

## ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE INVESTIGAR EN BOTÁNICA?

Si nos preguntamos por qué es importante investigar en botánica, múltiples respuestas nos vienen inmediatamente a la mente. Una de las más obvias es que si hiciésemos una lista de los organismos que el hombre utiliza, o de aquellos de los que obtiene beneficio indirecto, las plantas ocuparían el primer lugar en cuanto a número y diversidad, por delante de otros grupos de seres vivos. La lista de vegetales útiles para la humanidad, o relacionados con sus actividades, es inmensa (FONT I QUER, 1962; HEYWOOD, 1985). Las plantas son nuestra principal fuente de alimento, tanto por su aportación calórica global a nuestro metabolismo como por su extensa variedad de cultivos, actuales y pretéritos; ellas constituyen, igualmente, la fuente prioritaria de alimentación de nuestros ganados, en forma de pastos, forrajes y piensos. Los vegetales de uso industrial incluyen plantas textiles, con las que nos vestimos; materiales de construcción, con los que se levantan casas y cabañas y se elaboran muebles; plantas biocombustibles, cuyas maderas, carbón o compuestos derivados (etanol) impulsaron la cocina, los sistemas de calefacción y la tracción de nuestros vehículos. Las plantas medicinales y tóxicas han tenido y tienen una gran relevancia en la farmacognosia y la farmacopea humana y veterinaria; otras tienen aplicaciones culinarias, como condimento de nuestros alimentos, y cosméticas. Un creciente número de especies vegetales se emplean como plantas ornamentales, adornando y embelleciendo nuestros parques, jardines y balcones. Además de los múltiples usos nutricionales, medicinales y etnobotánicos de las plantas, hoy en día se considera también el valor ecosistémico de los paisajes vegetales, tanto para las comunidades tróficas que viven en ellos como para el hombre, por su aprovechamiento y disfrute. Todo este amplio abanico de utilidades de las plantas ha llevado consigo un enorme desarrollo científico

a lo largo de los siglos en diversas áreas botánicas, agronómicas, médicas y veterinarias. Incluso recientemente se ha planteado el caso de lo útil y valioso que podría resultar un botánico si quedase abandonado en otro planeta del sistema solar (WEIR, 2014).

Pero la botánica es más que eso, y el término en sí engloba todo estudio relacionado con las plantas, no solo aplicado sino también de ciencia básica. En general, asociamos el nombre de *botánica* a la taxonomía o a la sistemática vegetal, refiriéndonos en el primer caso al estudio, la clasificación y la nomenclatura de las plantas, y en el segundo al conjunto de evidencias científicas que apoyan tal clasificación (STACE, 1989). Los estudios sistemáticos de plantas han sido arduos, ya que no solamente han consistido en la identificación y la clasificación de las más de 250 000 especies de angiospermas (plantas con flores verdaderas), 850 de gimnospermas (coníferas y grupos próximos), 12 700 de pteridófitos (licopodios, equisetos, helechos y grupos próximos), 20 000 de briófitos (musgos, hepáticas y antocerotes) y 9000 – 15 000 de algas (clorófitas o algas verdes, prasinofitas y antiguas carófitas) conocidas que pueblan la Tierra (PEDROCHE, 2012; ROSSELLÓ, 2012), sino en el empleo de diversas fuentes de datos que han permitido profundizar en su conocimiento, desvelando en varias de ellas su composición genética, sus orígenes y relaciones evolutivas, sus características biológicas y sus adaptaciones ecológicas (VARGAS y ZARDOYA, 2012). Hoy en día, nuevas líneas de investigación tienen como objeto de estudio las plantas, y han dado origen a nuevas especialidades, tales como la filogenia, la biogeografía histórica, la paleobotánica, la citogenética, la genética poblacional, la filogeografía, la biología reproductiva, la autoecología, la relación planta-animal o planta-ecosistema y la conservación vegetal. Más recientemente, el gran avance que han supuesto las técnicas de secuenciación masiva de genomas, transcriptomas y proteomas, y la disección de metabolomas y fenomas, colectivamente conocidas como *técnicas ómicas*, ha dado paso a la obtención de ingentes bases de datos y a su procesamiento y estudio mediante el desarrollo de potentes métodos analíticos, empleando tuberías informáticas y nuevos sistemas de programación estadística (CATALÁN y FERNÁNDEZ-CANDELAS, 2012). Esto, a su vez, ha generado novedosos avances tanto en estudios biológicos como de mejora de plantas, dando paso a nuevas líneas de investigación en genómica comparada, filogenómica, epigenómica, genómica del paisaje y ecogenómica, entre otras.

Las nuevas exploraciones genómicas de la botánica han tenido lugar, principalmente, en plantas cultivadas, debido a su indudable interés económico, y en las denominadas *plantas modelo*, plantas silvestres con unos especiales atributos biológicos y genómicos que las convierten en dianas perfectas para estos estudios avanzados. Entre las características principales de las plantas modelo están el ser plantas anuales (de ciclo vital muy corto), auto-compatibles, fáciles de germinar, cultivar, multiplicar y transformar, poseedoras de genomas de muy pequeño tamaño y con muy escaso porcentaje de ADN repetitivo. Y también han sido seleccionadas por hallarse evolutivamente próximas a especies cultivadas, a las cuales pueden transferirse los resultados obtenidos en ellas (por ejemplo, respuestas a estreses bióticos y abióticos y sus mecanismos de regulación génica). En las angiospermas, las dos especies más ampliamente utilizadas como plantas modelo han sido *Arabidopsis thaliana* en las dicotiledóneas, por su transferencia a las brasicáceas y a otros cultivos, y *Brachypodium distachyon* en las monocotiledóneas, por su transferencia a los cereales templados y a gramíneas biocombustibles (LYONS y SCHOLTHOF, 2015). Últimamente, los análisis genómicos y transcriptómicos se están aplicando a la investigación de otras plantas silvestres no modelo, con fines no tanto de transferencia sino de investigación de procesos biológicos en diferentes escenarios evolutivos y ecológicos. Así, numerosos estudios genotípicos de polimorfismos del genoma se están empleando en análisis filogenómicos y filogeográficos de distintos linajes de angiospermas, y un género basal (*Trithuria*) se ha propuesto como grupo modelo para investigar los orígenes de las plantas con flores (MARQUÉS y cols., 2015). Plantas silvestres modelo y no modelo se investigan también con metodologías avanzadas para intentar responder a preguntas biológicas esenciales sobre el origen y el tiempo de la especiación, la hibridación, la poliploidía, o la aparición de diversos caracteres fenotípicos y fisiológicos.

Los fascinantes descubrimientos que están aportando las nuevas tecnologías y los nuevos datos han llegado a oscurecer, en cierto modo, otros estudios botánicos más tradicionales, comúnmente clasificados en la denominada *taxonomía alfa*. Esta consiste básicamente en el estudio, la identificación y la descripción de nuevas especies o rangos taxonómicos, utilizando principalmente caracteres morfológicos. La taxonomía alfa se aplica actualmente al estudio de aquellas floras de regiones florísticas menos exploradas, como las de muchas zonas tropicales, donde el descubrimiento

continuo de nuevas especies para la ciencia, fundamentado en sus diferencias morfológicas, sigue siendo un factor elemental para el conocimiento de la diversidad. Pero incluso floras más estudiadas, como las de la región mediterránea, siguen proporcionando nuevos hallazgos taxonómicos cuando se aplican criterios morfológicos más rigurosos o se complementan con nuevas metodologías. Un claro ejemplo de ello es *Flora iberica* ([www.floraiberica.es](http://www.floraiberica.es)), el mayor compendio florístico vascular regional de Europa (> 6276 especies) y el mejor legado taxonómico que dejarán nuestros botánicos españoles y portugueses para la posteridad. Gracias a su trabajo, la diversidad de nuestra flora vascular se ha incrementado en más de un 25% con respecto a los datos previos existentes, con lo que ha aumentado considerablemente el conocimiento del patrimonio biológico vegetal ibérico. Se ha propuesto que la vieja imagen obsoleta de la botánica que se enseña en algunas universidades, basada exclusivamente en la taxonomía morfológica, debiera ser enterrada para siempre en favor de una nueva botánica, más moderna, atractiva y multidisciplinar (MARQUÉS, 2015). Esta acertada recomendación no debe, sin embargo, disuadirnos de seguir investigando en taxonomía y sistemática de plantas, una taxonomía fundamentada en cuantas aproximaciones sistemáticas podamos aportar a la botánica, las más avanzadas sin duda, pero también las más clásicas. Sirva como ejemplo la reciente disgregación de lo que hasta hace poco se consideraba una única especie de planta modelo, *Brachypodium distachyon* (*sensu lato*), empleada en más de 400 laboratorios del mundo, en un complejo de tres especies distintas, dos especies progenitoras diploides, *Brachypodium distachyon* y *Brachypodium stacei*, y su derivado híbrido alotetraploide *Brachypodium hybridum*, gracias al empleo combinado de modernos estudios citogenéticos y filogenéticos, pero también de análisis morfológicos clásicos que permitieron su discriminación taxonómica y su reconocimiento como especies individuales (CATALÁN y cols., 2012).

Un bello resumen de por qué es importante investigar en botánica lo encontramos en las palabras del botánico Pedro Gregorio Echeandía, autor de la *Flora cesaraugustana*:

¿Qué cosa más delectable que el estudio de la botánica? [...]. Ella es una de las profesiones precisas y necesarias para la curación de nuestras enfermedades y dolencias; la más útil para adelantar la agricultura, la cría de ganados, los tintes, varias manufacturas y el comercio que tanto importa a la economía del estado. [...] ¿Qué adelantamientos no podemos esperar con el estudio de la botánica en España y en Aragón donde la tierra es tan fecunda y el cielo tan benigno? (ECHEANDÍA, 1797)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATALÁN, P., y F. GONZÁLEZ-CANDELAS (2012). Técnicas y marcadores filogenéticos. En P. Vargas y R. Zardoya (eds.), *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos*: 533-552. Madrid.
- CATALÁN, P., J. MÜLLER, R. HASTEROK, G. JENKINS, L. A. J. MUR, T. LANGDON, A. BETEKHTIN, D. SIWINSKA, M. PIMENTEL y D. LÓPEZ-ÁLVAREZ (2012). Evolution and taxonomic split of the model grass *Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv. *Annals of Botany*, 109: 385-405.
- ECHEANDÍA, P. G. (1797). Discurso inaugural en la creación del Jardín Botánico y las cátedras de Química y Botánica en Zaragoza. Reproducido de J. Catalán Sesma (2015), *Plantas medicinales de Monlora y las Cinco Villas Orientales*: 19. IFC (Botánicos de Aragón). Zaragoza.
- FONT I QUER, P. (1962). *Plantas medicinales: el Dioscórides renovado*. Labor. Barcelona.
- HEYWOOD, V. H. (1985). *Las plantas con flores*. Reverté. Barcelona.
- LYONS C., y K. SCHOLTHOF (2015). Watching grass grow: The emergence of *Brachypodium distachyon* as a model for the poaceae. *New Perspectives on the History of Life Sciences and Agriculture (Archimedes)*, 40: 479-501.
- MARQUÉS, I. (2015). Bury botany's outdated image. *Nature*, 520: 295.
- MARQUÉS, I., S. MONTGOMERY, M. S. BARKER, T. MACFARLANE, J. CONRAN, P. CATALÁN, RIESEBERG, P. J. RUDALL y S. W. GRAHAM (2015). Transcriptome-derived evidence supports L. recent polyploidization and a major phylogeographic division in *Trithuria submersa* (Hydatellaceae, Nymphaeales). *New Phytologist* (doi 10.1111/nph.13755).
- PEDROCHE, F. F. (2012). Clorobiontes. En P. Vargas y R. Zardoya (eds.), *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos*: 67-73. Madrid.
- ROSSELLÓ, J. A. (2012). Embriófitos. En P. Vargas y R. Zardoya (eds.), *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos*: 74-84. Madrid.
- STACE, C. A. (1989). *Plant Taxonomy and Biosystematics*. 2.<sup>a</sup> ed. E. Arnold. Londres.
- VARGAS, P., y R. ZARDOYA (eds.) (2012). *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos*. Madrid.
- WEIR, A. (2014). *The Martian*. Crown Publishing Group. Nueva York.

Pilar CATALÁN<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Catedrática de Botánica. Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA. pccatalan@unizar.es

<sup>2</sup> Professor in Botany. Department of Botany. Institute of Biology. Tomsk State University. Lenin Avenue, 36. 634050 TOMSK (Russia).

<sup>3</sup> Directora del Área de Ciencias Naturales del IEA.