

La botánica española en el contexto de la biología evolutiva: análisis histórico, productividad y financiación

Pablo Vargas¹ y Esteban Manrique²

¹Real Jardín Botánico de Madrid, CSIC. E-mail: vargas@rjb.csic.es

²Instituto de Recursos Naturales, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. E-mail: esteban.manrique@ccma.csic.es

RESUMEN

La botánica española ha estado históricamente a la zaga desde la formulación de las teorías evolutivas, si bien hay que exceptuar las vanguardistas realizaciones de finales del siglo XX. El retraso de la botánica española durante las tres grandes "convergencias" históricas en biología (sistemas de nomenclatura y clasificación de Linneo, darwinismo y teoría sintética de la evolución) ha sido actualmente superado por los botánicos españoles en general, y por los botánicos filogenetistas en particular. El presente artículo hace un recorrido comparativo entre botánica española y botánica internacional, entre botánica y zoología, y sobre las peculiaridades de los mecanismos evolutivos en vegetales. Aunque las mutaciones génicas parecen ser responsables de la mayor parte de la diversidad vegetal, otros mecanismos evolutivos ampliamente distribuidos en plantas han contribuido asimismo de manera destacada: hibridación, poliploidización y, en menor medida, apomixis. En contra de la creencia de Ch. Darwin de que la selección natural obra solamente sobre la acumulación de variaciones favorables pequeñas y sucesivas (microevolución), cada vez se aportan más pruebas de otros mecanismos alternativos en plantas con manifestaciones de carácter macroevolutivo (alopoliploidización, reestructuración citogenética y cambios epigenéticos). Un análisis de las realizaciones botánicas españolas en el periodo (2000-2003) en comparación, principalmente, con las zoológicas se presenta por primera vez en este artículo. Los proyectos de investigación financiados en este periodo, gracias a los programas nacionales de *Recursos Naturales* (PN REN) y de *Promoción General del Conocimiento* (PGC), son analizados bajo diferentes perspectivas. Por una parte se subdividen todos ellos en proyectos descriptivos, explicativos y evolutivos. Por otra se obtienen unos indicadores de calidad (indicadores de coste y productividad) que reflejan las numerosas realizaciones conseguidas para una financiación determinada. Los resultados finales indican una saludable investigación española en botánica y zoología evolutivas, que es proporcionalmente comparable con la producción de los países más vanguardistas. *eVOLUCIÓN* 3(1): 37-49 (2008).

Palabras Clave: Botánica, historia de la botánica, indicadores de calidad, mecanismos evolutivos, salud científica, financiación de la ciencia.

ABSTRACT

Spanish botany has historically been in the rear since proposal of evolutionary theories, except for the avant-garde publications at the end of 20th century. Backwardness of Spanish botany in the three historical "convergences" of biology (Linnean Nomenclature and Classification System, Darwinism and Synthetic Theory of Evolution) has been widely surpassed by Spanish botanists in general, and Spanish phylogenetists in particular. In this paper, Spanish and international botany, botany and zoology, and particular evolutionary mechanisms in plants are discussed. Although genetic mutations appear to be responsible for most of plant diversity, alternative evolutionary mechanisms, such as hybridization, polyploidization and, at a lower extent, apomixis, have significantly contributed. On the contrary to Ch. Darwin's belief that natural selection only operates onto accumulative favourable, small, successive variation (microevolution), increasing evidence of alternative mechanisms in plants with macroevolutionary results (alopolyploidization, cytogenetic arrangements, epigenetic changes) is obtained. An analysis of Spanish botany publications between 2000 and 2003, as primarily contrasted with those of Spanish zoology, are for the first time presented in this paper. Research projects funded in this period by two National Programs (*Recursos Naturales* (PN REN) and *Promoción General del Conocimiento* (PGC)) are analysed upon different perspectives. They are classified into descriptive, explanatory and evolutionary projects. In addition, figures of high-standard science, as revealed by productivity indicators, reflect numerous publications produced for modest funding. Overall results indicate Spanish state-of-the-art research in evolutionary botany and zoology, which is proportionally comparable to publication rates of the most developed countries. *eVOLUCIÓN* 3(1): 37-49 (2008).

Key Words: Botany, history of botany, quality index, evolutionary mechanisms, science funding.

Consideraciones sobre botánica y botánicos

La botánica –entendida en un sentido más amplio que el concepto concebido en la Grecia Antigua (βοτανική: *lo que se refiere a las hierbas*)– ha sido interpretada y circunscrita numerosas veces a lo largo de la historia. Font Quer (1953) definió la disciplina como "*Nombre de la ciencia que se ocupa de todo lo referente a las plantas*". Ahora bien, de un tiempo a esta parte se entiende por plantas aquellos organismos comprendidos evolutivamente desde las algas pluricelulares hasta las angiospermas, y quedan así excluidas las algas unicelulares y los hongos. Los datos más recientes apuntan a unas relaciones más estrechas entre hongos y animales que entre hongos y plantas (véase la web "*Tree of Life*" <http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>).

No obstante, una feliz convivencia entre micólogos y los estudiosos de las plantas en los mismos centros de investigación y departamentos se ha producido desde la consideración de hongos como plantas hasta nuestros días. En este artículo interpretamos como estudios botánicos (y a sus estudiosos botánicos o "botanicistas") a todos aquellos cuyos objetivos son la descripción e interpretación de la diversidad de los vegetales, incluyendo de esta manera plantas y hongos por motivos históricos.

Desde las obras de Linneo hasta nuestros días han transcurrido más de 250 años de clasificación e interpretación de la diversidad de los organismos vivos, periodo en el que se han registrado acontecimientos fundamentales que han permitido, en nuestra opinión, cuatro "convergencias" fundamentales entre disciplinas biológicas: sistema linneano, darwinismo, teoría sintética de la evolución y aplicación de marcadores moleculares para reconstrucciones filogenéticas (Fig. 1). Al igual que ocurriera con el sistema de nomenclatura binomial de Linneo en el siglo XVIII, la ciencia oficial española tardó en comprender y aceptar el darwinismo y el para-

digma ecológico (Glick *et al.* 1999). Desgraciadamente tampoco estuvimos a la altura de los países occidentales en el estudio y discusión de la teoría sintética de la evolución. La botánica refleja por tanto el retraso que sufrió la ciencia española durante gran parte del pasado siglo como resultado de los avatares históricos de nuestro país. En concreto la guerra civil, con el exilio de algunos de los botánicos más capaces (como José Cuatrecasas y Faustino Miranda), la penuria de la posguerra y el establecimiento de un régimen militar-religioso desde 1939, explica dicho retraso. Aunque la validez del neodarwinismo iba quedando establecida durante más de un siglo de aportación de pruebas experimentales por parte de investigadores de otros países, toda esta avalancha de pruebas estimuló poco a los investigadores españoles durante gran parte del siglo XX. Tampoco fuimos entonces capaces de valorar teorías evolucionistas alternativas, como el neolamarckismo, que pudieran ayudar a entender algunos mecanismos más crípticos de variación (véase Margulis 1967). Afortunadamente una fuerte convergencia de las distintas disciplinas biológicas se está produciendo en estos últimos años y la ciencia española se ha dado por enterada. Los esfuerzos realizados durante décadas en la búsqueda de técnicas y metodologías universales en biología han posibilitado contar con una herramienta de amplio espectro para cualquier estudioso en evolución: técnicas y métodos filogenéticos basados en datos moleculares.

BOTÁNICA Y EVOLUCIÓN EN EL SIGLO XX

Gracias a las plantas

La teoría sintética de la evolución se fraguó durante los años 30 y 40 del siglo XX gracias al aporte de pruebas y métodos de matemáticos, genéticos, paleobiólogos y naturalistas. Como es

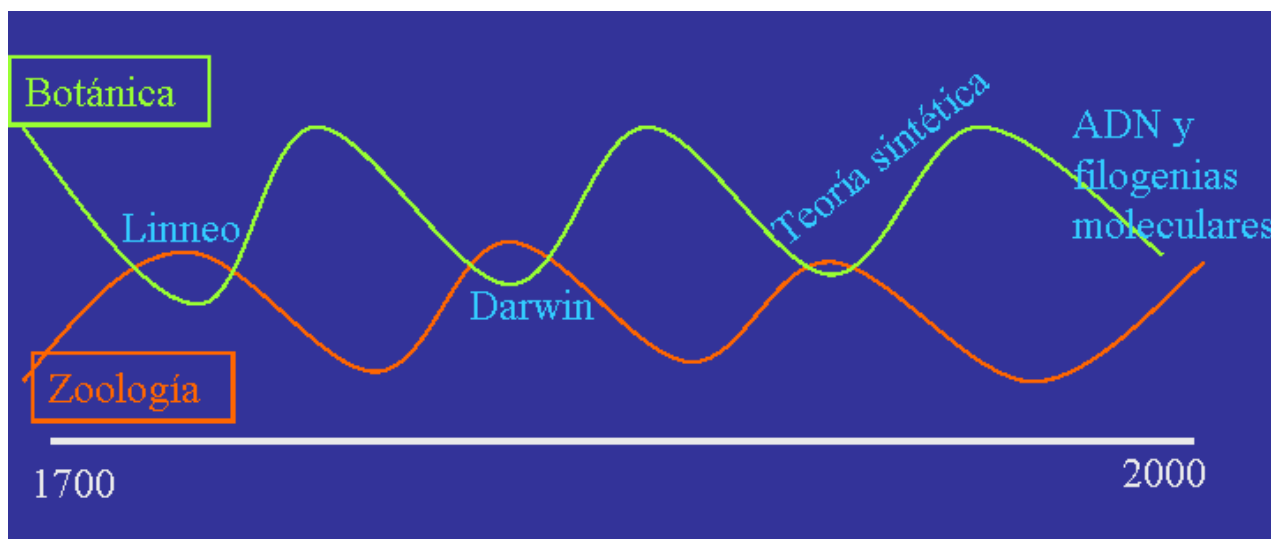


Fig. 1.- Cronología de los cuatro sucesos "convergentes" entre disciplinas que han influido en la concepción actual de la botánica en el contexto de la biología evolutiva.

TABLA 1. PRINCIPALES PUBLICACIONES DE EVOLUCIÓN Y BOTÁNICA

PUBLICACIONES DE EVOLUCIÓN

- (1918) FISHER, R.A. *The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance*.
 (1930) FISHER, R.A. *The Genetical Theory of Natural Selection*
 (1931-32) WRIGHT, S. *Serie de publicaciones científicas pioneras sobre selección natural, cambios azarosos y migración. En años sucesivos se publicaron muchos más resultados estadísticos y evolutivos*.
 (1932) HALDANE, J.B.S. *The Causes of Evolution*.
 (1937) DOBZHANSKY, TH. *Genetics and the Origin of Species*.
 (1942) MAYR, E. *Systematics and the Origin of Species*.
 (1944) HUXLEY, J.S. *Evolution: The Modern Synthesis*.
 (1944) SIMPSON, G.G. *Tempo and Mode in Evolution*.
 (1949) JEPSEN, G.L., MAYR, E., y SIMPSON, G.G. *Genetics, Paleontology and Evolution*.

PUBLICACIONES DE EVOLUCIÓN Y BOTÁNICA

- (1866) MENDEL, G. *Versuche über Pflanzenhybriden*.
 (1937) DOBZHANSKY, TH. *Genetics and the Origin of Species*.
 (1950) STEBBINS, G.L. *Variation and Evolution in Plants*.
 (1950) DARLINGTON, C.D. y MATHER, K. *Genes, Plants, and People*.
 (1951) CLAUSEN, J. *Stages in Evolution of Plant Species*.
 (1952) WARDLAW, C.W. *Phylogeny and Morphogenesis*.
 (1953) HESLOP-HARRISON, J. *New Concept in Flowering Plant Taxonomy*.
 (1955) CAIN, S.A. *Foundations of Plant Geography*.
 (1956) GOOD, R. *Features of Evolution in the Flowering plants*.
 (1963) GRANT, V. *The Origin of Adaptations*.
 (1971) GRANT, V. *Plant Speciation*.

PUBLICACIONES ESPAÑOLAS DE CARÁCTER BOTÁNICO EVOLUTIVO

- (1929) HUGUET DEL VILLAR, E. *Geobotánica*.
 (1948) FONT QUER, P. *Morfología, Nomenclatura i Geografía de l'Arenaria aggregata (L.) Lois*.
 (1957) ÁLVAREZ LÓPEZ, E. *Especiación, Subespeciación y Biogeografía*.

sabido, las pruebas genéticas que determinaban la heredabilidad de caracteres fueron publicadas mucho antes por Mendel (1866) en su famoso estudio sobre guisantes. Sin embargo, como ha ocurrido otras veces en la historia de la ciencia, no llegaron a la comunidad científica hasta su redescubrimiento por tres botánicos (De Vries, Correns, von Tschermak) en 1900 y su traducción al inglés (1901). A pesar de ser precisamente Mendel un genético vegetal, fueron los estudiosos de los animales quienes interpretaron rápidamente sus resultados y los aplicaron al mundo animal. Este nuevo cuerpo doctrinal pronto caló en los zoólogos interesados en la variación y selección natural, de tal forma que durante la mayor parte del siglo XX cualquier libro de texto sobre evolución contó con un elevado número de ejemplos del mundo animal, y otro mucho más limitado del mundo vegetal. Al leer los numerosos libros de E. Mayr y B. Rensch, entre otros, parece que el modelo "metazoo superior" no sólo podría ser generalizable a todos los órdenes de animales, sino también a numerosos grupos de plantas. Sin embargo, gracias a las publicaciones de Stebbins (1950), Darlington (1950) y Grant (1963, 1971), entre otros, se dieron a conocer otros mecanismos evolutivos mucho más frecuentes en plantas (Tabla 1).

Mecanismos evolutivos característicos de plantas

El conjunto de resultados obtenidos en el siglo XX permite afirmar que dos mecanismos han sido determinantes en la evolución de las plantas. La hibridación es considerada ubicuista en plantas, de tal forma que son muy pocos los linajes que no se han visto involucrados en procesos de reticulación en algún momento de su evolución. Nuevamente sorprende que hubiera que esperar hasta los años cincuenta para valorar "*Versuche über Pflanzenhybriden*", la publicación primigenia de Mendel (1866) que aporta pruebas concluyentes sobre las consecuencias de la hibridación. Las reconstrucciones filogenéticas también ponen de manifiesto que son pocos los grupos de plantas que no se han visto afectados en algún momento por un segundo mecanismo evolutivo de cariz puramente citogenético conocido como poliploidización (adquisición de múltiples complementos de cromosomas). La poliploidización junto con procesos de diploidización (recuperación de un número diploide de cromosomas) y aneuploidización (adquisición o pérdida de algún cromosoma en ciertas poblaciones de una especie) han contribuido a la enorme variación en el número de cromosomas en el mundo de las plantas. También el desarrollo de la citogenética en plantas fue muy precoz y de hecho los primeros recuentos de cromosomas se

obtuvieron de plantas (helechos, *Zea*, *Nicotiana*, *Datura*, *Crepis*). Por ello se sabe desde mediados del siglo XX que la hibridación y la poliploidización no operan necesariamente de forma aislada y que cuando ambos procesos coinciden en el espacio y en el tiempo producen eventos de alopoloidización generados por la hibridación entre especies, más el aumento en el número de complementos cromosómicos. Claro, que al no tratarse de procesos frecuentes en vertebrados, los primeros libros de texto sobre evolución y especiación apenas les prestaban atención a pesar de ser tan frecuentes en plantas. En los primeros libros de evolución vegetal también se empezó a analizar el papel de los fenómenos de apomixis – también conocidos en diversos grupos de insectos– en el aislamiento genético puede conducir a la especiación en ciertas plantas (*Limonium*, *Hieracium*, *Citrus*, *Cupressus*).

Macro y microevolución en vegetales

En el último cuarto del siglo XX se han aportado numerosas pruebas convincentes que han establecido la concepción actual de que los grupos vegetales están sometidos a procesos de evolución gradual. Además, se ha tenido la oportunidad de documentar casos de estudio en los que se conjugan procesos micro y macroevolutivos (Eldredge y Gould 1972). Afortunadamente contamos ya con un par de ejemplos que demuestran el controvertido proceso de evolución a saltos. Los tan ibéricos dragoncillos, conejitos o boquitas de dragón (unas 25 especies en el género *Antirrhinum*; Fig. 2) fueron elegidos hace casi un siglo para elaborar un mapa genético de mutantes, para después pasar a ser una planta modelo en el estudio de desarrollo genético en angiospermas. Un par de ejemplos en *Antirrhinum* y parientes próximos sugieren que una sola mutación convierte la flor personada (zigomórfica) característica del género *Antirrhinum* en una flor con simetría casi radial (actinomórfica) en el género americano *Mohavea* (Hileman *et al.* 2002). La importancia de procesos epigenéticos (variaciones hereditarias no nucleotídicas del ADN) y de evolución a saltos también se demostró en un sorprendente trabajo en otro género próximo (*Linaria*) gracias a las aportaciones de una investigadora española (Cubas *et al.* 1999). El modelo "planta con flor" ha sido el más estudiado en botánica y se tiende a generalizar de forma incorrecta en la interpretación de los procesos evolutivos más frecuentes en todos los vegetales. De hecho, los mecanismos anteriormente descritos de hibridación, poliploidización y apomixis no concuerdan necesariamente con los mecanismos moldeadores de la evolución en otros vegetales como las algas y, sobre todo, los hongos. Los micólogos han descubierto la importancia de las mutaciones estructurales y de procesos de reticulación (incluso vegetativos)

que, a la espera de estudios citogenéticos detallados en grupos no muy conocidos, parecen estar detrás de la gran diversidad en el mundo fúngico.

Inmovilismo español en la botánica (siglos XIX y XX)

Mientras que la botánica en Europa y Norteamérica iba progresando gracias al nuevo enfoque que suponían las teorías evolucionistas, la botánica española de la segunda mitad del siglo XIX no reaccionó de la misma forma. De hecho, la botánica oficial (Graells, Colmeiro, Parada y Barreto, García Maceira) rechazó inicialmente las ideas darwinistas y el paradigma ecológico. Por el contrario, jóvenes botánicos como Esteban Boutelou, Odón de Buen, González Frago y



Fig. 2.- El género *Antirrhinum*, con unas 25 especies, está distribuido principalmente por la Península Ibérica. La flor personada que desarrollan tanto las especies de este género como las casi 300 especies de los 30 géneros que configuran la tribu Antirrhineae (*Mohavea*, *Linaria*, *Galvezia*, etc.) ha sido objeto de una intensa investigación desde principio del siglo XX. En concreto, *Antirrhinum majus* es considerada una planta modelo para el estudio taxonómico, genético, ontogenético y evolutivo. En esta figura se muestra la diversidad morfológica de varias especies (botánica descriptiva), la polinización con abejas, que son los únicos polinizadores efectivos de la flor personada de *Antirrhinum* (botánica explicativa), y varias fotografías que muestran polimorfismos del color floral a nivel inter e intraespecífico, carácter que parece haber sido determinante en la especiación del género (botánica evolutiva). Las fotografías han sido tomadas por P. Vargas en la Península Ibérica.

Secall tuvieron la oportunidad de analizar y divulgar pronto esta nueva concepción de la biología gracias a la llegada del Sexenio Democrático (1868), la *Sociedad Española de Historia Natural* y la *Institución Libre de Enseñanza* (Sala 1987; Pinar 1999). Los avatares políticos a finales del siglo XIX y las sesgadas interpretaciones del evolucionismo a principios del XX impidieron el desarrollo esperable del darwinismo en la botánica española. Blás Lázaro Ibiza ha sido tildado de introducir conceptos del darwinismo en España tras sus viajes académicos a Alemania, si bien posteriormente modificaría su actividad investigadora hacia otros intereses (González Bueno 1982 y referencias incluidas). También una reorientación en la interpretación del darwinismo por parte de Casterllarnau se observa en varias publicaciones a caballo entre los dos siglos (Pinar 1999). Algún botánico como Huguet del Villar (1929) aprovecha la publicación de su libro "*Geobotánica*" para comentar explícitamente la evolución biológica de los vegetales y sus adaptaciones al medio. Sin embargo, ni el desarrollo de la botánica mundial ni las pioneras posturas evolucionistas de otras disciplinas biológicas en España lograron que los botánicos españoles investigaran sobre la evolución de alguno de los numerosos grupos de plantas o profundizaran en las ideas neodarwinistas de la época. Las consecuencias de la guerra civil española y la influencia del régimen militar-religioso que se estableció inmediatamente después acentuaron una cauta postura de los investigadores que no fueron exiliados. En cualquier caso los biólogos españoles no cuestionaron el darwinismo y su síntesis basada en la genética moderna; por entonces era políticamente correcto invocar a un finalismo evolucionista (Alvarado 1959; Crusafont *et al.* 1966). Encontramos esta actitud en ciertos botánicos que

trataban temas de evolución de las especies (Cámara Niño 1950), mientras que otros muchos no se manifestaban. La botánica española estaba realmente de capa caída; por ejemplo, pocos botánicos españoles asistieron al *Congreso Internacional de Botánica* celebrado en París en 1954 donde se discutían aspectos evolutivos (Tabla 2). Por todo ello no es de extrañar que haya escaso material publicado en esas fechas por botánicos españoles que investigaran patrones evolutivos. En nuestra difícil búsqueda de algún artículo que nos sirviera como punto de partida en la aceptación de la teoría sintética de la evolución encontramos uno de P. Font Quer (1948) que discute e ilustra propuestas filéticas del grupo ibérico de especies del género *Arenaria*, aunque no comenta aspectos genéticos. Ni Font Quer ni otros botánicos cultivaron después la investigación en evolución de plantas y casi todos ellos parecían más preocupados por la descripción de taxones y sus comunidades vegetales, actitud que ha llegado hasta finales del siglo XX. La creación de la *Licenciatura en Ciencias Biológicas* en España (1951) fue esperanzadora; sin embargo produjo un lento cambio en el estudio de otras disciplinas botánicas debido al dominio establecido por la florística y la fitosociología (Heywood 2002). La inquietud científica dentro de la botánica se puede analizar a través de las publicaciones en dos revistas españolas de referencia fundadas por entonces: *Anales del Jardín Botánico de Madrid* (1941) y *Collectanea Botanica* (1946). Los genéticos españoles que estudiaron plantas domesticadas y sus parientes próximos fueron prácticamente los únicos investigadores que en los años 50 aportaron nuevas pruebas genéticas sobre evolución de plantas. Sirva como curiosidad la publicación de "*La Teoría de la Evolución a los Cien Años de la Obra de Darwin*" de Alvarado y

TABLA 2. DISCIPLINAS EN EL VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE BOTÁNICA (PARÍS, 1954)
(tomado de Heywood, 2002)

Participantes: c. 1805 Simposios: 28

- | | |
|--|--|
| 1. IUBS | 13. Botánica forestal |
| 2. Nomenclatura | 14. Materias primas de origen vegetal y su normalización |
| 3. Terminología botánica | 15. Etnobotánica |
| 4. Taxonomía, sistemática y filogenia: filogenia y taxonomía general de las plantas superiores, corología de las entidades taxonómicas | 16. Briología |
| 5. Paleobotánica: paleobotánica paleozoica, mesozoica y cenozoica | 17. Ficología |
| 6. Palinología | 18. Liquenología |
| 7. Fitogeografía: fitosociología, dinámica de las comunidades vegetales, ecología descriptiva | 19. Micología |
| 8. Morfología y anatomía: embriología, anatomía y morfología dinámica y descriptiva | 20. Fitopatología |
| 9. Citología | 21. Bacteriología |
| 10. Genética y taxonomía experimental | 22. Protección vegetal y material |
| 11. Fisiología vegetal | 23. Microbiología del suelo |
| 12. Botánica agronómica | 24. Antibióticos en biología vegetal |
| | 25. Protección de la naturaleza |
| | 26. Historia de la botánica |
| | 27. Jardines botánicos |
| | 28. Botánica mediterránea |

colaboradores (1959) en la que, por una parte, el capítulo de evolución de plantas es firmado por un botánico extranjero de corte finalista (H.J. Lam), mientras que los demás capítulos sobre otros organismos son firmados por autores españoles, a excepción de los capítulos de Th. Dobzhansky, P.-P. Grasse y H. Lemche. Igualmente esquivas fueron las posibles aportaciones de jóvenes botánicos. A pesar de que F. Bernis había defendido su memoria doctoral nueve años antes sobre un grupo complejo de plantas (género *Armeria*), este reconocido ornitólogo aporta un capítulo sobre la "*Variabilidad intraespecífica y especiación geográfica en las aves*". Otro extenso libro titulado "*La Evolución*" (con 968 páginas en papel biblia), donde participaron los autores españoles más prestigiosos sobre evolución, tampoco contó con ningún botánico, y nos tenemos que conformar con las cuatro páginas que Margalef incluyó para resumir la evolución de plantas y hongos (Crusafont *et al.* 1966).

¿Cómo evolucionó la botánica a finales del siglo XX?

Un notable cambio en el interés por la botánica evolutiva se puede observar al comparar los simposios presentados en los congresos internacionales de 1954 y 1999 (Tablas 2 y 3). La democratización de España desencadenó también una rápida apertura en el ámbito científico. Libertad de investigación, ayudas económicas desde Europa, nuevos planes ministeriales para la ciencia, programas de estancias en el extranjero y otros muchos cambios de gran repercusión científica supusieron un punto de inflexión en los años 80. Los estudios en diversidad biológica y conservación vegetal dieron sus primeros frutos con la publicación total o parcial de las primeras *Floras* (*Països Catalans*, 1984; *Ibérica*, 1986; *Andalucía Occidental*, 1987) (Tabla 4) y *Libros Rojos de Plantas* (Gómez Campo y colaboradores 1987). El desarrollo de una botánica no exclusivamente descriptiva, sino más bien experimental (micromorfología, citogenética, fitoquímica, biocomputación), se hizo posible gracias al acceso a nuevas tecnologías. El interés de numerosos botánicos en diferentes disciplinas produjo entonces una gran diversidad de profesionales en la botánica española, actitud que se ha seguido

incrementando hasta hoy día. Una visión detallada, aunque ciertamente sesgada, del estado de la botánica a principios de los años 90 se puede leer en Costa (1991). A partir de los años 80 y 90 se consiguieron resultados cada vez más competitivos por las directrices marcadas desde instituciones públicas (lideradas por el CSIC) de publicar en revistas de difusión internacional y recogidas en las listas *SCI* (del inglés *Science Citation Index*) del *ISI* (del inglés *Institute for Scientific Information*). La adecuación institucional a las líneas de investigación internacionales relacionadas con la biología evolutiva durante finales de los 80 quedó puesta de manifiesto por la redefinición de los *Departamentos de Ecología Evolutiva* en dos centros del CSIC: la *Estación Biológica de Doñana* y el *Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Sin embargo, aún no se ha creado ningún departamento de evolución en las universidades españolas. Un punto clave en el éxito internacional de la ciencia española ha sido nuevamente el acceso continuado a ciertas tecnologías. Como hemos comentado anteriormente, desde los años 80 se han ido incorporando técnicas y métodos en el análisis de patrones evolutivos. Una vez alcanzados niveles aceptables de abaratamiento de técnicas genéticas, los grupos de investigación españoles ávidamente incorporan cualquier nuevo avance molecular al servicio de la sistemática y de la evolución.

El concepto de especie: indicador de "salud científica" de la botánica en España

La concepción de la diversidad vegetal bajo el prisma de su evolución, clasificación y denominación puede analizarse en un determinado país a través de la interpretación del concepto de especie. La integración de estos tres aspectos de la biodiversidad ha sido (Cámara Niño 1950), está siendo (Brummitt 2002; Castroviejo 2004) y será (Moreno 2005) fuente de debate durante muchos años. En cualquier caso, la concepción y el análisis llevado a cabo por cualquier comunidad científica en la designación de las especies puede darnos una idea de hasta qué punto se refleja una aceptación de la biología evolutiva en un país.

TABLA 3. DISCIPLINAS EN EL XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE BOTÁNICA (MISSOURI, 1999)

Participantes: c. 4500 Simposios: 200

Sección I. Diversidad botánica: sistemática y evolución --- 71 simposios

Sección II. Ecología, medio ambiente y conservación --- 43 simposios

Sección III. Estructura, desarrollo y biología celular --- 25 simposios

Sección IV. Genética y genómica --- 19 simposios

Sección V. Fisiología y Bioquímica --- 21 simposios

Sección VI. Uso humano de las plantas --- 21 simposios

TABLA 4. SINOPSIS CRONOLÓGICA DE LAS REALIZACIONES MÁS IMPORTANTES QUE INFLUYERON EN LA BOTÁNICA ESPAÑOLA DE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX.

1951: creación de las Facultades de Biología.

Década 1970: medio ambiente (ICONA 1970), libros de plantas amenazadas, Flora Europaea (1964-1980).

Década 1980: primeras floras españolas modernas (1984-presente); estudios cariológicos; cladística; creación de departamentos de biología evolutiva (E.B. Doñana y Museo Nacional de Ciencias Naturales).

Década 1990: marcadores moleculares, filogenias, publicaciones SCI.

2000: Atlas y Libro Rojo de la Flora Amenazada Española.



Aunque en el siglo XX ningún botánico español utilizaba otro sistema que no fuera el lineano, curiosamente se aprecian publicaciones en las que se seguían analizando sistemas anteriores (Cámara Niño 1950). Con el primer código de botánica impuesto en 1905, y su completa internacionalización en 1930, se consiguieron estabilizar los nombres de las plantas (Nicolson 1991). Sin embargo, las peculiaridades del código internacional de botánica han tenido consecuencias inflacionistas que han afectado a la proposición de excesivos nombres, en comparación con otros códigos de nomenclatura como el de zoología. Una de estas peculiaridades consiste en la norma de mostrar nombres de los autores a continuación de los nombres científicos de las plantas. Dicha norma sirve para conocer convenientemente quién propuso un binomen de una especie por primera vez y, por tanto, refleja el principio básico de prioridad. Sin embargo, a nuestro juicio, hubo un exceso de protagonismo de nuestros botánicos por contemplar su nombre junto al de una planta, lo que produjo una superficialidad del sistema que afectó negativamente a la consideración de táxones con algún sentido biológico. Un claro efecto negativo se aprecia durante la segunda mitad del siglo XX, en el que se primó crear nombres de especies nuevas necesarias para dar mayor valor a una publicación, para describir nuevas comunidades vegetales o para revalorizar ciertas poblaciones locales, pongamos por caso. En muchas ocasiones se procedía a una rápida publicación de una propuesta nomenclatural tras un somero estudio taxonómico en una carrera por la prioridad de un

nombre. Los comentarios jocosos que circulaban entre los propios botánicos indicaban que la nomenclatura botánica no reflejaba necesariamente los conceptos de especie morfológica, biológica o filogenética. Por el contrario, otros conceptos de especie estaban intencionadamente detrás, tales como especie *oportunistica* (descripción de nuevas especies por una aplicación temporal interesada), *chovinista* (por su interés a la hora de recibir financiación de ciertos gobiernos locales) o *emotiva* (por el detalle de dedicarle un nombre a un ser querido). Desgraciadamente esta actitud acientífica ha ensombrecido los notables resultados taxonómicos publicados desde la mitad del siglo XX hasta nuestros días y ha producido descrédito de la taxonomía botánica por parte de profesionales de otras disciplinas.

Botánicos españoles filogenetistas

La irrupción de las técnicas moleculares y métodos filogenéticos en biología coincide ciertamente en el tiempo. Como ya ocurriera con los resultados de Mendel en el siglo XIX, el método cladista no fue considerado hasta la traducción al inglés del libro de Henig (1950) dieciséis años después. Desde mediados del siglo XX se han sucedido una serie de métodos fenéticos, cladistas y probabilísticos cada vez más sofisticados que se han refinado para ajustarse mejor al análisis y naturaleza de los datos procedentes de distintas técnicas moleculares. Aunque ya el estudio de las relaciones de parentesco entre poblaciones y entre especies se realizaba con proteínas y métodos basados en distancias genéticas y fenéticas

durante los años 60, hasta la aplicación de la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en 1985 no se hizo accesible ni la secuenciación de ADN ni el análisis del genoma total por las técnicas de "huella genética" (*finger-printing*). Por entonces la botánica española no se encontraba en la misma situación rezagada que en el momento histórico de las tres "convergencias" anteriormente mencionadas (sistemas de nomenclatura y clasificación de Linneo, darwinismo y teoría sintética de la evolución). El aperturismo internacional y científico desde la democratización de España en los años 70 nos puso en una disposición histórica para asimilar la avalancha de nuevas técnicas y métodos filogenéticos. Por entonces aparecieron las primeras floras modernas y revisiones taxonómicas que sentaban las bases de un conocimiento morfológico básico de la diversidad vegetal ibérica. Además, la reincorporación de investigadores españoles desde otros países europeos y norteamericanos gracias al programa de estancias en el extranjero permitió una optimización inmediata de la ciencia aprendida en otros lugares. Las primeras filogenias en los años 90 fueron realizadas por taxónomos españoles y muestran claramente el interés suscitado por ciertos grupos de botánicos distribuidos por distintas regiones españolas (Barcelona, Gerona, Madrid, Sevilla, Valencia, Zaragoza). La elaboración de hipótesis filogenéticas basadas en datos moleculares fue contemplada por unos ávidos taxónomos que vieron en las metodologías filogenéticas una herramienta imprescindible para abordar cuestiones de clasificación, biogeografía y patrones evolutivos. Muchos de ellos habían intentado previamente reconstruir patrones evolutivos a partir de la gran variabilidad cromosómica de las plantas. Ahora los métodos filogenéticos permitían reconstruir con garantías la evolución de la diversidad morfológica. No solo se trataba de inferir las relaciones de parentesco entre especies, sino también analizar las genealogías entre poblaciones de la misma especie. Todo ello ha ido produciendo un notable acercamiento de los estudiosos de la genética de poblaciones y ecología evolutiva a los filogenetistas.

ALBORES DEL SIGLO XXI: LA FINANCIACIÓN DE LA BIOLOGÍA ORGANISMICA Y SU INFLUENCIA EN LA CONSOLIDACIÓN DE LA BIOLOGÍA EVOLUTIVA

Análisis

La inclusión de los estudios de biología de organismos y sistemas dentro de los programas subvencionados por el Estado da una clara idea del interés que España muestra por conocer su entorno natural y solucionar los problemas medioambientales a través de la financiación de proyectos de biología vegetal y animal (incluida la evolución organísmica). En este apartado analizamos datos públicos de financiación de la I+D con la intención de obtener unos valores estadísticos básicos sobre las realizaciones de investigadores receptores de financiación en el *Plan Nacional de I+D 2000-2003*. Es precisamente uno de los subprogramas de financiación de este Plan Nacional (Cambio Global y Biodiversidad) el que propusiera a finales del siglo XX y gestionara uno de nosotros (Esteban Manrique) en el periodo que ocupa este análisis.

Para este estudio tomamos como datos de partida los incluidos en los 381 proyectos concedidos durante este periodo dentro de los objetivos prioritarios de los subprogramas de Cambio Global y Biodiversidad y de Biología de Organismos y Sistemas dentro de los programas nacionales de Recursos Naturales (REN) y del Promoción General del Conocimiento (PGC) respectivamente. Cada uno de los proyectos se ha analizado empleando como descriptores el título del proyecto, sus objetivos explícitos y las publicaciones del investigador principal a partir de proyectos concedidos anteriormente. Se asume así que el investigador principal mantendrá una misma tendencia a la hora de publicar resultados. Por tanto, los datos de productividad empleados (publicaciones en revistas incluidas en el SCI) no son el resultado de la financiación de dichos proyectos (2000-2003) sino una extrapolación en el momento del estudio debido al necesario retraso en conseguir publicaciones.

TABLA 5. SUBDIVISIÓN DE LA BOTÁNICA SEGÚN OBJETIVOS FINALES

Botánica descriptiva	Botánica explicativa	Botánica evolutiva
α -taxonomía	Genética del desarrollo	Sistemática
Morfología tipológica	Citogenética	Filogenias
Organografía	Dinámica vegetación	Filogeografía
Fisiología	Geobotánica	Coevolución
Cariología	Ecofisiología	Ecología evolutiva
Florística	Dispersión	Biogeografía histórica
Vegetación	Polinización	
Corología		

Una clasificación inicial ha servido para reconocer 228 proyectos de "botánica", "zoología" y "otros" cuando los sujetos de estudio son explícitamente plantas, animales u otros organismos, respectivamente. Se excluyen los proyectos de ecología ecosistémica.

Una posterior clasificación según el objetivo principal del proyecto ha permitido incluir los proyectos en tres disciplinas: *biología descriptiva* –que reuniría las disciplinas tradicionalmente relacionadas con la historia natural–, *biología explicativa* –disciplinas relacionadas con inferencia de procesos– y *biología evolutiva* –disciplinas relacionadas con los mecanismos y patrones evolutivos. De acuerdo con esta subclasificación, la botánica se ha subdividido en tres: (1) *botánica descriptiva*, el objetivo final es la descripción de las características de los vegetales, como ocurre en la α -taxonomía, la florística, la vegetación, la corología, la anatomía, la palinología, la cariología, etc.; (2) *botánica explicativa*, el objetivo final es la comprensión de los procesos que generan cambios en los estados actuales de los vegetales, como ocurre con la dinámica de la vegetación, la geobotánica, la dispersión, la polinización, la citogenética, la conservación, etc.; (3) *botánica evolutiva*, que si bien está dentro de la botánica explicativa, el objetivo final es someter a análisis hipótesis evolutivas concretas, como ocurre con la ecología evolutiva, la biogeografía histórica, las reconstrucciones filogenéticas, la filogeografía, etc. (Tabla 5, Fig. 3). De la misma forma se ha subdividido la zoología en tres categorías y los proyectos que traten de cualquier otro tipo de organismo.

Como señalamos más arriba, los indicadores de productividad se aplican solamente al investigador principal de cada proyecto con relación a sus publicaciones obtenidas en el mismo periodo (2000-2003) que, si bien son resultado de proyectos anteriores, no dejan de reflejar una estimación futura de la producción de dichos investigadores que ha posibilitado la concesión de los proyectos aquí analizados (Fig. 4). En concreto, el indicador de productividad en este periodo se estima como el cociente entre el dinero concedido para continuar la investigación por parte del investigador principal y el número de publicaciones en revistas del SCI durante el mismo periodo (2000-2003) (Fig. 5). Como quiera que los resultados obtenidos pueden haber sido publicados en revistas con índices de impacto muy dispares según la disciplina considerada, no se analiza la calidad científica según el valor relativo de dicho índice de impacto para poder comparar los datos entre disciplinas, independientemente de su repercusión.

Resultados del análisis de financiación

En la Fig. 3 se muestran los datos básicos de la financiación de la biología de organismos y sistemas en el Plan Nacional de I+D+I 2000-2003. El número de proyectos financiados claramente clasificables en las disciplinas de zoología y botánica en su sentido más amplio ha sido de 222, más 6 proyectos calificados como "otros" que aun perteneciendo a la disciplina de la biología de organismos y sistemas fue difícil su asignación a las disciplinas anteriores. La financiación total recibida por estos proyectos en los

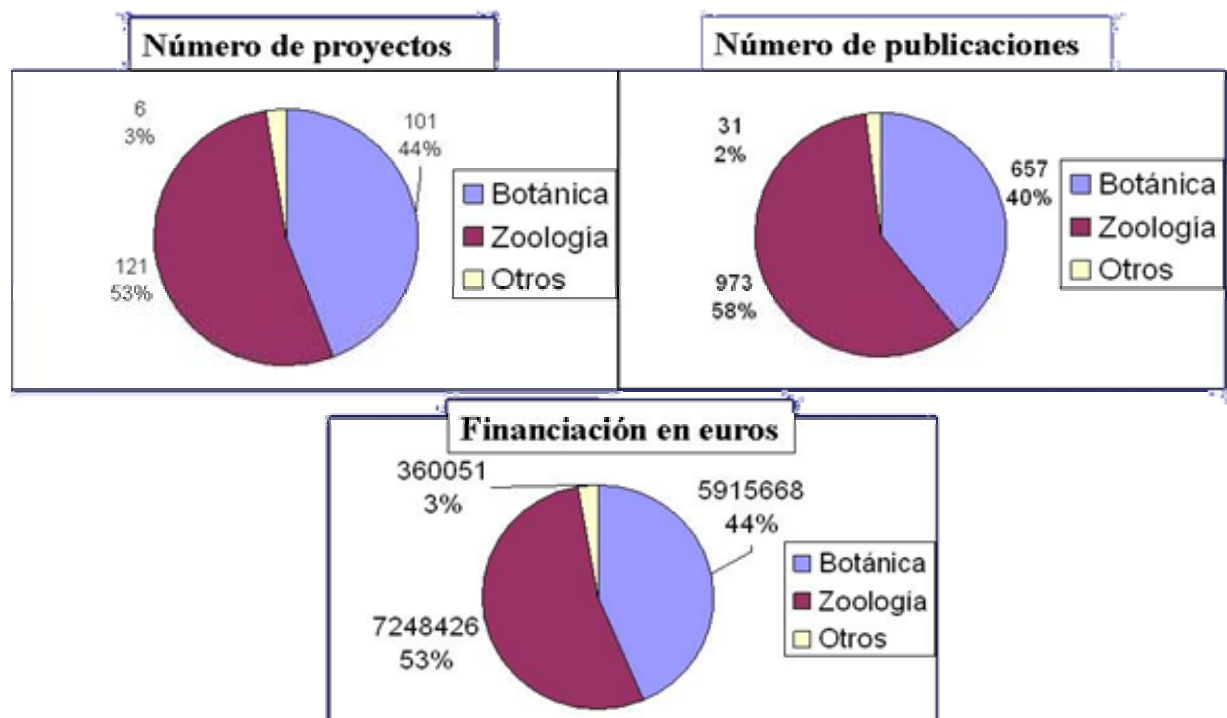


Fig. 3.- Financiación de la biología de organismos por parte del antiguo Ministerio de Ciencia y Tecnología (Programas Nacionales de Recursos Naturales y Promoción General del Conocimiento) en el periodo 2000-2003, ambos inclusive. Los organismos han sido clasificados dentro de botánica (plantas y hongos), zoología (metazoos) y otros (demás organismos). Los números de proyectos y los fondos concedidos comprenden el periodo 2000-2003. Las publicaciones incluidas en el SCI también son de este mismo periodo, si bien la financiación de los proyectos para dar origen a dichas publicaciones es lógicamente anterior.

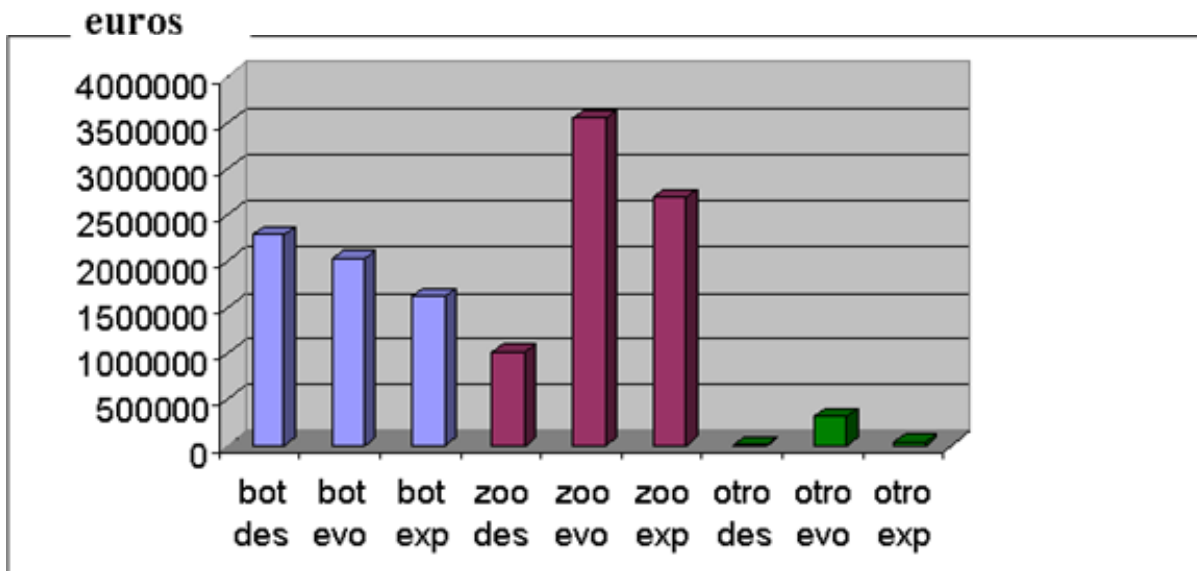


Fig. 4.- Financiación de la investigación en biología de organismos por el Ministerio de Ciencia y Tecnología durante el periodo 2000-2003. Cada grupo de organismos (botánica, bot; zoología, zoo; otro, demás organismos) ha sido subdividido en disciplinas descriptivas, evolutivas y explicativas.

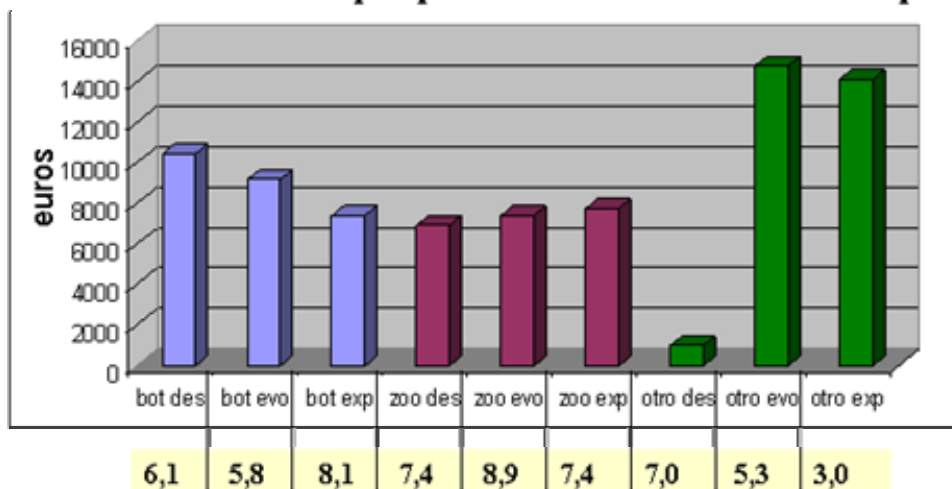
cuatro años de duración del mencionado Plan Nacional fue de 13.524.145 euros, lo que representa una financiación media de 105.000 euros por proyecto trienal. El número de publicaciones SCI producidas en el seno de estos proyectos financiados fue de 1.661, lo que representa una productividad media de esos proyectos de 3,4 publicaciones por proyecto y año. El rango del valor del índice de impacto de las revistas es muy amplio (desde menos de 1 a más de 10) con una gran proporción entorno al 2-3.

En la Fig. 4 se muestra la distribución de la financiación anteriormente mencionada por las subdisciplinas científicas que se detallan en la Tabla 5. De entre las tres subdisciplinas botánicas cabe destacar una financiación superior de la botánica descriptiva, seguida de la botánica evolutiva y por último de la botánica explicativa.

Entre las subdisciplinas zoológicas destaca la altísima financiación de la zoología evolutiva y de la experimental, comparado con la baja financiación de la zoología descriptiva, básicamente concentrada en la financiación de los proyectos de Fauna Ibérica.

Estos mismos resultados cobran mayor interés una vez relativizados a la producción de publicaciones científicas en revistas del SCI (Fig. 5). Ni el coste por publicación en las tres subdisciplinas de la botánica ni el indicador de productividad para cada una de ellas siguen un patrón paralelo al de la financiación de las mismas (Fig. 4). El indicador de coste medio por publicación en la botánica descriptiva se sitúa en torno a 10.000 euros, seguida por la botánica evolutiva y explicativa. Estos valores están lógicamente relacionados con el hecho de que la

Indicador de coste medio por publicación: subvención/número publicaciones



Indicador de productividad: número publicaciones/número de proyectos

Fig. 5.- Niveles de calidad científica según la financiación por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología, número de proyectos concedidos y número de publicaciones incluidas en el SCI. Un indicador de coste se ha obtenido por el cociente entre la media del importe total concedido a los proyectos y el número medio de publicaciones de los investigadores principales en el periodo 2000-2003 según disciplinas. Además se muestra un indicador de productividad que se ha obtenido por el cociente entre el número medio de publicaciones incluidas en el SCI y el número medio de proyectos financiados.

botánica explicativa es la que menos financiación recibió, seguida de la botánica evolutiva y por último de la botánica descriptiva. Esto viene a indicar la gran consolidación de la botánica explicativa con investigadores altamente productivos que publican sus resultados mayormente en revistas SCI y con un coste medio por publicación muy inferior al de otras subdisciplinas. El relativamente bajo índice de productividad de la botánica evolutiva junto con un coste medio por publicación relativamente alto puede ser un indicativo de la juventud y costes experimentales de esta subdisciplina de investigación (véanse capítulos anteriores). El elevado coste medio por publicación SCI de la botánica descriptiva pudiera reflejar que en esta subdisciplina los artículos científicos resultantes son publicados no necesariamente en revistas del SCI (libros, revistas nacionales –ninguna de ellas está incluida en listas del SCI–, internet, etc.), aspecto que no ha sido considerado en este estudio. Un análisis comparativo de estos resultados con los valores de los mismos índices en subdisciplinas de zoología no muestra paralelismo alguno (Fig. 4). En concreto, la zoología evolutiva presenta el más alto indicador de productividad (8,9), con un coste por publicación bastante bajo y que, por tanto, sugiere que se trata de una subdisciplina de investigación muy bien asentada, productiva y con un alto carácter de internacionalización. Dado el bajo número de proyectos en biología orgánica distinta de la botánica y de la zoología (“otros”), no se discuten los resultados.

CONCLUSIONES FINALES

Los favorables aires que corren en la ciencia española son un reflejo de la incorporación a la ciencia oficial de las tendencias vanguardistas occidentales. La sensación que tenemos muchos investigadores es que se financian proyectos de repercusión internacional, y no intereses políticos del momento, gracias a la evaluación de la productividad según las listas internacionales de calidad científica. De hecho, cualquier investigación de calidad tiene cabida en alguna de las listas que sirven como baremo (listas del SCI) para los estamentos oficiales. Los botánicos españoles ya somos capaces de publicar en cualquier revista de gran repercusión oficial. Incluso los proyectos más técnicos de catalogación y conservación, que tienen dificultades de financiación en otros países europeos, son también financiados. Ahora queda esperar que los adversos aires que corren desde EE. UU. a favor de corrientes acientíficas (e. g., diseño inteligente) no influyan negativamente en una circunnavegación internacional, concretamente en una ciencia española que por fin se ha sacudido del lastre de la política científica del pasado.

Agradecimientos

En primer lugar agradecemos a Gonzalo Nieto Feliner la revisión crítica del manuscrito. Quedamos también agradecidos con Antonio González Bueno y Vernon Heywood por la discusión de algunos aspectos de la presente publicación. Además agradecemos a Jesús Fernández Segovia por su análisis de proyectos, publicaciones y financiación de los datos comprendidos entre 2000 y 2003 y al Ministerio de Educación y Ciencia por la financiación de la Acción Especial REN2002-10876-E. Este trabajo es parte de las actividades del comité español de DIVERSITAS (www.diversitas-es.org/).

REFERENCIAS

- Álvarez López, E. 1957. *Especiación, Subespeciación y Biogeografía*. Ed. Summa, Madrid.
- Álvarez López, E. 1957. Apuntes para un concepto del género y la especie en la historia de la botánica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 10: 107-191.
- Alvarado, R. y colaboradores. 1959. La teoría de la evolución a los cien años de la obra de Darwin. *Rev. Univ. Madrid* 7: 1-559.
- Bernis, F. 1959. Variabilidad intraespecífica y especiación geográfica en aves. *Rev. Univ. Madrid* 7: 351-410.
- Brummitt, R.K. 2002. How to chop a tree. *Taxon* 51: 31-41.
- Cámara Niño, F. 1950. Sobre las especies botánicas. *Anales Jard. Bot. Madrid* 10: 107-136.
- Castroviejo, S. 2004. *De Familias, Géneros y Especies. La Eterna Búsqueda de la Estabilidad en la Clasificación Biológica*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid.
- Costa Talens, M. 1991. Botánica. Pp. 307-332. *En: López Piñero, J.M. (ed.) España y Ciencia*. Espasa Calpe, Madrid.
- Crusafont Pairó, M., Meléndez, B. y Aguirre, E. 1966. *La Evolución*. Ed. Católica, Madrid.
- Cubas, P. Vincent, C. y Coen, R. 1999. An epigenetic mutation responsible for natural variation in floral symmetry. *Nature* 401: 157-161.
- Darlington, C.D y Mather, K. 1950. *Genes, Plants and People: Essays on Genetics*. Allen & Unwin, Blackiston & Co, Filadelfia.
- Eldredge, N. y Gould, S.J. 1972. Punctuated Equilibria: an Alternative to Phyletic Gradualism. *En: Schopf, T.M. (ed.) Models in Palaeobiology*. Freeman Cooper & Co., San Francisco, California.
- Font Quer, P. 1948. Morfología, nomenclatura i geografía de l'*Arenaria aggregata* (L.) Loisel. *Inst. Est. Cat.* 15: 1-45.

- Font Quer, P. 1953. *Diccionario de Botánica*. Ed. Labor, Barcelona.
- Gómez Campo, C. 1987. *Libro de Especies Vegetales Amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares*. MAPA, ICONA, Madrid.
- González Bueno, A. 1995. La ciencia farmacéutica en el Ateneo. Blás Lázaro Ibiza (1851-1921). *El Ateneo* 6: 66-68.
- Glick, T., Ruiz, R. y Puig-Samper, M.A. 1999. *El Darwinismo en España e Iberoamérica*. Ed. Doce Calles, Univ. Nac. Autónoma México y CSIC, Madrid.
- Grant, V. 1963. *The Origin of Adaptations*. Columbia Univ. Press, New York.
- Grant V. 1971. *Plant Speciation*. Columbia Univ. Press, New York.
- Henning, W. 1950. *Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*. Deutscher Zentralverlag, Berlin, Alemania.
- Heywood, V. 2002. Desarrollo de la botánica en los últimos 50 años y su contribución a las ciencias ambientales y la conservación de los recursos naturales. En: Hernández Tristan, R., Corral Mora, L. e Infante García-Pantaleón, F. (eds.). *50 Años de Biología en España*. Conferencia Española de Decanos de Biología, Madrid.
- Hileman, L.C., Kramer, E.M. y Baum, D.A. 2002. Differential regulation of symmetry genes and the evolution of floral morphologies. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100: 12814-12819.
- Huguet del Villar, E. 1929. *Geobotánica*. Ed. Labor, Barcelona.
- Lam, H. J. 1959. Morfología, evolución y filogenia en el reino vegetal. *Rev. Univ. Madrid* 7: 81-126.
- Margulis, L. 1967. On the origin of mitosing cells. *J. Theor. Biol.* 14: 255-274.
- Margulis, L y Sagan, D. 2002. *Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species*. Perseus Books Group, Nueva York.
- Mendel, J.G. 1866. *Versuche über Pflanzenhybriden Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn*. (En inglés traducido por Druery, C.T y William Bateson. 1901. Experiments in plant hybridization. *J. Royal Hort. Soc.* 26: 1-32.)
- Moreno, M. 2005. De la taxonomía tradicional a las filogenias moleculares. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* 100: 45-65.
- Nicolson, D.H. 1991. A history of botanical nomenclatura. *Annals Miss. Bot. Gard.* 78: 33-56.
- Pinar, S. 1999. Darwinismo y botánica. Aceptación de los conceptos darwinistas en los estudios botánicos del siglo XIX en España. En: Glick, T., Ruiz, R. y Puig-Samper, M.A. (eds.) *El Darwinismo en España e Iberoamérica*, Ed. Doce Calles, Univ. Nac. Autónoma México y CSIC, Madrid.
- Sala Catalá, J. 1987. *Ideología y Ciencia Biológica en España entre 1860 y 1881. La Difusión de un Paradigma*. CSIC, Madrid.
- Sandín, M. 1995. *Lamarck y los Mensajeros. La Función de los Virus en la Evolución*. Ed. Istmo, Madrid.
- Stebbins, G. L. 1951. *Variation and Evolution in Plants*. Columbia Univ. Press, New York.
- Templado, J. 1959. Un siglo de evolucionismo. *Rev. Univ. Madrid* 7: 17-48.
- VV. AA. 1959. La teoría de la evolución a los cien años de la obra de Darwin. *Rev. Univ. Madrid* 7: 1-561.

Información de los Autores

Pablo Vargas (Madrid 1965) es Investigador Científico del CSIC en el Real Jardín Botánico de Madrid. Además, es socio fundador y fue miembro de la primera junta directiva de la SESBE. Desde sus primeras publicaciones en 1986 ha investigado en distintas disciplinas botánicas, tales como taxonomía, florística, fitosociología, citogenética, sistemática molecular, biogeografía y ecología evolutiva. Su línea de investigación desarrollada en los últimos años aborda la reconstrucción de la historia evolutiva de grupos de angiospermas en regiones florísticas concretas (islas oceánicas, Mediterráneo, California), empleando para ello técnicas moleculares y métodos filogenéticos. En este momento su equipo realiza una investigación multidisciplinar (taxonomía, genética, filogenia, ecología) sobre varios grupos de angiospermas, y en particular en jaras (*Cistus*) y dragoncillos (*Antirrhinum* y parientes próximos). El objetivo final de todos estos proyectos es conectar análisis poblacionales y supraespecíficos para inferir conexiones entre los procesos macro y microevolutivos responsables del cambio evolutivo.

Esteban Manrique (Valladolid 1953) es Profesor de Investigación en el Instituto de Recursos Naturales del Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC, en Madrid. Durante su dilatada carrera científica ha dirigido 8 tesis doctorales, ha sido profesor titular de universidad en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid durante 20 años e investigador visitante en varias universidades europeas. Ha sido Subdirector General de Promoción General del Conocimiento (1990-1993) y Subdirector General de Programas y Organismos Internacionales (2003-2006) en el Ministerio de Educación y Ciencia, además de haber representado a este ministerio en sucesivos programas marco de la Unión Europea (1986-1990; 1994-2003). Ha actuado también como colaborador-experto, nombrado por la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, en el desarrollo de varios programas nacionales de I+D y principalmente en la creación y elaboración del primer programa

nacional de investigación sobre cambio global y biodiversidad (2000-2003). Ha sido Coordinador Científico Técnico del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED (2006-2008). Ha publicado 49 artículos científicos y capítulos de libros con revisores internacionales y 5 artículos de divulgación científica. Fue co-organizador y promotor de la participación de España en el programa GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) participando como *vice-Chair* del Comité Científico. Ha sido invitado como conferenciante en multitud de charlas, coloquios y conferencias sobre política científica y gestión de la I+D en España y en la Unión Europea.