

Sistema innovador de cosecha de agua por medio de condensadores no convencionales.

Innovative water harvest system through unconventional condensers

Guillermo Vega-Ortega¹

Víctor Polo-Calvo²

Stefanía Hernández-Olmos³

Julián Serna-Ovalle⁴

RESUMEN

La finca “El Caney”, sede rural del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial del Servicio Nacional de Aprendizaje en Sabanalarga, presenta problemas en el uso de aguas para las necesidades del centro, lo cual incrementa la necesidad de implementar nuevas tecnologías para aprovechamiento del recurso hídrico. Esta investigación tuvo como objetivo probar la eficiencia de condensadores de humedad no convencionales, como alternativa para la cosecha de agua y su futuro uso en actividades agropecuarias y abastecimiento para consumo humano. Inicialmente se realizó un diagnóstico meteorológico de la zona, donde se determinaron los valores promedios de parámetros como temperatura, humedad, dirección del viento y lluvias. Posteriormente se diseñaron modelos de atrapa niebla, construyendo cuatro prototipos diferentes como: tipo árbol, cuadrado, pantalla y triangulo, de los cuales el tipo árbol y pantalla obtuvieron mayor capacidad de captación dada su estructura física. El prototipo tipo árbol durante los meses de trabajo en promedio recolectó 1.95 litros diferenciándolo del tipo pantalla con recolección de 1.80 litros. Para la determinación de la eficiencia de los diseños se tuvo en cuenta variables meteorológicas como la lluvia, el rocío y la niebla. Según los resultados obtenidos la mayor recolección de agua se dio en los meses de agosto a octubre del año 2019, dadas condiciones meteorológicas de esa temporada. Finalmente, al agua recolectada se le realizaron análisis de parámetros fisicoquímicos necesarios para evaluar las condiciones de aprovechamiento del recurso hídrico en la finca el Caney.

Palabras Clave: cambio climático, cosecha de agua, captación de la niebla, condensadores no convencionales.

ABSTRACT

The caney farm, rural headquarters of the Center for Agroecological and Agroindustrial Development of the National Apprenticeship Service in Sabanalarga, presents problems in the use of water for the needs of the center, which increases the need to implement new technologies for the use of water resources. This research aimed to test the efficiency of unconventional moisture condensers, as an alternative for water harvesting and its future use in agricultural activities and supply for human consumption. Initially a meteorological

- 1 Instructor del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, gvegao@sena.edu.co
- 2 Instructor del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, vicpolo@misena.edu.co
- 3 Aprendiz del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, stefyherol@gmail.com.
- 4 Aprendiz del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, SENA, Sabanalarga, Colombia, Grupo de Investigación GIPAMA, juliansernaovalle@gmail.com.

diagnosis of the area was made, where the average values of parameters such as temperature, humidity, wind direction and rainfall were determined. Subsequently, fog catcher models were designed, building four different prototypes such as: tree, square, screen and triangle type, of which the tree and screen type obtained a greater capacity to capture due to their physical structure. The tree-type prototype during the months of work on average collected 1.95 liters, differentiating it from the screen type with collection of 1.80 liters. To determine the efficiency of the designs, meteorological variables were taken into account for the proper functioning such as rain, dew and fog. According to the results obtained, the largest water collection occurred in the months of August to October of the year 2019, given the weather conditions of that season. Finally, the collected water was analyzed for physicochemical parameters necessary to evaluate the conditions of use of the water resource in the Caney farm.

Key words: *climate change, water harvest, fog pick up, unconventional capacitors.*

1. INTRODUCCIÓN.

La humedad en el aire es un recurso de alto potencial hídrico que puede ser explotado utilizando tecnología innovadora; de forma natural se puede verificar el potencial de la captación, observando cómo los árboles utilizan su amplio follaje para obtener agua del ambiente. Históricamente, las estructuras artificiales remanentes en diferentes países, han demostrado que la humedad se ha recolectado como una alternativa y/o fuente de agua suplementaria. A principios del siglo IXX, la captura de niebla fue investigada como un recurso natural potencial. Después de mediados de la década de 1980, tras el éxito en Chile, la recolección de agua de niebla comenzó en una serie de países en desarrollo. La mayoría de estos países se encuentran en regiones áridas y Semi-áridas con condiciones topográficas y climáticas que favorecen la recolección de agua de niebla (Sánchez, 2014; OMPI, 2010).

Los condensadores son básicamente mallas que condensan la humedad del aire, están colocados perpendicularmente a la trayectoria del viento, generalmente tipo Raschel hechas de polietileno, hacen que las pequeñas gotas de agua líquida que se encuentran en la niebla, choquen contra

ella y sean capturadas, condensándose sobre la superficie de la misma para que después por efecto de la gravedad, al juntarse la suficiente cantidad de agua en una misma gota, caigan sobre los canales colocados en la parte inferior de las mallas (tubos de PVC), que a su vez conducen el agua hacia contenedores donde se puede almacenar el agua líquida capturada (Sánchez, 2014; Basabe, 2012).

Se utiliza para lugares donde el agua es escasa, y con poca presencia de lluvias, por ejemplo, el caso de los desiertos, donde llevarla hasta esa zona resulta a precios muy altos, por lo que las personas se ven en la necesidad de realizar largas caminatas para poder conseguir agua para sus necesidades básicas. Así entonces, se pretende que esta tecnología, aunque no alcance a suministrar el 100 % de la demanda, ayude a reducir el tiempo invertido para poder conseguir tan preciado líquido (Sánchez, 2014; García y Montañez, 1990).

El objetivo de esta investigación es probar experimentalmente la eficiencia de captación de diferentes prototipos, para suplir necesidades en el campo o para su futuro uso como abastecimiento para consumo humano.

2. METODOLOGÍA

La metodología implementada en el desarrollo de esta investigación se basó en el método lógico de investigación acción, en el cual se desarrollaron las fases de investigación de comportamiento de los elementos climatológicos en el área geográfica de estudio, seguido del diseño de prototipos de los condensadores no convencionales sometidos a la captación de agua. Por último, se desarrolló la fase de construcción de los cuatro prototipos de condensadores no convencionales y la evaluación de la eficiencia de cada uno de los sistemas en cuanto a la recolección de agua.

Los materiales empleados para la investigación, comprenden la materia prima o malla tipo Polisombra, madera y artículos consumibles en la construcción de los prototipos.

Área de estudio.

Corresponde a un área de 80 m², que contiene el montaje de los cuatro prototipos de atrapa niebla, ubicada en la finca El Caney en el municipio de Sabanalarga en el departamento del Atlántico, en la costa norte de Colombia.

Muestra.

Se desarrollaron 4 prototipos de condensadores no convencionales para evaluarlos de acuerdo a los objetivos de esta investigación, tipo pantalla, tipo árbol, tipo cuadrado y triangular.

Procedimiento.

La investigación se realizó en cuatro fases que se describen a continuación:

- **Fase 1.**

Se realizó el monitoreo de los parámetros meteorológicos como: humedad, precipitación, temperatura y dirección del viento, esto en diferentes niveles temporales (meses). Esta información aparece representada en forma de datos numéricos con sus respectivas unidades, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Seguimiento climatológico de la zona en estudio

Parámetros Climatológicos				
Mes	Humedad (%)	T(°C)	Velocidad viento (km/h)	lluvia (mm)
Abril	35 a 46	25 a 36	9 a 10	69
Mayo	54 a 65	25 a 31	10 a 13	150
Junio	65 a 74	26 a 33	7 a 8	144
Julio	70 a 78	25 a 32	7 a 7.8	146
Agosto	83 a 90	24 a 32	6.5 a 8	157
Septiembre	88 a 96	23 a 30	6 a 7	173

Fuente: IDEAM, (2010).

- **Fase 2.**

Se diseñaron los prototipos a utilizar considerando la factibilidad productiva, en donde se reconocieron los recursos humanos y los materiales a utilizar. La integración de estos factores fue indispensable para la optimización del proceso productivo o de ejecución del atrapa nieblas.

En la figura 1 se muestra el diseño de los prototipos a construir, tipos pantalla y triángulo para la captación de agua.

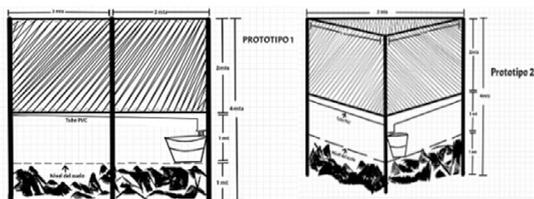


Figura 1. Diseño de los prototipos de captación de la niebla tipo Pantalla y tipo triangulo.

Fuente: Aranguiz, Morales, Nieto y Silva, (2009).

Para obtener una mejor comparación de diseños de prototipos de atrapa nieblas, se diseñaron dos prototipos más para la captación de agua, tipo cuadrado y tipo árbol, tal como se observa en la figura 2.

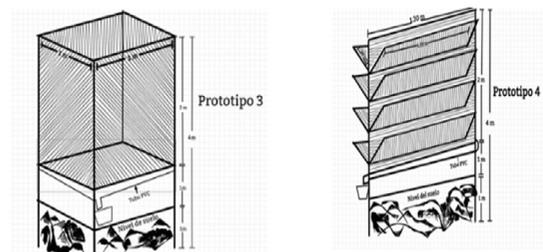


Figura 2. Diseño de los prototipos de captación de la niebla tipo cuadrado y tipo árbol.

Fuente: Aranguiz, Morales, Nieto y Silva, (2009).

- **Fase 3.**

Se realizó la construcción de los diseños de condensadores no convencionales y montaje de atrapa nieblas cuya etapa se planificó cuidadosamente. La instalación de las partes y piezas necesarias en el terreno donde se montaron los atrapa nieblas necesitó de planificación y una logística especial, debido a que normalmente los accesos al terreno no son buenos.

Otras consideraciones importantes que se tuvieron en cuenta fueron el acceso al lugar y espacio para instalar los atrapa nieblas.

- **Fase 4.**

Se analizaron los resultados de la investigación, donde se constató la eficiencia y productividad de cada prototipo; teniendo en cuenta la mayor capacidad de captación de recurso hídrico de los atrapa nieblas, comparando con investigaciones de este tipo, analizando materiales de construcción y componentes meteorológicos de la zona en estudio.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

De acuerdo a investigaciones realizadas para diferentes tipos de condensadores realizadas en Chile por Sánchez (2014), la concepción básica de dispositivos de este tipo, como atrapanieblas o atrapanubes, es obtener el recurso a partir de la humedad o vapor presente en el aire, al colocar una superficie a la llamada “temperatura de punto de rocío”, para que el líquido se condense en ella. Es así como se comprueba la condensación de la humedad del aire debido a la disminución de temperatura durante las noches.

Comparando con los diseños estudiados en investigaciones para condensadores o atrapa nieblas, se tiene que son muchos modelos que se pueden llegar a construir, pero que, entre más planos, son más eficientes, es decir los de menos costos y con mejor ubicación de viento, ríos y lagos.

Los prototipos tipo cuadrado y tipo triángulo se construyeron teniendo en cuenta tamaño y espacio del área escogida para el proyecto en la finca El Caney, tal como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Prototipos de captación de la niebla construidos tipo cuadrado y tipo triángulo.
 Fuente: Elaboración propia.

Para la construcción de los diseños de los prototipos tipo pantalla y tipo árbol, se escogió una zona de la finca El Caney donde el terreno fuera más plano para darle más estabilidad a los prototipos por su tamaño, tal como se observa en la figura 4.



Figura 4. Prototipos de captación de la niebla construidos tipo pantalla y tipo árbol.
 Fuente: Elaboración propia

A lo largo de esta investigación, se obtuvo resultados relacionados en promedios a los meses del año y promedios de captación nocturnos de recurso hídrico, realizando mediciones en horas de la mañana de la captación del recurso hídrico en litros para cada uno de los prototipos diseñados, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Datos de los litros recolectados durante los meses, representados en promedios.

Prototipo	Mes	Promedio de agua recolectada por mes en litros
Tipo árbol	Julio	1.20 L
	Agosto	1.38 L
	Septiembre	1.92 L
	Octubre	2.75 L
	Noviembre	2.51 L
Cuadrado	Julio	0.84 L
	Agosto	0.90 L
	Septiembre	1.34 L
	Octubre	2.01 L
	Noviembre	1.33 L
Pantalla	Julio	0.66 L
	Agosto	1.40 L
	Septiembre	2.21 L
	Octubre	2.62 L
	Noviembre	2.1 L
Triángulo	Julio	0.47 L
	Agosto	0.82 L
	Septiembre	0.93 L
	Octubre	1.48 L
		1.18 L

Para el prototipo tipo árbol se recolectó la mayor cantidad de agua durante los meses de mayor precipitación en la zona, tal como se observa en la figura 5.

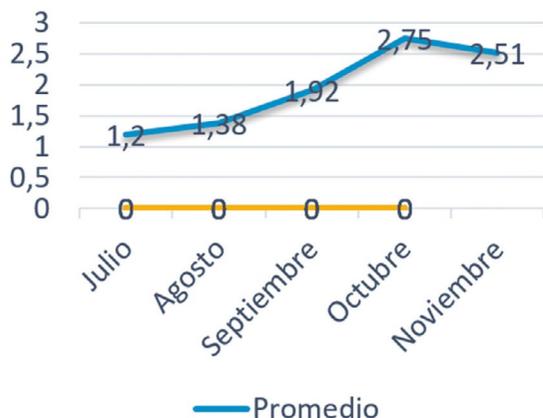


Figura 5. Promedio de litros de agua recolectados para el prototipo tipo árbol.
Fuente: Elaboración propia.

Para el prototipo cuadrado, el mayor pico de recolección de agua se obtuvo en el mes de octubre, como se puede observar en la figura 6.

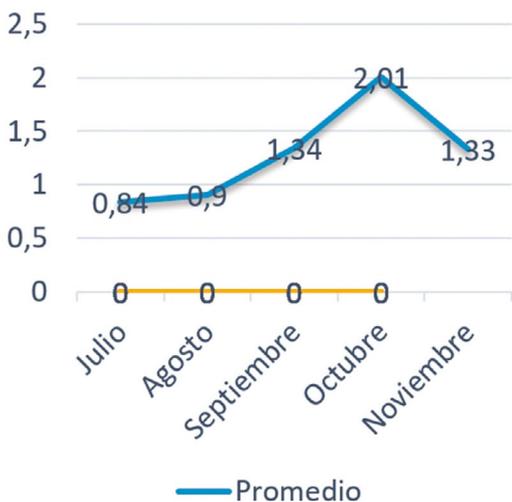


Figura 6. Promedio de litros de agua recolectados para el prototipo tipo cuadrado.
Fuente: Elaboración propia.

En el prototipo tipo pantalla, la captación de agua fue mayor durante el mes de octubre, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Promedio de litros de agua recolectados para el prototipo tipo pantalla.
Fuente: Elaboración propia.

En el prototipo tipo triángulo las variaciones de captación de agua fluctuaron en promedios a lo largo de todo el periodo, con descenso en la época seca del año en el área en estudio, tal como se puede observar en la figura 8.

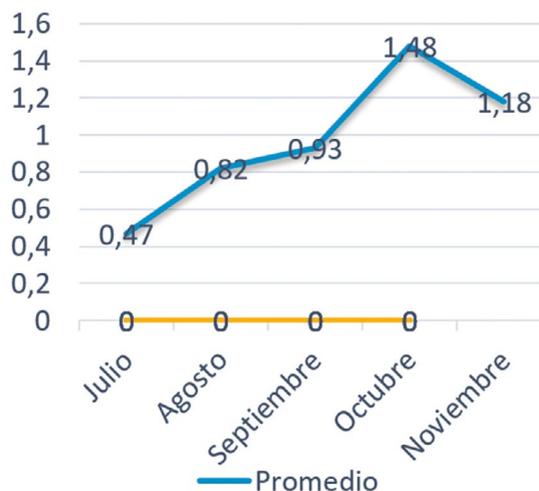


Figura 8. Promedio de los litros de agua recolectados para el prototipo tipo triángulo.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las caracterizaciones fisicoquímicas de los parámetros analizados del agua captada por cada prototipo que incluyen conductividad (μ/cm : micro siemens por centímetro), temperatura ($^{\circ}C$), Sólidos disueltos totales (TDS en mg/litros), oxígeno disuelto (O, en mg/litros), potencial de hidrógeno (pH), turbidez (UNT: unidades nefelométrías de turbidez) y color (UPC: unidad platino cobalto), se analizaron en laboratorio para asegurar el uso del agua recolectada en las diferentes actividades de la finca El Caney.

Los parámetros estudiados para los prototipos construidos fueron determinantes para la calidad del agua en cada uno de los atrapa nieblas, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Caracterización fisico-química del agua captada por los tipos de condensadores

Parámetro	Arbol	Cuadra.	Pantalla	Triang.
Conductividad μ/cm	170	137	186	100
T0C	28 $^{\circ}C$	28.6C	29.7 $^{\circ}C$	29.2 $^{\circ}C$
TDS(mg/L)	171	171	171	171
Oxígeno disuelto (O) mg/L	3	3.2	3.1	2.78
pH	7.5	7.1	8	7.3
Turbidez (UNT)	7.4	7.7	8.1	6.3
Color(UPC)	100	73	85	84

Fuente: Elaboración propia

Las variables de discusión relevantes son los diferentes diseños construidos, debido a que contienen características diferentes. A cada prototipo se le midió la eficiencia de captación de agua durante la investigación, pero esto dependió de las condiciones climatológicas de la zona de estudio, influenciada por condiciones meteorológicas.

4. CONCLUSIONES.

Comparando los prototipos seleccionados con otros de investigaciones en México y Chile, países con zonas áridas, donde resultó más conveniente para captar agua el prototipo cuadrado, en esta investigación los prototipos tipo pantalla y árbol, captaron mayor cantidad de agua, esto se debe a que su tamaño no superaba el de los tipos cuadrado o triangular, es decir, se comprueba que entre menos materiales tenga el diseño mejor será la captación.

Por otro lado, la malla usada en esta investigación a diferencia de otras investigaciones, resultó ser apropiada, una polisombra de bajo costo y de fácil manejo, a diferencia de las usadas por lo general en investigaciones de este tipo como la malla Raschel, un poco más costosa en la zona donde se realizó el estudio. Lo cual significa que se pueden tener condensadores o atrapanieblas, construidos con materiales de la zona, de fácil manipulación, económicos, y que permiten obtener agua en zonas de difícil acceso a este recurso, usándose para cultivos, riesgo, conducción en tuberías, aprovechando las condiciones meteorológicas o atmosféricas de una zona.

Por último, se logró obtener en la Finca Caney una fuente de captación de agua como estrategia de aprovechamiento de recurso hídrico, en esta zona donde las temperaturas elevadas predominan a lo largo de todo el año

5. AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen primero a Dios, pero también a los instructores, aprendices y personal de mantenimiento del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro para el Desarrollo agroecológico Agroindustrial, por la colaboración en la materialización del proyecto de investigación. A la parte administrativa del centro de formación sede rural finca El Caney, por proporcionar las herramientas para la ejecución del proyecto en mención.

También muchos agradecimientos al Sistema de investigación, desarrollo tecnológico e Innovación- SENNOVA, y al grupo de investigación GIPAMA.

A todas las personas que de forma directa o indirecta colaboraron en el proyecto con el aporte de sus conocimientos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Aranguiz, G. Morales, F. Nieto, J. Silva, G. (2009). Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapa nieblas en el norte de Chile. Seminario de Diseño Computacional II, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Basabe, R. (2012). Fabricando un atrapa nieblas. Recuperado de <http://cazadordenublas2000.blogspot.com/>

García, F. (2016). Campesinos de Bogotá cazan

neblina para obtener agua. El Espectador. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/campesinos-de-bogota-cazan-neblina-obtener-agua-articulo-625370>

García, F., Montañez, R.A. (1990). Warm fog in Eastern México: a case study. *Atmosfera*. Recuperado de: <https://www.revistascca.unam.mx/atm/index.php/atm/article/view/8304/7774>

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). Tiempo y Clima. Recuperado de: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual/-/document_library_display/xYvIPc4uxk1Y/view/299148

OMPI-Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2010). Agua a partir del aire: Una innovación que cambiará nuestras vidas. Recuperado de: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2010/04/article_0005.html

Sánchez, C. (2014). Condensadores de Humedad. Ciudad de México, México. Recuperado de: http://www.pincc.unam.mx/documents/proyectos/19_Informe_final.pdf