



# Membrana Janus: sistema bioinspirado de condensación de humedad relativa

Lizbeth Carreto-Flores<sup>\*1</sup> , Ángel Sulim Nophal-Carrillo<sup>2</sup> ,  
Joel Castro-Ramírez<sup>2</sup> , Juan Crescenciano Cruz-Victoria<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Maestría en Ingeniería, Universidad Politécnica de Tlaxcala, Tlaxcala, México. <sup>2</sup>Programa académico de Ingeniería mecatrónica, Universidad Politécnica de Tlaxcala, Tlaxcala, México

\*Email: [lizbeth.carreto@uptlax.edu.mx](mailto:lizbeth.carreto@uptlax.edu.mx)

10 de julio de 2024

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.12704293>

**Editado por:** Patricia Rodríguez-Cuamatzi (Programa Académico de Ingeniería Química, Universidad Politécnica de Tlaxcala).

**Revisado por:** Alma Rosa Netzahuatl-Muñoz (Programa Académico de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Tlaxcala).

**Apoyo en la maqueta:** Luz del Carmen Cortés Reyes (Estudiante de Bioquímica Clínica, Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México).

Colección de ESMOS

## Resumen

Los sistemas bioinspirados están basados principalmente en las excepcionales propiedades mecánicas y funcionales de los materiales biológicos [1]. Mediante el uso de algoritmos y sistemas bioinspirados se puede procesar la información necesaria para resolver problemas de diversas áreas de la ingeniería. La aplicación de sistemas bioinspirados para la condensación de humedad relativa, es una alternativa prometedora para la recuperación de agua de la humedad que existe en el ambiente. Con la ayuda de dispositivos electrónicos como: microcontroladores, celdas Peltier, entre otros, se puede lograr de manera eficiente.

Las membranas Janus son superficies semipermeables que permiten el paso del agua y son bioinspiradas por las estructuras de recolección de agua de algunas plantas como los cactus, constan de un lado frontal hidrofílico y un lado posterior hidrofóbico [2]. Estas membranas influyen en el comportamiento de las gotas, contribuyendo a la eficacia de los sistemas de condensación y recolección de agua [3]. La recolección de agua mediante niebla en membranas con puntas de forma cónica los hace superiores para la recolección práctica de agua respecto a patrones triangulares [4], el uso de puntas de geometría rectangular puede ser utilizada si no se tienen los medios para construir configuraciones más eficientes [5].

La importancia del desarrollo y aplicación de sistemas de condensación de humedad relativa es muy significativa, ya que la huella hídrica (HH) ha ido en aumento. Según [6], en México, cada habitante utiliza en promedio, mil 441 metros cúbicos por año, casi 200 litros por arriba del promedio mundial, que es de mil 240. El concepto de HH nació como un indicador del uso del agua por Arjen Hoekstra, profesor de la UNESCO, en 2002 y permite conocer la cantidad de agua que aprovecha una persona, un grupo de consumidores, una región, país o toda la humanidad. Por lo anterior, las membranas Janus pueden contribuir significativamente a la sostenibilidad hídrica al incrementar la eficacia de los sistemas de condensación y recolección de agua en diversas aplicaciones desde dispositivos de bajo consumo hasta tecnologías más avanzadas [7].

La celda Peltier es un dispositivo termoeléctrico que mediante el paso de corriente a través de su circuito es capaz de enfriar por un lado y calentar por el otro extremo [8]. Este método, es adaptable a diversas condiciones, gestionando la temperatura de la superficie fría. Esta diferencia de temperatura provoca que la humedad del aire se condense en forma de gotas de agua en la superficie de la membrana.

Este enfoque no solo aprovecha los principios termoeléctricos para la condensación, sino que también utiliza membranas especializadas para dirigir y maximizar la captación de las gotas condensadas. Esto destaca el potencial de estos sistemas bioinspirados en el desarrollo de soluciones sostenibles para abordar desafíos relacionados con la disponibilidad de agua en diversos entornos.

**Palabras clave:** Bioinspirado; membrana Janus; Celda Peltier; condensación; humedad relativa.

<https://sites.google.com/view/esmosbuap/especial-uptx/esmos-uptx-5>

## Referencias

- [1]. Wang Y, Naleway SE, Wang B. Biological and bioinspired materials: Structure leading to functional and mechanical performance. *Bioactive Materials*. 2020; 5(4):745–57. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452199X20300943>
- [2]. Wang X, Zhang W, Li S, Guo Z, Liu W. An efficient fog collector inspired by Tillandsia and cactus spines. *Chemical Engineering Journal*. 2023; 472:145042. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894723037737>
- [3]. Demostración Membrana Janus- Luis Bermúdez (Video) – PR-SPRInT [Internet]. [cited 2024 Feb 19]. Disponible en: <https://www.pr-sprint.com/demostracion-membrana-janus-luis-bermudez-video/>
- [4]. Gurera D, Bhushan B. Designing bioinspired conical surfaces for water collection from condensation. *Journal of Colloid and Interface*

Science. 2020;560:138–48. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021979719312378>

[5]. Carreto Flores L. Prototipo didáctico de un sistema de condensación de humedad relativa utilizando celdas Peltier [tesis de maestría]. Tlaxcala: Universidad Politécnica de Tlaxcala; 2023.

[6]. Servicio de información agroalimentaria y pesquera y. gob.mx. [citado 2024 Apr 24]. La huella hídrica, el agua que usamos. Disponible en:  
<http://www.gob.mx/siap/articulos/la-huella-hidrica-el-agua-que-usamos>

[7]. Zhang F, Guo Z. Bioinspired materials for water-harvesting: focusing on microstructure designs and the improvement of sustainability. Mater Adv. 2020; 1(8):2592–613. Disponible en:  
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/ma/d0ma00599a>

[8]. Freire LO, Navarrete LM, Corrales BP, Castillo JN. Efficiency in thermoelectric generators based on Peltier cells. Energy Reports. 2021; 7:355–61. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721007022>

**Esmos UPTx-5**