

Una historia de investigación científica en plantas estranguladoras

CARLOS VÁZQUEZ

Contaré a los lectores una lamentable historia sobre investigación científica en plantas que, al final, tuvo una conclusión relativamente feliz. A muchos de quienes desean emprender una carrera de investigación científica les parecerá un caso ilustrativo sobre la importancia de difundir lo mejor

posible los resultados de nuestras investigaciones cuando éstas producen resultados novedosos.

El mundo de la ciencia moderna se caracteriza por la competitividad y rapidez con que se suceden los acontecimientos, como el descubrimiento de nuevos fenómenos y el desarrollo de la

tecnología aplicable a los procesos de observación y experimentación. Los científicos de hoy tienen una vida nada fácil. Si realmente desean ser productivos, deben actualizar sus conocimientos y mantenerse al corriente sobre los avances en su campo de investigación y en las nuevas metodologías de trabajo que aparecen. Sólo por citar un ejemplo pensemos en el abrumador desarrollo de la computación, tanto en la mejora progresiva de los equipos como en la constante aparición de nuevos programas para todas las aplicaciones imaginables, que incluyen nuevos e imaginativos métodos para captar y manejar la información procedente de experimentos y observaciones científicas.

Además de intentar mantenerse en la vanguardia del conocimiento, los científicos deben competir por puestos de trabajo que les permitan llevar adelante sus ideas sin demasiadas distracciones, y obtener el dinero necesario para complementar el presupuesto básico —generalmente magro— de apoyo al trabajo que tiene la mayoría de los centros de investigación. Para ello debe elaborar proyectos en manuscritos extensos y detallados destinados a organizaciones y fundaciones ocupadas en financiar el trabajo científico, con el fin de solicitar recursos económicos para el pago de equipos, materiales, becas y sueldos de técnicos.

El resultado final de todo el esfuerzo —cuando la investigación ha producido información novedosa— es la publicación de los hallazgos en revistas científicas especializadas, pues la investigación que no se da a conocer tiene el mismo valor que el trabajo nunca realizado. Simplemente no existe para los fines prácticos de generación de conocimiento.

Los científicos mismos se encargan de evaluar el trabajo de sus colegas, tanto para la aprobación de los proyectos de investigación como en la verificación de la originalidad de los ma-



Foto: Oswaldo Téllez

nuscritos enviados a revistas serias y libros. Se ha generalizado el sistema de "arbitraje anónimo por pares académicos" como uno de los procedimientos más justos y objetivos de evaluación de los proyectos y productos de la investigación científica. Las publicaciones científicas que no utilizan este sistema de evaluación son consideradas poco serias y con frecuencia los trabajos que en ellas aparecen no son citados en publicaciones posteriores de otros científicos.

Esta situación genera una dura competencia por mantenerse en la vanguardia en un cierto tema de investigación, con el fin de acceder a mejores puestos de trabajo, fondos de apoyo a la investigación y espacio para publicar en las revistas de mayor prestigio. En los países científicamente desarrollados las retribuciones del trabajo científico son buenas, tanto en términos económicos como en el crédito que el investigador exitoso adquiere. Sin embargo, es dura la lucha por mantener un buen nivel de producción de calidad y estas presiones ocasionan que esporádicamente ocurran actos de competencia desleal, deshonestidad y plagio de ideas, o sim-

plemente —como en el caso que describiré— que no se tome en cuenta, aún conociéndolos, los hallazgos de otros, por considerar que la publicación en que aparecieron no merece mucho respeto.

El metabolismo CAM

Conviene precisar que las plantas vasculares presentan básicamente tres tipos de metabolismo fotosintético, conocidos como metabolismos C3, C4 y CAM que, en esencia y de manera muy sucinta, consisten en lo que sigue. La gran mayoría de las plantas, incluyendo a casi todas las especies leñosas arbóreas, son C3; las caracteriza que la fijación fotosintética del dióxido de carbono atmosférico ocurre paralela y simultáneamente a la captación de la energía luminosa en los cloroplastos de las mismas células clorofílicas de las hojas. Estas plantas presentan una sola enzima carboxilasa que se satura a concentraciones altas de CO₂; deben realizar un intenso intercambio de gases entre los espacios aéreos intrafoliares y la atmósfera y, como consecuencia, transpiran mucha agua. Los otros dos tipos de metabolismo involu-

cran la participación de dos tipos de enzima carboxilasa y son características principalmente de plantas que continua o estacionalmente padecen déficit hídrico. El tipo C4 es característico de zacates y hierbas de zonas calientes y secas, permitiendo una eficiencia mayor de la fotosíntesis a altas temperaturas y menor pérdida de agua.

En el metabolismo CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) que nos ocupa, la fijación del dióxido de carbono ocurre principalmente en la noche, desfasado de la captación de energía. El CO₂ captado del aire se almacena, formando parte de un ácido orgánico que se acumula durante la noche dentro de las células fotosintéticas, acidificando el tejido foliar. Durante el día el ácido es descarboxilado y el CO₂ es utilizado en la fotosíntesis cuando la planta dispone de energía. Esto permite un considerable ahorro de agua, pues durante la noche la temperatura es menor y la humedad relativa de la atmósfera mayor, lo que reduce mucho la transpiración durante el intercambio de gases. El metabolismo CAM es característico de plantas suculentas de zonas áridas, plantas epífitas —que crecen sobre otras plantas sin ser parásitas— y curiosamente se presenta también en algunas plantas acuáticas sumergidas, para las que en ocasiones hay una baja concentración diurna de bióxido de carbono disuelto en el agua y un incremento nocturno de este gas.

(Quienes deseen profundizar en este tema pueden consultar cualquier texto moderno de ecología vegetal o fisiología vegetal, como el de Salisbury y Ross, 1991).

Cuando se iniciaron los acontecimientos que narraré no se conocía ninguna especie de planta dicotiledónea, leñosa arbórea, con metabolismo CAM, y éste tampoco había sido reportado en plantas pertenecientes a la familia botánica tropical de las clusiáceas.



Figura 1.- Rama con hojas y fruto de *Chusia lundelli* en la selva de "Los Tuxtlas", Veracruz (fotografía de Guillermo Ibarra).

Las plantas estranguladoras

A principios de la década de los ochenta, la doctora Clara Tinoco y quien esto escribe realizamos una práctica de campo con estudiantes de biología. El problema planteado consistía en efectuar un experimento, en un periodo máximo de dos días, que permitiera tener evidencias del desarrollo de un proceso fisiológico en el medio natural del la selva tropical húmeda de Los Tuxtlas, Veracruz. Se escogió la detección de metabolismo CAM en especies de plantas epífitas de varias familias. El procedimiento elegido fue relativamente sencillo: recolectar tejido fotosintético de varias especies cada cierto tiempo durante 24 horas, preparar un extracto acuoso y determinar —por medio de titulación con una solución alcalina y un colorante indicador— el grado de acidez del tejido a lo largo del periodo. Característicamente en las plantas CAM ocurre una acidificación nocturna del tejido y una disminución de la acidez durante el día. Al mismo tiempo se midió la apertura de los estomas foliares con un porómetro automático, ya que muchas plantas CAM, al contrario de las que no lo son, cierran sus estomas durante el día y los abren en la noche.

Por su forma de vida hemiepífita y sus hojas relativamente carnosas se incluyó una especie arbórea en el estudio: *Chusia lundellii*. Las plantas hemiepífitas se caracterizan por iniciar su desarrollo sobre otros árboles, germinando y creciendo en grietas de la corteza u horquetas de las ramas. Con el tiempo sus raíces descienden alrededor del tronco del árbol soporte hasta alcanzar el suelo, y termina desarrollándose un árbol sobre otro árbol de diferente especie. Se les conoce también como plantas estranguladoras pues algunas especies llegan a matar el árbol en el cual crecieron, cubriéndolo con sus raíces y ramas; por ejemplo, los "matapalos" del genero *Ficus*.

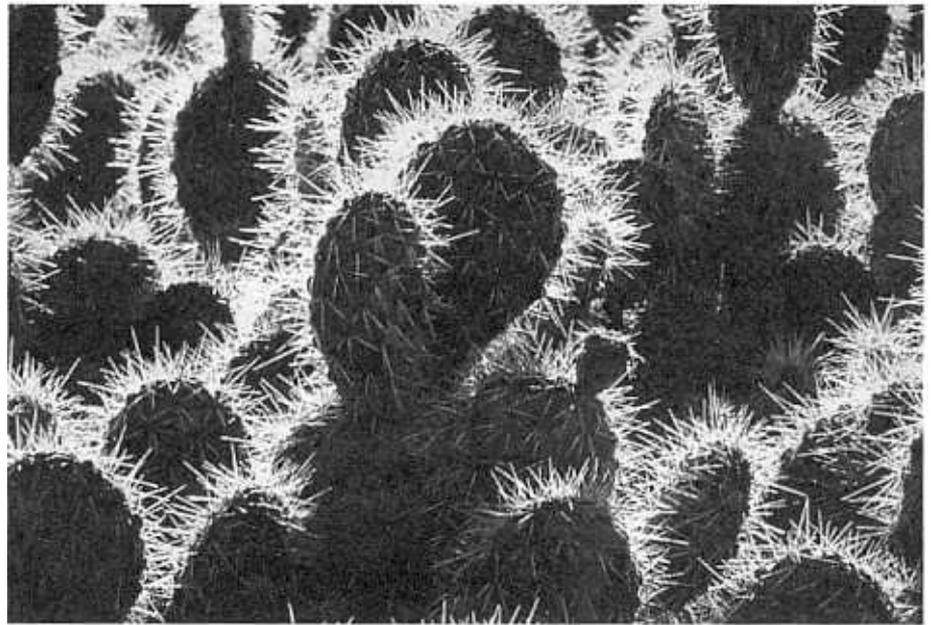


Foto: Marcus Schneck

Durante sus primeros años de vida las plantas hemiepífitas sufren de escasez de agua y nutrimentos minerales que privan en la corteza de los árboles, hasta que las raíces alcanzan el suelo; por lo tanto, no sería raro encontrar en estas plantas algún tipo de mecanismo fisiológico que hiciese más eficiente el uso del agua disponible, a pesar de vivir en una selva muy lluviosa.

La *Chusia* estudiada resultó tener el clásico comportamiento en cuanto a la acidificación tisular nocturna y el movimiento estomático que caracteriza a las plantas CAM.

Tiempo después se tomó la decisión de publicar una nota en español sobre este hallazgo en la revista botánica de mayor tradición en el país, el *Boletín de la Sociedad Botánica de México* (Tinoco Ojanguren y Vázquez-Yanes, 1983), cuyos editores tradicionalmente procuran la evaluación anónima de los artículos propuestos, recurriendo a especialistas.

Ya publicada la nota, un investigador norteamericano de la Universidad de California y que no conocía el texto referido, realizó una expedición a las Islas Vírgenes y ahí tuvo contacto con otra especie de *Chusia*. Mediante una serie de procedimientos moder-

nos detectó que se trataba de una planta CAM y consideró que el hallazgo era lo suficientemente importante como para publicarlo en una de las revistas más prestigiadas y selectivas del mundo: *Science* de Estados Unidos, pues para él se trataba del primer caso conocido de planta dicotiledónea arbórea con metabolismo CAM perteneciente a una familia en la que no se había reportado antes y en una nueva forma de vida, las hemiepífitas (Ting y colaboradores, 1985).

Afortunadamente, durante la preparación del artículo en *Science*, alguna persona de la Universidad de California informó al investigador sobre la nota en el *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, y de esta manera apareció finalmente citada en forma indirecta en el artículo de *Science*. Sin embargo, no se establece en el escrito que la prioridad del hallazgo corresponde a la publicación mexicana, pues se utiliza esta referencia sólo como respaldo de algunos resultados experimentales, sin mencionar que la nota estableció claramente la presencia de metabolismo CAM en *Chusia*.

Como respuesta a esta omisión en el artículo de *Science*, hicimos llegar los sobretiros sobrantes o fotocopias de la

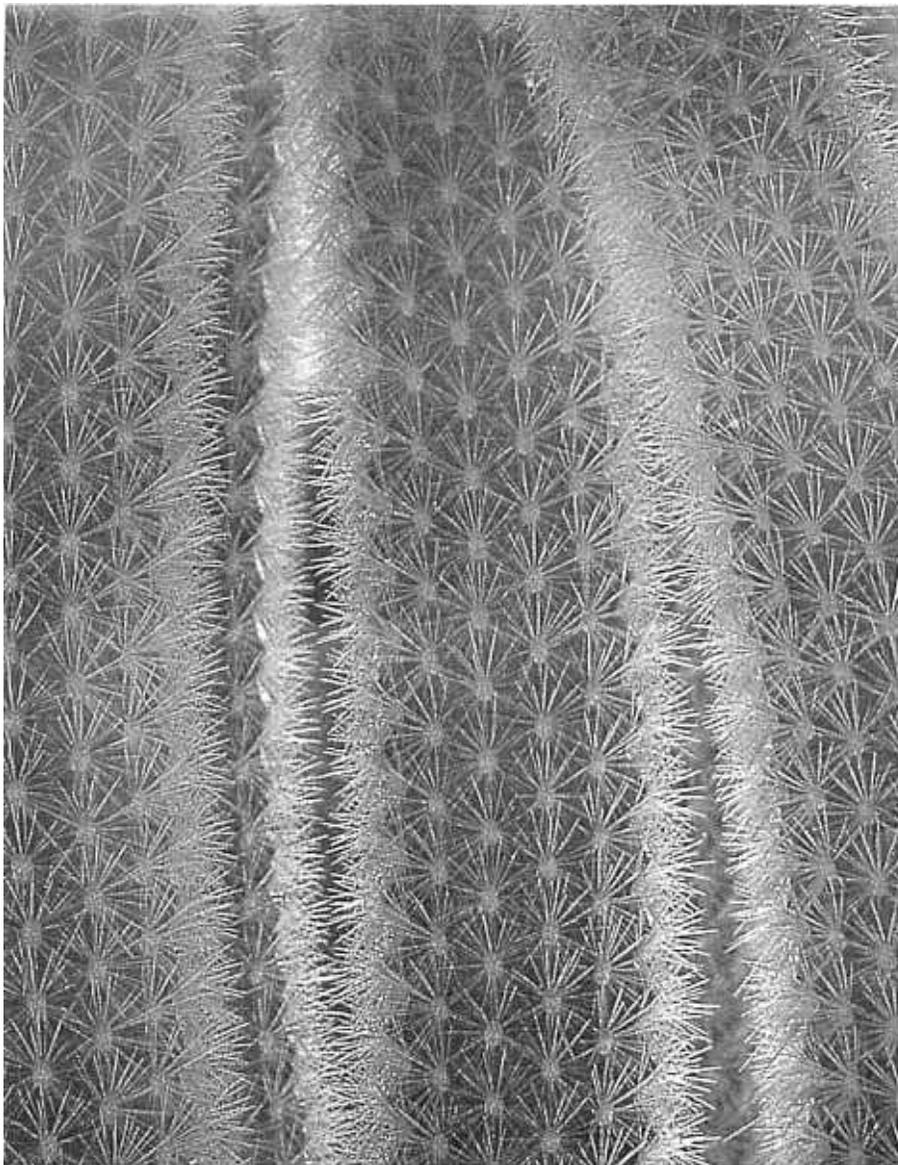


Foto: Marcus Schneck

nota original a todos los investigadores del mundo que habíamos detectado se encontraban trabajando con metabolismo fotosintético CAM. Los resultados fueron buenos. La nota ha sido citada varias veces como pionera del descubrimiento del metabolismo CAM en árboles de *Clusia*, en artículos publicados en revistas internacionales. En ellos queda establecida la prioridad del hallazgo de la publicación mexicana (Popp y colaboradores 1987, Franco y colaboradores 1990, Zolt y Winter 1994, y varios otros).

Es evidente que el reconocimiento final de la prioridad del hallazgo mexi-

cano del metabolismo CAM en *Clusia* se dio de manera accidental y fácilmente pudo no haber ocurrido, pues el acceso de los especialistas a la publicación en el *Boletín de la Sociedad Botánica de México* no se dio por los medios habituales: visita periódica a una buena biblioteca, las publicaciones especializadas en reseñar la literatura científica reciente (por ejemplo la famosa *Current Contents*), los bancos bibliográficos computarizados, y otros medios. Ocurrió fortuitamente gracias a la intervención de una persona informada, y posteriormente a través del envío masivo de fotocopias a especialistas conocidos

en el campo de la ecofisiología del metabolismo fotosintético en plantas.

Conclusiones

Efectuar nuestro trabajo científico en un país que —salvo raras excepciones— prácticamente carece de revistas científicas para la publicación primaria de investigación original inédita, y que cumplan con todos los siguientes requisitos: arbitraje internacional por pares académicos anónimos, de aparición frecuente y regular, y con distribución y circulación internacional eficiente, nos añade otra desventaja respecto a los países desarrollados. En tanto no las tengamos, es importante que al menos intentemos publicar lo más novedoso de los resultados de nuestras investigaciones en revistas internacionales, para asegurar que van a tener el reconocimiento y el impacto que por propios méritos científicos les correspondan. ●

Referencias

- Franco, A. C., E. Ball y U. Lüttge, 1990, Patterns of gas exchange and organic acid oscillations in tropical trees of the genus *Clusia*. *Oecologia* 85:108-114.
- Popp, M., D. Kramer, H. Lee, M. Diaz, H. Ziegler y U. Lüttge, 1987, Crassulacean acid Metabolism in tropical dicotyledonous trees of the genus *Clusia*. *Trees* 1: 238-247.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross, 1991, *Plant Physiology*, Cuarta Edición. Wadsworth, USA.
- Ting, I. P., E. M. Lord, L. da Sternberg y M. J. DeNiro, 1985, Crassulacean acid metabolism in the strangler *Clusia rosea* Jacq. *Science* 229:969-971.
- Tinoco-Ojanguren, C. y C. Vázquez-Yanes, 1983, Especies CAM en la selva húmeda tropical de Los Tuxtlas, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 45:150-153.
- Zotz, G. y K. Winter, 1994, A one year study on carbon, water and nutrient relationship in a tropical C3 - CAM hemi-epiphyte *Clusia wittiana* Pittier. *New Phytologist* 127:45-60.

Carlos Vázquez-Yanes: Centro de Ecología UNAM.