

# Técnicas antiguas para resolver problemas nuevos: el caso de las cícadas

ANDREW P. VOVIDES Y SONIA GALICIA

Red de Biología Evolutiva, Instituto de Ecología, A.C.  
Carretera antigua a Coatepec No. 351, El Haya,  
91073, Xalapa, Veracruz, México.  
[andrew.vovides@inecol.mx](mailto:andrew.vovides@inecol.mx)

En apoyo de las técnicas modernas de genética y la filogenia molecular, la anatomía vegetal puede aportar caracteres útiles de la amplia gama de tejidos vegetales que tienen las plantas que estudiamos. Se presenta algunos casos concretos de las cícadas (*Ceratozamia* y *Zamia*) mexicanas donde la anatomía ha sido de gran ayuda para dilucidar los límites entre especies.

**Palabras clave:** Anatomía, *Ceratozamia*, México, *Zamia*, Zamiaceae.

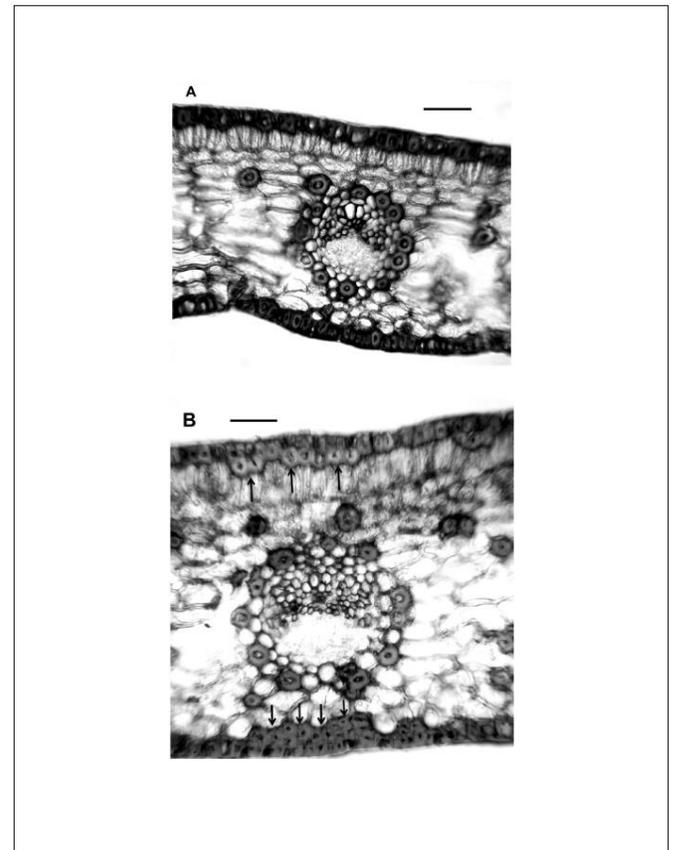
Estamos en medio de la era de la genómica, las técnicas y algoritmos sofisticados usados en la sistemática y taxonomía que han resultado en una tendencia desafortunada de hacer a un lado la anatomía y morfología vegetal. En los programas universitarios están reduciendo o hasta eliminando estas materias tradicionales para dar espacio a clases de técnicas moleculares. Esto resultaría en una parcialidad hacia una generación de botánicos con conocimientos deficientes, donde están perdiendo la oportunidad de contar con una fuente rica de información anatómica y morfológica complementaria a las técnicas modernas de la genómica y de la bioinformática. Hay ejemplos en donde los estudios anatómicos ha resuelto problemas donde las herramientas moleculares no lo han hecho. Por ejemplo, los rasgos anatómicos permitieron el reconocimiento de *Ceratozamia brevifrons* Miq., que antes se consideraba como variedad de *C. mexicana* Brongn. (Vovides *et al.* 2012), que definitivamente no pudo ser detectada por medio de un estudio molecular usando ADN ribosomal nuclear y del cloroplasto (González y Vovides 2002, 2012). La especie *Zamia katzeriana* (Regel) E. Rettig fue postulada como de origen híbrido entre *Z. splendens* Schutzman y *Z. loddigesii* Miq. con base en rasgos morfológicos y anatómicos (Pérez-Farrera *et al.* 2016).

Si una hipótesis molecular concuerda con una hipótesis morfológica y/o anatómica el esquema queda mucho más robusto, especialmente cuando se trata de la problemática de complejos de especies. Un complejo de especies consta de taxa estrechamente relacionadas que exhiben una morfología macroscópica similar, pero de genética distinta. Un ejemplo es la amplia gama de formas de folíolos desde ampliamente obovados en las distintas especies de las cícadas: *Ceratozamia euryphyllidia* Vázq. Torres, Sabato & D.W.

@CICYoficial    

Stev. y *C. hondurensis* J.L. Haynes, Whitelock, Schutzman & R.S. Adams; de oblongos a oblanceolados en *C. becerrae* Pérez-Farr., Vovides & Schutzman, y hasta oblanceolados en *C. zoquorum* Pérez-Farr., Vovides & Iglesias. Sin embargo, a pesar de la clara variación en la forma y el tamaño de los folíolos en las cicadas, se ha sugerido que la delimitación del taxón dentro de un complejo es incierta al considerar otros rasgos, lo que genera dudas sobre la validez taxonómica de algunos taxones de cicadas. Algunos estudios previos han demostrado que los rasgos anatómicos pueden ser diagnósticos y efectivos para delimitar especies de cicadas estrechamente relacionadas (Pérez-Farrera *et al.* 2016). Un ejemplo es el caso de *Ceratozamia mexicana* Brongn., y *Ceratozamia tenuis* (Dyer) D.W. Stev. & Vovides. Las exploraciones sobre la Faja Volcánica Trans mexicana en la región central de Veracruz realizadas por los botánicos del siglo XIX permitieron encontrar varias poblaciones de *Ceratozamia* cuyo estatus taxonómico no está completamente claro. En especial, dos poblaciones atribuidas a *C. mexicana* cuya morfología es distinta; una población en la localidad El Esquilón, Jalcomulco, cerca de la ciudad de Xalapa, Veracruz, con folíolos linear-lanceolados considerada como *C. mexicana* por Chamberlain (1919) y otros autores, y otra población en la localidad El Mirador, Veracruz con folíolos oblongolanceolados. Varios rasgos de los cortes anatómicos de los folíolos se distinguen visualmente entre las dos especies (Vovides *et al.* 2012) (Figura 1).

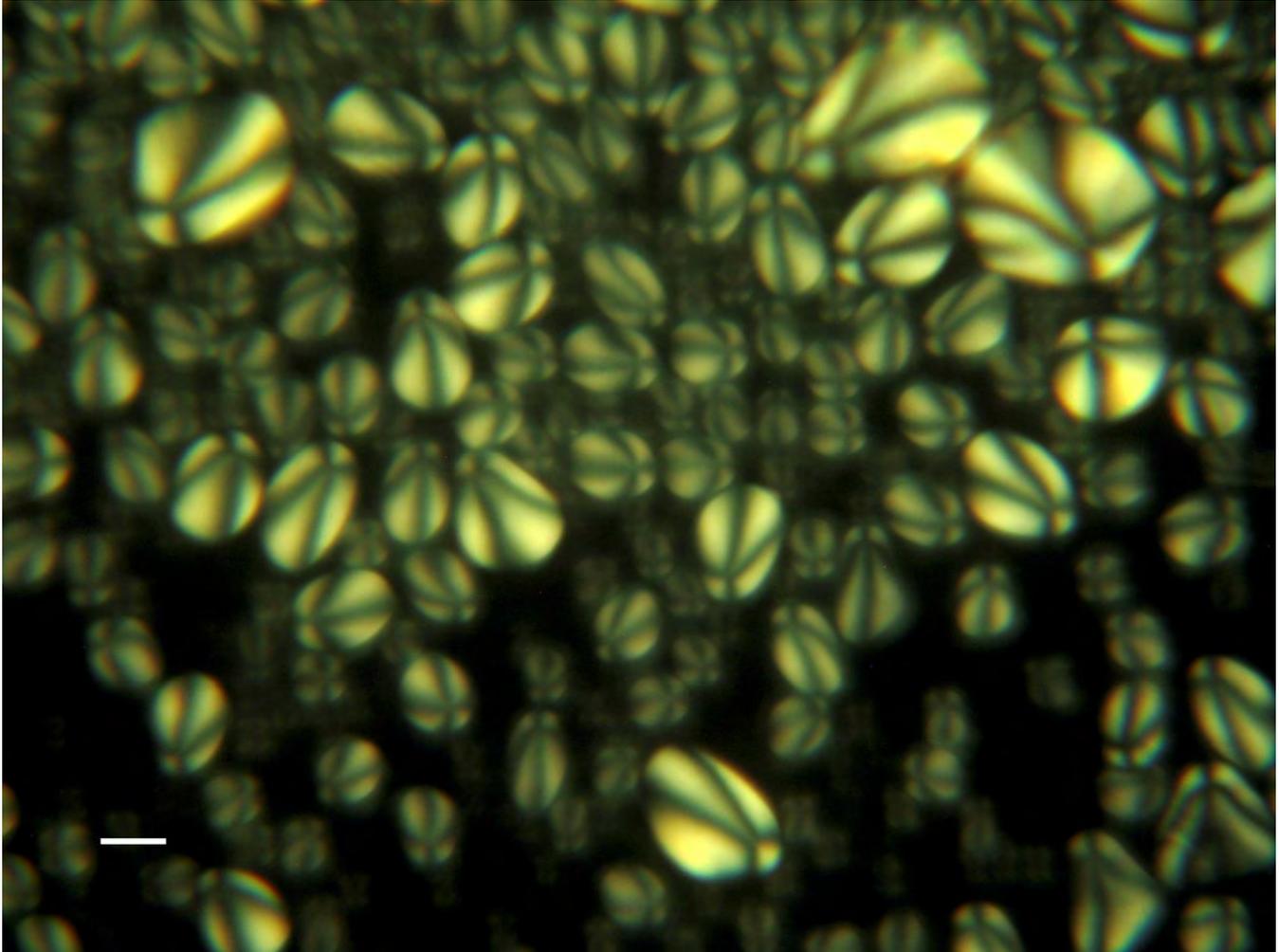
Otra herramienta efectiva es la microscopía óptica con técnicas histoquímicas en donde se usan reactivos como un método potente de identificar sustancias y tejidos como caracteres útiles en la sistemática. Un ejemplo es el reactivo de Lugol que identifica almidón dándole un color negro, así como la microscopía de luz polarizada que da patrones de claro y oscuro semejante a la cruz de Malta en los granos de almidón de la papa (Figura 2). También la microscopía de luz polarizada es útil para detectar cristales como ráfidas y drusas de oxalato de calcio en los tejidos. El floroglucinol HCl reacciona con la lignina dando un color brillante rojo-escarlata. La mezcla de los reactivos Sudan III y IV reacciona con las grasas y cutina resultando en un color naranja. Las proteínas, *sensu lato* reaccionan con ninhidrina resultando en un color café-púrpura y los carbohidra-



**Figura 1.** Corte transversal de folíolos de *Ceratozamia tenuis* y *C. mexicana* sometidos a la prueba histoquímica de floroglucinol-HCl para resaltar la lignina. **A.** *Ceratozamia tenuis*, **B.** *Ceratozamia mexicana*, se observan traves de fibras esclerenquimatosas (flechas). Escalas = 100  $\mu$ m. (Fotografía: A. Vovides *et al.* 2016).

tos con el reactivo ácido periódico-Schiff un color rojo-morado oscuro (Vovides *et al.* 1993). La solución de cloruro férrico señala la presencia de taninos. Existen varios reactivos adicionales para la histología vegetal que ayudan en el tratamiento para ablandar tejidos duros como el Aerosol OT que es un reactivo humectante y suavizante de tejidos usado por Pearlman y Cole (1951). Otro reactivo es la etilendiamina que se usa para suavizar los tejidos leñosos y facilitar los cortes al microtomo.

Para concluir, sostenemos que la anatomía vegetal puede aportar caracteres útiles de la amplia gama de tejidos vegetales que tienen las plantas que estudiamos. Esta disciplina no se debe hacer a un lado, ni mucho menos eliminarla de los programas de ense-



**Figura 2.** Imagen de granos de almidón de papa bajo microscopia de luz polarizada. Se observan las formas de la cruz \* de Malta de los patrones de luz y oscuro. Escala 20  $\mu$ m. (Fotografía: A. Vovides).

ñanza de la botánica en las escuelas y universidades. Hoy día, la anatomía vegetal se practica en pocas universidades e instituciones de las cuales se destaca el Instituto de Ecología, A.C. en donde se preparó el presente artículo a partir de especímenes de la colección nacional de cícadas cultivados en el Jardín

Botánico Fco. Javier Clavijero (Figura 3A), y en el Montgomery Botanical Center, Miami, Florida, E.U.A. institución en donde tienen una colección de cícadas de nivel mundial, en el cual el renombrado anatomista Barry Tomlinson realiza sus investigaciones e imparte cursos (Figura 3B).



**Figura 3. A.** Parte de la colección nacional de cícadas en exposición pública del Jardín Botánico Fco. J. Clavijero, INECOL, Xalapa, Veracruz. **B.** Barry Tomlinson, anatomista vegetal tomando cortes al microtomo en el Montgomery Botanical Center, Miami, Florida. (Fotografías: A. Andrew Vovides, B. Tomada de Griffith 2013).

## Referencias

- Chamberlain C.J. 1919.** *The living Cycads*. Hafner Publishing, New York. 172 pp.
- González D. y Vovides A.P. 2002.** Low intralinear divergence in the genus *Ceratozamia* Brongn. (Zamiaceae) detected with nuclear ribosomal DNA ITS and chloroplast DNA *TrnL-f* non-coding region. *Systematic Botany* 27:654-661. <https://doi.org/10.1043/0363-6445-27.4.654>
- González D. y Vovides A.P. 2012.** A modification to the SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) method provides phylogenetic insights within *Ceratozamia* (Zamiaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:929-938. <https://doi.org/10.7550/rmb.27125>.
- Griffith P. 2013.** An Anatomist's garden. *Montgomery Botanical News* 21(1):5.
- Pérez-Farrera M.A., Vovides A.P., Ruiz-Castillejos C., Galicia S., Cibrián-Jaramillo A. y S. López. 2016.** Anatomy and morphology suggest a hybrid origin of *Zamia katzeriana* (Zamiaceae). *Phytotaxa* 270(3): 161-181. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.270.3.1>
- Pearlman R.C. y Cole B.C. 1951.** Softening of Hard Tissue for Sectioning. *Stain Technology* 26(2): 115-118.
- Vovides A.P., Norstog K.J., Fawcett P.K.S., Duncan M.W., Nash R.J. y Molsen D.V. 1993.** Histological changes during maturation in male and female cones of *Zamia furfuracea* and their significance in relation to pollination biology. *Botanical Journal of the Linnean Society* 111: 241-252. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1993.tb01901.x>.
- Vovides A.P., Avendaño S., Pérez-Farrera M.A. y Stevenson D.W. 2012.** What is *Ceratozamia brevifrons* (Zamiaceae)? *Brittonia* 64(1):35-42.
- Vovides A.P., Stevenson D.W., Pérez-Farrera M.A., López S. y Avendaño S. 2016.** What is *Ceratozamia mexicana* (Zamiaceae)? *Botanical Sciences* 94(2): 419-429. <https://doi.org/10.17129/botsci.449>.

Desde el Herbario CICY, 14: 163–167 (11-agosto-2022), 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/](http://www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/), [webmas@cicy.mx](mailto:webmas@cicy.mx). Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano, Diego Angulo y Lilia Lorena Can Itzá. 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: 11 de agosto de 2022. 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.