivos temporales(2011,enero).Available: https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=479&ID_CATEGORIA=15&ID_SUBCATEGORIA=60
- [2] Memorando de Entendimiento 1339150 ANAM-SENACYT. Proyecto "Construcción de indicadores de sequía y degradación de tierras en Panamá" pp. 3-18.
- [3] Vielka Corro Ríos (2018, mayo), "Productores herreranos reportan más de 500 mil dólares en pérdidas." [Online]. Editorial por la democracia, S.A. Available:https://www.prensa.com/economia/Productores-herreranos-reportan-dolares-perdidas_0_5021497804.html
- [4] Instituto Nacional de Estadística y Censo. [Online] Contraloría General de la República de Panamá. Available: <https://www.inec.gob.pa/archivos/P4431aspectos.pdf>.
- [5] Juan Inzunza. Meteorología Descriptiva "Nubes y precipitación "pp.168-170,(2006,enero).Available:http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap6_Inzunza_Nubes%20y%20precipitacion.pdf
- [6] M Olmo R Nave. (2010, enero) "Humedad Relativa." Formula de Termodinámica. [Online] Available:<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Kinetic/relhum.html>
- [7] Andrés Sánchez Araya. Agua de Niebla. Chile, Consultora Profesional Agraria Sur. 2014, pp. 57,65.
- [8] Pilar Cereceda, Pedro Hernández Jorge Leiva, Juan de Dios Rivera (2011-2014). "Agua de Niebla". Proyecto de Investigación. Pontificia Universidad Católica de Chile. [Online]. Impresora La Discusión S. A. Available:<http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf>
- [9] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2012). La economía del cambio climático en Chile. Available:https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37310/4/S1420656_es.pdf
- [10] Lorenceau, É., Clanet, C., & Quéré, D. (2004). "Capturing drops with a thin fiber". *Journal of Colloid and Interface Science*, 279, 192–197. doi:10.1016/j.jcis.2004.06.054
- [11] Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga, Universidad de Málaga (2016). "Agua y emprendimiento social igual atrapanieblas y huertos urbanos". [Online]. Available: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/11606>
- [12] De la Jara, E. (2012). Modelación computacional del impacto de gotas de niebla en fibras cilíndricas. Tesis de Magister Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago Chile.
- [13] Piroird, K., Clanet, C., Lorenceau, É., & Quéré, D. (2009). "Drops impacting inclined fibers". *Journal of Colloid and Interface Science*, 334, 70–74. doi: 10.1016/j.jcis.2009.03.004
- [14] Osses, P., Schemenauer, R. S., Cereceda, P., Larrain, H., & Correa, C. (2000). Los atrapanieblas del Santuario del Padre Hurtado y sus proyecciones en el combate a la desertificación. *Revista de Geografía NorteGrande*, 27, 61–67. Available:<http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2018/04/Los-atrapanieblas-del-Santuario-del-Padre-Hurtado-y-sus-proyecciones-en-el-combate-a-la-desertificacion.pdf>