

Construcción de un sistema de captación atmosférica activa de agua en zonas de sequía severa

Construction of an active atmospheric water collection system in areas of severe drought

Calderón Nava Aarón¹, Castillo Zamudio Kevin Andres², López Díaz Luna Stephany³, Linares López César Augusto⁴, Rojas Bedolla Edgar Isaac⁵

^{1,2,4,5} Escuela de Nivel Medio Superior de Moroleón, ³ División de Ciencias Naturales y Exactas
 a.calderonnav@ugto.mx¹, ka.castillozamudio@ugto.mx², ls.lopezdiaz@ugto.mx³, cesar.linares@ugto.mx⁴, ei.rojasbedolla@ugto.mx⁵

Resumen

Durante el presente proyecto se construyó un sistema de captación atmosférica activa de agua, utilizando la celda Peltier, para recuperar agua atmosférica en la región sur del estado de Guanajuato, mediante la condensación. También se determinaron los principales factores ambientales que influyen en la operación de dicho sistema y su rendimiento. De manera paralela, se construyó un sistema de captación atmosférica pasiva de agua, como referencia. En las condiciones que imperan en la región, el sistema de captación activa demostró ser superior al sistema pasivo siempre y cuando tenga asegurada una alimentación constante y temperaturas no muy elevadas.

Palabras clave: efecto Peltier; sequía; captación activa.

Introducción

Escases de agua en México

De acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), más de la mitad del territorio nacional se encuentra en condiciones de sequía. Entre las regiones más afectadas se encuentran las del norte y centro del país¹. Para el estado de Guanajuato, localizado en la región centro del país, la escasez de agua es preocupante. Según la información del Monitor de sequía de México las condiciones prevalecientes en este estado son de sequía severa a extrema. En los municipios de Moroleón y Uriangato desde el 30 de junio del 2023 hasta el 30 de junio del 2024 las condiciones predominantes son de sequía extrema². Esta realidad no puede quedar desatendida por más tiempo. Por tal motivo, se deben de buscar alternativas que permitan obtener agua a través de técnicas que provoquen la menor afectación al ambiente.

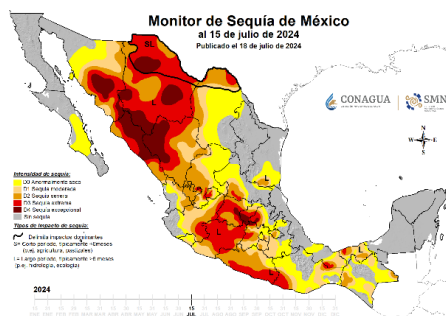


Figura 1. Monitor de sequía de México.

¹ Animal Político, 2024

² Gobierno de México, 2024

Captación atmosférica de agua

El agua atmosférica representa apenas el 0.0009% del total del agua en el planeta³, sin embargo, se considera un recurso natural renovable y autosustentable⁴. Razón por la cual se han desarrollado sistemas de captación para aprovechar la condensación de la humedad atmosférica, como una opción para combatir el problema de escases de agua.

Los mecanismos de captación atmosférica de agua se dividen en pasivos y activos. En los métodos pasivos no se suministra energía para que ocurra la condensación del agua, mientras que a un dispositivo que consume energía para disminuir la temperatura y condensar las moléculas de agua que se encuentran en la atmosfera se le conoce como captador activo⁴.

Celda Peltier

La celda, célula o módulo Peltier es lo que se conoce como bomba de calor activa en estado sólido. Un dispositivo generalmente con forma de placa de apenas unos milímetros de grosor, el cual consume energía eléctrica para transferir calor de un lado del dispositivo al otro⁵. En su fabricación suelen utilizarse semiconductores de Teluro y Bismuto para ser tipo P o N, buenos conductores y malos conductores respectivamente. Esta configuración favorece el traslado de calor del lado frío al caliente por efecto de una corriente continua. Como dato adicional, si se invierte la polaridad de la alimentación, también se invierte su funcionamiento; es decir: la superficie que antes generaba frío empieza a generar calor, y la que generaba calor empieza a generar frío⁶.

Metodología

Para la construcción de nuestro sistema activo se utilizaron los siguientes materiales reciclados: fuente de poder de 12 V a 2 A, ventilador de 12 V y 0.1 A, disipador de calor de aluminio anodizado (17 cm de largo, 12.5 cm de alto, 5.5 cm de grosor en su parte más ancha y 2.5 cm en la parte más angosta) y una placa de aluminio (17.7 cm de largo, 5 cm de alto). Los siguientes materiales se compraron: adhesivo epóxico, celda Peltier (TEC1-12712), conector de alimentación (5.5 mm x 2.1 mm) pasta térmica con un costo aproximado de 300 pesos.

La construcción del sistema activo obedeció a la simplicidad, comenzando por la aplicación de pasta térmica al lado caliente de la celda Peltier y su posterior fijado al lado plano del disipador utilizando adhesivo epóxico. De igual modo, la lámina de aluminio plegada sobre si misma dos veces, se fijó al lado frío de la celda. Finalmente, el ventilador se fijó al disipador usando el adhesivo, para después conectarse en paralelo a la celda e introducir las terminales al conector y de este modo conectar el sistema a la fuente de poder para iniciar la condensación (figura 2a). Para más detalles consulte el manual de construcción.

³ Martínez, 2017

⁴ Bautista – Olivas et al., 2011

⁵ Gomar, 2018

⁶ James, 2020



Figura 2. Condensación en sistema de captación activo (izquierda) y montaje del sistema de captación pasivo (derecha).

Con respecto al sistema pasivo, para su construcción se utilizó sólo el siguiente material reciclado: una bolsa negra de empaque, palillos de madera (45 cm largo), cinta adhesiva y una tapa de garrafón de 19 litros. Con los palillos se construyó una estructura con forma de pirámide rectangular. En la base de la pirámide se colocó una bandeja de metal. En la cima de la estructura se dispuso una estructura circular hueca que se hizo con la tapa de un garrafón de agua. El exterior de la estructura se cubrió con bolsa de empaque negro y se llevó el sistema a la parte más alta de un edificio.

Discusión y Resultados

El sistema ha estado funcionando durante 21 días, no obstante, los primeros 5 días se realizaron pruebas para determinar la ubicación óptima y las condiciones de operación. A partir de lo cual se determinó colocar el sistema en una ubicación fija dentro del laboratorio de biología y con ventilación indirecta, dado que las corrientes de aire impiden la condensación del agua en la placa de aluminio. Por otro lado, también se tuvo que adaptar un pequeño recipiente de cristal de aproximadamente 30 ml dentro de un envase de plástico donde se recolectaba el agua, debido a que en un recipiente abierto el agua se evaporaba de nuevo con mucha facilidad. Cabe mencionar que es en este periodo se obtuvo la menor captación de agua.

El sistema pasivo se construyó una semana después que el sistema activo, y en el transcurso de su operación, no ha sido capaz de condensar la humedad del ambiente. Un resultado esperado, ya que se sabe que los sistemas de captación pasiva requieren una alta humedad relativa (90 a 100%)⁷, a la vez que los datos de humedad relativa en el municipio obtenidos de la aplicación del clima (a falta de datos de los sistemas de monitoreo del municipio) muestran una media de 68%. Caso contrario, el sistema activo ha recolectado un poco más de 1 ml de agua en sus días menos eficientes (días de prueba y el día 17 que estuvo averiado) hasta 14 ml en su día más exitoso (figura 2). Destacando que es en las noches cuando se obtiene la mayor cantidad de agua. Otro parámetro que vale la pena discutir es el de la temperatura, pues al analizar el volumen de agua obtenido con respecto a la temperatura, se alcanza a percibir una relación de proporcionalidad inversa, es decir, se puede apreciar para la mayoría de los días que mientras menor es la temperatura promedio del día mayor es el volumen de agua obtenido (figura 2).

⁷ Bautista – Olivás et al., 2011

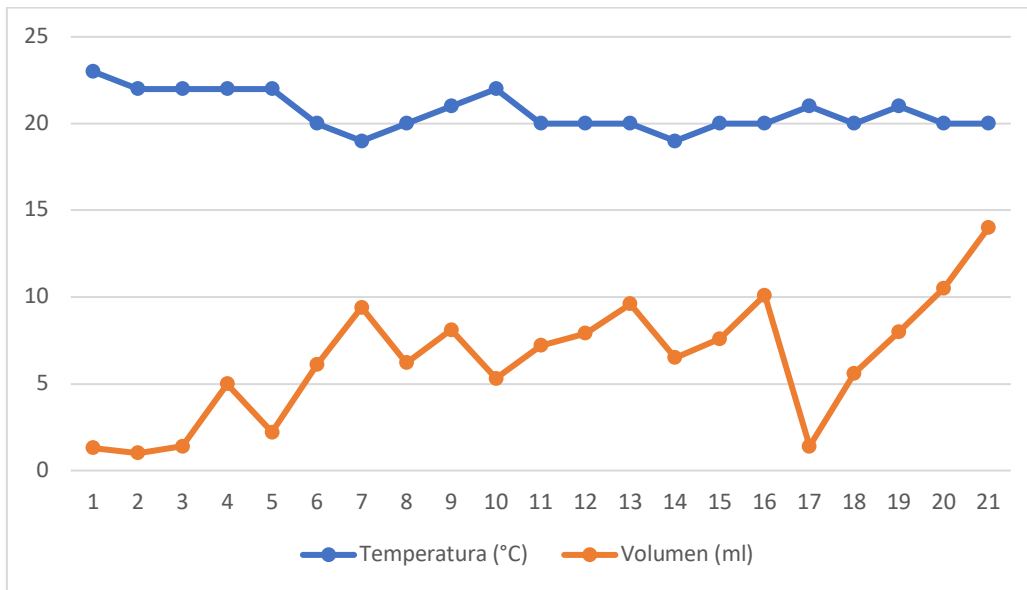


Figura 3. Gráfica de volumen de agua obtenido y temperatura promedio diaria.

En cuanto al funcionamiento del sistema, se tienen identificadas algunas mejoras que valdría la pena implementar al mismo en aras de un mejor rendimiento. Hasta ahora la condensación de agua ocurre de manera directa sobre la lámina de aluminio de alrededor de 1 mm de espesor, por lo que se planea sustituir la lámina por una cámara de condensación donde el aire sea ingresado mediante un ventilador que gire a bajas revoluciones, muy probablemente se utilizaría el ventilador que se utilizó para el disipador, pues este último ha demostrado no necesitar el ventilador para disipar efectivamente el calor transferido al lado caliente de la celda Peltier. Además, hace falta acoplar un depósito donde pueda almacenarse el agua que se genere en la cámara de condensación. Por último, para hacer más sustentable el sistema y en vista de que la mayor producción de agua ocurre en la noche, se planea alimentar al ventilador y la celda mediante la corriente generada por una celda solar durante el día y almacenada en una batería.

Conclusión

La captación atmosférica activa de agua es una alternativa prometedora incluso en zonas de humedad relativamente baja y asoladas por la sequía. La celda Peltier se perfila como una opción viable para descender la temperatura de un conductor lo suficiente para generar el punto de rocío y de esta manera formar parte de un sistema de captación activo. Sin embargo, aún es muy pronto para considerarla siquiera como una de las tecnologías más favorables en este sentido, pues depende en mayor medida que otras tecnologías que se han explorado, de la humedad, la temperatura y de una alimentación continua, sin mencionar que no hemos probado su estabilidad en un sistema de captación activa a mediano ni a largo plazo.

Bibliografía/Referencias

- Animal Político, 60% del territorio nacional está en condiciones de sequía, advierte Conagua; en 395 municipios es extrema. México, *Animal Político*, 2024, <https://animalpolitico.com/sociedad/sequia-mexico-conagua-municipios>
- Gobierno de México, Monitor de Sequía en México (MSM). México, *Gobierno de México*, 2024, <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Martínez A. 2007. Agua, *Revista de la academia Mexicana de ciencias*, vol. 38 num. 3. julio-septiembre.
- Bautista-Olivas, A. L. (2013). ¿Puede utilizarse el agua atmosférica para el consumo doméstico y universal? *Agro Productividad*, 6(3).
- Gomar J. (2018, Octubre 16). *Que es la célula Peltier y cómo funciona*. Profesional Review. <https://www.profesionalreview.com/2018/10/16/que-celula-peltier/>
- James Rivas, A. (2020). Folleto de Uso de Celdas Peltier para la creación de proyectos que incentiven a los estudiantes de las comunidades de difícil acceso para optar por bachilleres científicos.