

Clusia en México

la historia de un exilio

En 1983, Clara Tinoco y Carlos Vázquez Yanes publicaron un artículo en el *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, donde reportan por primera vez que un árbol (*Clusia lundelli*) podía transpirar, fijar bióxido de carbono atmosférico (CO_2) y producir ácido málico en las hojas durante la noche, hallazgo que marcó una de las líneas de trabajo más prometedoras dentro de la ecofisiología vegetal en el neotrópico. Hasta ese año, se sabía que los árboles sólo realizaban fotosíntesis C_3 —que es la que realizan la mayoría de las plantas—, pero los investigadores mexicanos revelaron que ese árbol tropical presentaba otro tipo de fotosíntesis —metabolismo ácido. Aunque tuvieron que enfrentar numerosos obstáculos —tal como lo explica el Dr. Vázquez Yanes en el número 37 de *Ciencias*—, su hábil y pronta movilización terminó en un hito para la ciencia de México.

El género *Clusia* fue descrito por Carl Linnaeus en el año de 1753, en su obra *Species Plantarum* —las especies de plantas—, y recibió ese nombre en honor al botánico francés Carolus Clusius (1526-1609). Sus especies se distribuyen en el continente americano desde el sur de Brasil hasta la Florida en los Estados Unidos, por lo que tienen distintos nombres comunes, entre ellos memelita, memela, rattan mexicano, copey o copeicillo y chunup. Las cerca de 300 especies descritas hasta ahora habitan en comunidades vegetales contrastantes de dunas costeras, hasta selvas altas. Casi todas son dioicas —los machos y las hembras germinan en individuos diferentes—, con una morfología floral particular, frutos dehiscentes —el fruto abre espontáneamente para permitir la salida de las semillas— y presentan varias formas de vida, como los árboles, los arbustos, las hemiepífitas —árboles





estranguladores—, las epífitas y las enredaderas.

En nuestro país, las especies de *Clusia* se encuentran desde la Península de Yucatán hasta Sinaloa. Aunque se desconoce el número exacto de especies y de su distribución, se tienen registros sobre su presencia en distintas comunidades vegetales: dunas costeras; selvas bajas caducifolias, medianas sub-caducifolias y sub-perennifolias y bajas inundables; bosques mesófilos de montaña y de pinoencino.

Algunas especies pueden pasar de una forma de vida a otra. En ciertas ocasiones, sus semillas pueden germinar encima de la copa de un árbol; por lo tanto, en la primera fase de su ciclo de vida, la planta se comporta como una especie epífita, pues no tiene contacto con el suelo. Conforme se desarrolla, logra que sus raíces se fijen en su hospedero para poder conectarse al suelo y obtener agua y nu-

trimentos; esta forma de vida se conoce como hemiepipífita.

El cambio en la forma de vida es un caso particular del género, pero lo más peculiar surge cuando algunas plantas presentan dos tipos de fotosíntesis: la fotosíntesis común o C_3 , y el metabolismo ácido de las crasuláceas en las distintas formas de vida —epífita o hemiepipífita y árbol. Este hallazgo es uno de los aspectos relevantes desde que se descubrió esa ruta fotosintética en el género. No sólo porque nunca antes se había detectado en árboles, sino porque también se han encontrado especies que comparten ambas rutas —especies intermedias—; es decir, pueden fijar el CO_2 durante el día y la noche, lo que asegura mayor ganancia de carbono para producir azúcares —energía— que si se usara una sola vía fotosintética.

Ahora se sabe que, en las plantas que realizan el metabolismo ácido, los estomas —po-

ros en las hojas donde se intercambia el CO_2 , el agua y el oxígeno— se encuentran cerrados durante el día, por lo que se produce una alta presión interna debida a los gases acumulados. Su presencia en *Clusia* provocó un giro de más de 180 grados en la visión sobre este modo de fotosíntesis. Antes de 1983 no había información sobre este metabolismo en árboles, situación que se ha tratado de explorar en distintos niveles, tanto con trabajos de campo, como de laboratorio. Todo ello refuerza la aportación que estos científicos mexicanos le proporcionaron a la ciencia.

La expresión de uno u otro tipo de fotosíntesis en este género está asociada con la forma de vida, pero sobre todo con las condiciones ambientales como la intensidad de luz, la disponibilidad de agua, los regímenes de temperatura día-noche, la magnitud de la presión del vapor de agua en la atmósfera y la

cantidad de nutrimentos. También se sabe que la edad de desarrollo de la planta y de la hoja pueden determinar la transición de un tipo de fotosíntesis a otro, como sucede en *Clusia uvitana*. Hasta ahora, se han descrito muy pocas especies con fotosíntesis C_3 dentro del género, las más reportadas realizan el metabolismo ácido o son intermedias –con ambas rutas fotosintéticas– y creemos que aún hay muchas más con los dos tipos de fotosíntesis.

Como consecuencia de la fijación de CO_2 , las especies de *Clusia* producen ácido cítrico en cantidades superiores al ácido málico. Se sugiere que el primero está asociado con la protección del aparato fotosintético en condiciones de alta radiación solar; sin embargo, aún faltan muchos estudios al respecto para explicar este fenómeno.

En Centroamérica, el género *Clusia* se encuentra dividido en tres grandes grupos taxonómicos de acuerdo con la morfología de sus flores –debida a polinizadores y mecanismos de polinización. Recientemente, se reforzó esta teoría con un estudio filogenético mediante marcadores moleculares en especies distribuidas en las selvas de Panamá. Al comparar el tipo de fotosíntesis con cada uno de los grupos filogenéticos, se observó que las especies que realizan fotosíntesis C_3 se agrupan aparte de las que rea-

lizan la fotosíntesis de metabolismo ácido y las intermedias. Por lo tanto, existe un origen independiente para cada tipo de fotosíntesis en este género, lo que no se ha encontrado en otras familias de plantas con miembros con diversos tipos de fotosíntesis.

Todas estas características conforman uno de los modelos más interesantes para entender la evolución de las rutas fotosintéticas dentro de un grupo taxonómico. Por ello, no han cesado las investigaciones sobre *Clusia* desde la primera publicación sobre

la fisiología de una especie de este género. Sin embargo, en nuestro país prácticamente no hay trabajos sobre aspectos taxonómicos, fisiológicos y ecológicos de un género que tiene una línea de investigación con mucho futuro. Lo más lamentable es que, aunque México fue pionero en el descubrimiento de uno de sus aspectos fisiológicos, aún no hay una línea de investigación dedicada a este recurso, que puede aprovecharse de distintas maneras. Un ejemplo es lo que se realiza con *C. rosea* en Puerto Rico, Costa Rica, Florida y Cuba, donde se utiliza en la construcción y principalmente como planta ornamental, por la poca atención que requiere, ya que puede sobrevivir varios meses sin agua; situación que puede explicarse por el tipo de fotosíntesis y las estrategias evolutivas que le ayudan a tolerar la sequía. 🌿



Jesús Gustavo Vargas Soto y

José Luis Andrade

Unidad de Recursos Naturales,

Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Stenberg L. S. L., I. P. Ting, D. Price y J. Hann. 1987. "Photosynthesis in epiphytic and rooted *Clusia rosea* Jacq", en *Science*, núm. 229, pp. 969-971.

Tinoco Ojanguren, C. y C. Vázquez Yanes. 1983. "Especies CAM en la selva tropical húmeda de Los Tuxtlas, Veracruz", en *Boletín de la Soc. Bot. de México*, núm. 40, pp. 150-153.

Vázquez Yanes, C. 1995. "Una historia de investigación científica en plantas estranguladoras" en *Ciencias*, núm. 37, pp. 57-60.

Winter, K. y J. A. C. Smith (eds.). 1996. *Crassulacean acid metabolism. Biochemistry, Ecophysiology and Evolution*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Nueva York.

IMÁGENES

Pp. 38 y 40: Gustavo Vargas. Flor y fruto de *Clusia rosea*. 2005. P. 39: José Luis Andrade. *Clusia flava*. 2005.