Desde el Herbario CICY
17: 104-110 (15/mayo/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Una estrategia enigmática: el misterio de la roseta

ANA PAULINA ONTIVEROS-ANGELES*, OSMAR WILEBALDO SOLIS-MORALES Y LORENZO FELIPE SÁNCHEZ TEYER

Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.
*ana.ontiveros@estudiantes.cicy.mx

Resumen: No es ningún secreto que el planeta ha experimentado cambios a lo largo del tiempo, fenómenos que llamamos cambio climático, eso incluye actualmente sequías extremas y un aumento acelerado de temperatura en últimos años. En el caso de las plantas, estás han desarrollado mecanismos para adaptarse a dichos cambios, incluyendo condiciones extremas. Un ejemplo interesante es lo que ocurre con los magueyes. A simple vista podría ser imperceptible, pero éstos presentan un tipo de crecimiento en forma de "roseta" propio de algunas plantas desérticas. Su formación ha sido una estrategia clave que han desarrollado para su supervivencia a lo largo de millones de años. ¡Descubre con nosotros el enigma detrás de esta estructura tan particular!

Palabras clave: Adaptación, *Agave*, Asparagaceae, reproducción, supervivencia.

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 104-110 (15/mayo/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

El origen: Los agaves son plantas que se distribuyen en gran parte del continente americano, el 75 % de las cerca de 200 especies que conforman a este género se encuentra en México (Moreno & Monja 2021). Por lo general se asocia al maguey con la producción de tequila, mezcal o pulque, bebidas producidas principalmente por *Agave tequilana* Weber, *A. angustifolia* Haw. o *A. salmiana* Otto ex Salm-Dyck, respectivamente, aunque existen más especies que producen estos destilados y fermentados. Se cree que uno de los primeros usos que se les dio a estas plantas fue para la obtención de fibras naturales, adquiridas de plantas como *Agave sisalana* Perrine o *A. fourcroydes* Lem., estas últimas utilizadas ampliamente en la Península de Yucatán. Incluso en años recientes se ha investigado la posibilidad de utilizar estas especies para la generación de biocombustibles (Monja-Mio *et al*. 2019).

Por otra parte, podemos encontrar a los magueyes creciendo en gran diversidad de climas secos, algunos más extremos que otros, donde el agua no siempre está disponible para ellos. Sin embargo, debido a su Metabolismo Ácido Crasuláceo (CAM, por sus siglas en inglés), pueden aprovechar al máximo el agua que logran captar. En este sentido, imagina que los magueyes son como un ejército que opera en un campo de batalla árido y hostil, por lo que necesita una estrategia única para sobrevivir. Entonces durante el día, cuando las temperaturas son muy altas y el agua es un recurso limitado (como un campo de batalla lleno de obstáculos y sin refugio), el ejército mantiene sus "bunkers" cerrados (como los estomas de las plantas CAM, que permanecen cerrados durante el día para evitar la pérdida de agua). Pero por la noche, cuando la batalla se calma, se enfría, y hay menos peligro de perder recursos, el ejército abre sus puertas (estomas) y empieza a almacenar todo lo que necesita para la lucha. Al amanecer, este ejército ya tiene su munición (CO_2) para "luchar" durante el día sin tener que abrir las puertas de sus bunkers (cerrando los estomas para evitar perder agua) y producir glucosa. Todo esto les permite estar preparados sin tener que arriesgarse a la pérdida de recursos vitales en condiciones adversas.

Sin embargo, existe otra particularidad que no siempre se menciona y es el crecimiento de sus hojas (o pencas), que, de acuerdo a su acomodo, le da a estas plantas esa forma tan curiosa, llamada "roseta". Esto también les permite maximizar la captura del líquido que da vida y reducir la pérdida del mismo en condiciones de sequía. Pero, ¿cómo se da su formación?

Resulta que las rosetas de los magueyes surgen a partir del crecimiento de células presentes en una zona de la planta que lleva el nombre de meristemo apical del brote. Esta región se ubica en la zona superior de la base de lo que se conoce como la piña. En algunas especies, esta parte de la planta puede llegar a ser reservorio de los azúcares aprovechados por el ser humano para la producción de bebidas espirituosas que, ingeridas con moderación, nos ponen tan felices.

Pues bien, es a partir de este meristemo donde las células comienzan a dividirse y sus hojas surgen en un patrón de crecimiento secuencial y ordenado con forma de espiral alrededor de un punto central. En esta región surgirá la llamada hoja bandera y la orientación y expansión de las demás hojas tendrá un papel vital para la planta. Este patrón de crecimiento no sólo es fascinante desde un punto de vista biológico, sino que también subraya la capacidad de las plantas para optimizar su espacio en el entorno y aprovechar al máximo los recur-

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 104-110 (15/mayo/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 1. Distribución espacial de las hojas del maguey. (Fotografía: Ana Ontiveros).

sos disponibles.

La roseta suculenta: No conforme con los arsenales biológicos anteriormente mencionados (como la roseta o el metabolismo ácido crasuláceo), los magueyes tienen un *as bajo la manga*, las pencas que actúan como verdaderos depósitos de agua. Estos agaves se aseguran de esconder un "botín de agua" en sus hojas gruesas y carnosas, características que hacen referencia al término de suculencia.

En la figura 1 podemos darnos cuenta del acomodo que tienen las hojas suculentas alrededor de una hoja central y cómo éste permite que haya un espacio entre cada una de ellas. A medida que la planta madura, una hoja nueva toma el lugar de la hoja central inicial y ésta última gradualmente pasa a formar parte del círculo de hojas que conforman la roseta completa. Mediante ese desplazamiento y acomodo es como se crea esa forma tan particular.

¿Y de qué manera se relaciona la roseta con la suculencia? Se ha observado que, si bien no es exclusivo de estos sitios, mayoritariamente en zonas áridas o semiáridas, como desiertos, existe una gran variedad de plantas suculentas con roseta, en especial miembros de la familia Crassulaceae y Asparagaceae (Martorell & Ezcurra 2002). El hecho de que muchas especies con morfologías similares converjan en un mismo tipo de hábitat puede ser señal de un di-

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 104-110 (15/mayo/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 2. Escapo floral, comúnmente conocido como "quiote", el cual contendrá las semillas para reproducir más plantas, en este caso, de maguey. (Fotografía: Felipe Sánchez).

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 104-110 (15/mayo/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

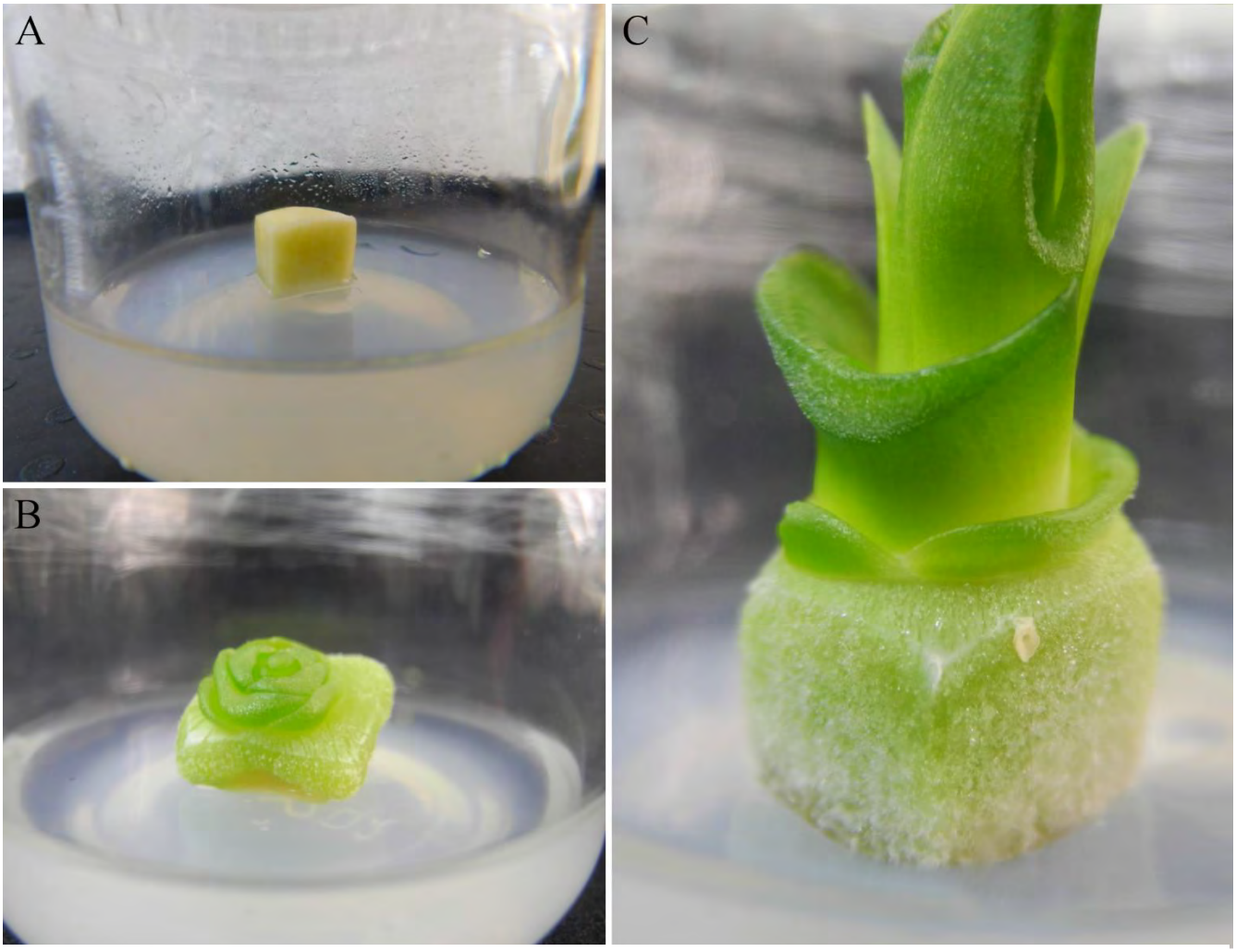

Figura 3A. Parte del maguey que se obtiene del centro de la piña y se utiliza para generar más plantas de esta especie mediante un proceso llamado "cultivo *in vitro*". **B-C.** Desarrollo de la roseta del maguey en el cultivo *in vitro*. (Fotografía: Ana Ontiveros).

seño arquitectónico óptimo, que ha sido de ayuda para su supervivencia.

Por un lado, se ha visto que la roseta puede actuar como un mecanismo para optimizar la captación de luz, proteger el meristemo de las plantas o direccionar el agua a los tallos y hojas (Nobel 1988, Körner 2021, Martorell & Ezcurra 2002). Por otro lado, la suculencia de las hojas, aunado a una capa de cera muy delgada que las cubre, ayuda a la planta a captar agua, proveniente de lluvias ligeras o incluso de la misma neblina (Males 2017, Martorell & Ezcurra 2002). ¡Es como si la planta siguiera un diseño que le permite adaptarse perfectamente a su entorno!

El papel de la roseta en la reproducción de los agaves: Otra de las grandes ventajas que

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 104-110 (15/mayo/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

presenta esta estructura está relacionada con la reproducción. Lo anterior debido a que proporciona un espacio seguro para el crecimiento del escapo floral, comúnmente conocido como "quiote" (del nahuatl *quiotl*, tallo, brote). Éste tiene la forma de un tallo grueso que surge del centro de la roseta y que, en la posteridad, contendrá las flores, frutos y futuras semillas necesarias para propagar esta planta de manera sexual. El hecho de que esté rodeada de hojas con espinas que siguen un patrón en espiral las defiende de depredadores y otros elementos del ambiente, lo que aumenta las posibilidades de éxito en la polinización y producción de semillas, que no son más que magueyes en potencia (Nobel 1988) (Figura 2).

Una mirada a la roseta desde el cultivo *in vitro* de agaves: Ahora ya conoces un poco más acerca de los agaves y las rosetas, que son clave en su evolución y que le funcionan muy bien para sobrevivir y reproducirse. Sin embargo, ¿es la única forma de preservar o propagar esta especie?

La respuesta es no, y es que en el campo científico aún hoy en día se continúan estudiando a los magueyes y diversas alternativas, desde el mejoramiento de sus características, hasta la selección de plantas élite mediante herramientas biotecnológicas como el cultivo *in vitro*.

Esta técnica es de gran utilidad agrícola ya que permite propagar a las plantas (no sólo a los magueyes), de manera rápida, eficiente, libre de microrganismos que puedan causarles enfermedades y con características homogéneas útiles para los agricultores. También en especies cuyas poblaciones se han visto seriamente reducidas, se puede utilizar el cultivo *in vitro* con fines de conservación.

En forma muy sencilla, lo que se hace es colocar el meristemo de la planta (el cual tiene la forma de un cubo blanquecino) sobre algo que se asemeja a una gelatina (llamado medio semi sólido) y que contiene todos los nutrientes necesarios (como vitaminas, sales y compuestos que ayudan a su crecimiento, llamados reguladores) para que puedan surgir muchos brotes y que, a su debido tiempo, será cada uno de ellos un maguey hecho y derecho. También nos permite apreciar de una mejor manera cómo se desarrolla la roseta de los agaves (Figura 3).

De esta manera podemos tener una idea más clara de cómo se lleva a cabo la formación de esta estructura tan particular y darnos cuenta de que puede haber características de las plantas que muchas veces pasan desapercibidas pero que tienen una razón de ser importante y fundamental para la subsistencia de las especies vegetales. ¡Así que recuerda mantener los ojos abiertos y dejarte maravillar por los secretos de la naturaleza!

Referencias

Körner C. 2021. *Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. Springer International Publishing. Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59538-8

Nobel P. S. 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

Males J. 2017. Secrets of succulence. *Journal of Experimental Botany* 68(9): 2121–2134. https://doi.org/10.1093/jxb/erx096

Martorell C. & Ezcurra E. 2002. Rosette scrub occurrence and fog availability in arid mountains of Mexico. *Journal of Vegetation Science* 13(5): 651–662. https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02093.x

Monja-Mio K., M. Herrera-Alamillo M. A., Sánchez-Teyer L. F. & Robert M. L. 2019. Breed-

Desde el Herbario CICY
17: 104-110 (15/mayo/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

ing strategies to improve production of agave (*Agave* spp.). *In*: Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V. (eds.), pp. 319-362. *Advances in Plant Breeding Strategies: Industrial and Food Crops*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23265-8_10

Moreno K. & Monja K. 2021. Cultivo *in vitro* de agaves: *Ciencia* 72(2): 76-81.

Desde el Herbario CICY, 17: 104-110 (15-mayo-2025), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, **www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx.** Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 15 de mayo de 2025. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.