



Mediterránea W W W . D R O S O P H I L A . E S

Síguenos en 🧱





Número Monográfico Flora y Vegetación Mediterránea

EDITORIAL

Tratar de resumir en unas cuantas líneas todo lo que contiene en su interior el más reciente monográfico de *Boletín Drosophila* me resulta una tarea harto compleja, pues vamos a tratar temas tan diversos como la Genética, la Biodiversidad, la Taxonomía, la Evolución, la Extinción de especies, incluso temas tan aparentemente nada científicos como las invasiones alienígenas o la hechicería. ¿No me creen? Pues basta con que terminen de leer este editorial y empiecen a asimilar la sabiduría que atesora el corazón de pulpa de celulosa (no podía ser de otro tipo) de este nuevo número monográfico.

Y ahora que hablamos de celulosa, ¿se han parado a pensar qué organismos son capaces de degradar la celulosa vegetal? Los hongos quizás sean los más importantes (que no los únicos). En definitiva, lo que da forma a los bosques que conocemos bajo la denominación de "bosques mediterráneos" son estos organismos eucariotas que lo habitan, mantienen y modelan, aunque a menudo no los valoremos ni los conozcamos más allá de la cazuela... si es que coméis sus cuerpos fructíferos. Y no será por su escasez, pues son los más abundantes tras los insectos. Pero no es momento de lamentarse ni autoflagelarse, pues para eso traemos una buena dosis de micología de la mano de Mª Teresa Tellería.

Pero no todo el monte es orégano (quizás este refrán sea muy propio en este caso) ni toda la flora y vegetación mediterránea se restringe a las especies que componen la comunidad boscosa. Aquella frase que se le atribuye a Estrabón de que una ardilla podría recorrer España desde los Pirineos a Gibraltar de rama en rama es una auténtica falacia, y ni que decir tiene que la variante simiesca "propuesta" por Italo Calvino en su "Barón Rampante" decae por las mismas razones que paso ahora a exponer brevemente. En primer lugar porque en el tercer volumen de la obra "Geografía", el bueno de Estrabón no menciona en ningún momento ardilla alguna (ni hay monos en Italia, como pretendía Calvino) y en segundo lugar, por la existencia de los espartales, a las que podemos denominar como las "estepas ibéricas", territorios llanos cuajados de vegetación herbácea y diversidad, tal como nos explicará Carlos Romero Zarco.

Para finalizar, decirles que en el interior del volumen que tienen entre manos hay un billete para un viaje muy especial. Si no lo encuentran es que no han mirado bien entre las páginas, o es que somos tan retorcidos que pretendemos que lean entre líneas. El viaje parte desde hace unos 420 millones de años, allá por Silúrico Superior, y llega hasta nuestros días de manos de unos viajeros muy especiales, 7 especies de helechos de la región mediterránea. ¿Están listos para dejarse conducir por las vías de la Historia Natural de manos de Baltasar Cabezudo y Ángel Salvo?

Esto es un adelanto de lo que le tenemos preparado en este pantagruélico banquete científico-divulgativo. Si quiere conocer sobre qué aspecto gira la invasión alienígena de la que le hablaba al comienzo de este editorial, tendrá que leerlo por usted mismo. Como pista le diré que tal invasión tiene lugar actualmente y que se produce en el medio acuático. ¿A qué esperas para ir a descubrirlo?

Índice

- El bosque mediterráneo, 3
- El papel de los hongos xilófagos en el bosque mediterráneo, 6
- Helechos mediterráneos, 9
- Diversidad de la familia solanáceas en la región mediterránea, 13
- El espartal, un ecosistema estepario de gran riqueza florística, 16
- -Lo que queda de los bosques en el valle del Guadalquivir, 19
- -Especies extinguidas de la flora española, 21
- Especies invasoras en el Mediterráneo, 24



El bosque mediterráneo es un ecosistema que debe parte de sus características a la acción del ser humano.

Si por bosque entendemos una formación de plantas leñosas en las que el estrato arbóreo predomina sobre el arbustivo y en espesura suficiente para cubrir una parte significativa de la superficie, estaremos prescindiendo de extensas áreas de territorio que con clara vocación forestal, han perdido o no han llegado a tener arbolado, pero en las que se asienta una vegetación arbustiva y herbácea que debe ser objeto de nuestro estudio y conservación por la gran importancia que tiene en áreas de clima mediterráneo.

Es por lo que sería más apropiado utilizar el nombre de MONTE MEDITERRÁNEO, en el que incluiríamos los espacios naturales con vegetación espontánea o naturalizada tanto arbórea como arbustiva y herbácea. Este MM es formación climática ya que tanto su estructura como la morfología de sus componentes están determinados y adaptados al clima que soportan; en este caso el clima mediterráneo, caracterizado por tener un periodo prolongado de sequía severa y elevadas temperaturas. Estas dos circunstancias son las que determinan la existencia del MM y no su situación geográfica (podemos encontrar

formaciones similares en California, centro de Chile, suroeste de Australia, etc.), ni el suelo sobre el que se asientan ya que hay MM en suelos de diversa naturaleza.

Este clima de largos veranos secos y cálidos, configuran un bosque esclerófilo y perennifolio, cuyos componentes han desarrollado mecanismos encaminados a minimizar la pérdida de agua, con hojas pequeñas de consistencia coriácea con estomas reducidos y con sustancias protectoras oleosas en algunas especies arbustivas. Además, este carácter esclerófilo de las hojas las hace ser resistentes al frío y a las heladas invernales lo que propicia una cierta actividad vegetativa en estos periodos permitiendo, además, que alcance emplazamientos de notable altitud. La perennifolia hace reducir el consumo de energía al evitar la formación de hojas nuevas cada primavera, lo que permite mantener una actividad fotosintética en la mayor parte del año.

En cuanto a su estructura, podemos decir que el estrato arbóreo está formado por escasas especies; encina y alcornoque como elementos principales, quejigos y rebollos como figuras de



Las especies del género *Cistus* son típicas del bosque mediterráneo.

transición a los bosques caducifolios; los pinares los debemos de considerar como formación de sustitución de los anteriores, que participan enteramente en su perennifolia y en su esclerofilia. Son estos pinares sustitución del bosque climácico original que además han sido fijados y ampliados en nuestro país por las importantes repoblaciones llevadas a cabo en los últimos 150 años.

Olmos y almeces serían también elementos de transición a las formaciones ribereñas o bosques de ribera que aunque dentro del área mediterránea, no las podemos considerar como MM al estar condicionadas por la vecina corriente de agua. En el estrato arbustivo encontramos, en cambio, gran diversidad de especies y que corresponden en la mayoría de los casos a etapas de sustitución por pérdida de arbolado en parte o la totalidad.

Tenemos por tanto un monte climático, esclerófilo, perennifolio, de escasas especies en el estrato arbóreo y pluriespecífico en el arbustivo y herbáceo, del que el hombre ha obtenido desde tiempos remotos gran diversidad de productos: maderas, leñas, carbón, corcho, resinas, frutos, esencias, etc., siendo además escenario de la caza y el pastoreo. De estos productos los dos más importantes han sido la bellota y el corcho, no sólo por su valor monetario sino también como propiciadores de su conservación.

En relación a la bellota, debemos considerar la dehesa como una de las actuaciones humanas más exitosas en el terreno forestal. Es un bosque aclarado, con árboles lo suficientemente espaciados para favorecer por una parte el desarrollo de grandes y soleadas copas, aptas para la producción de fruto y por otra, suelos libres de matorral capaces de sustentar pastizales y/o agricultura. La obtención de corcho a partir de una explotación racional del alcornoque garantiza su permanencia y rentabilidad. Su explotación como productores de taninos hubiera acabado antes o después con él, ya que para su obtención se usaba, además del corcho, la corteza madre (cambium), acortando drásticamente la vida del árbol.

Sin embargo son muchos los casos en que la explotación se ha llevado de forma abusiva y cortoplacista, prevaleciendo la obtención inmediata de bienes de consumo; maderas, leñas, etc., arriesgando la necesaria permanencia del bosque, proveedora ésta de bienes de naturaleza intangible y a largo plazo como; creación y mejora de suelos fértiles evitando además su erosión, mejora del clima, regulación de cauces y contención de aguas de escorrentía, cobijo y alimentación de la fauna, etc.

En estos montes sobreexplotados contemplamos la decadencia de lo que en otras épocas fue un bosque denso de encinas y alcornoques como



Ejemplo de matorral mediterráneo

especies dominantes, quejigos y rebollos como subordinadas que definiría la situación de clímax u óptimo natural, que evoluciona a lo largo del tiempo en respuesta a acciones de factores naturales y humanos.



Árboles como las encinas cumplen un papel primordial en el bosque mediterráneo a la vez que aportan beneficios a la sociedad.

En el bosque aclarado, generalmente por la acción humana, aparecen primero especies del estrato arbustivo noble con fresnos, madroños, algarrobos, enebros, mirtos, ruscos, madreselvas, torviscos, rosales, etc. La persistencia de las acciones regresivas, hace que casi desaparezcan las especies arbóreas originales, llegando a la llamada etapa de pinares, que ha sido fijada y potenciada con las repoblaciones forestales ya mencionadas.

Es el pino carrasco, frugal acompañante de la encina o carrasca, el más característico del MM en suelos calizos y el rodeno y piñonero en silíceos. Acompañan a los pinos sotobosque de retamas, jara pringosa, jaguarzo moruno, estepa negra y brezal en zonas de alcornoque. A partir de aquí, si la regresión continúa, aparecen etapas de mayor aridez con cantuesos, tomillos, siemprevivas y finalmente cardos y lastones.

En nuestra historia siempre ha prevalecido lo agrícola y ganadero sobre lo forestal; baste recordar el poder de la Mesta durante siglos propiciando un pastoreo abusivo cuando así lo requerían las circunstancias o la irrupción del arado en zonas de dudosa vocación agrícola, todo ello en perjuicio de la permanencia en condiciones óptimas del MM.

Podríamos resumir así las actuaciones que han ido en detrimento de estos montes:

- •Extracción incontrolada y abusiva de productos (maderas, leñas, resinas, etc.)
- •Actividad ganadera desmedida sin respetar la necesaria regeneración del vuelo tanto el arbustivo como el arbóreo
- •Incendios forestales intencionados, son los más frecuentes y por distintos motivos; generación de pastos, eliminación de matorral, piromanía, venganzas, especulación... etc.
- •Roturaciones inadecuadas buscando una mejor remunerada producción agrícola.
- •Y ya en tiempos recientes vergonzosos desmontes encaminados a la especulación urbanística.

Todo esto ha llevado a una pérdida paulatina o drástica de parte del arbolado que se ha ido sustituyendo por especies arbustivas, primero como sotobosque del bosque original, luego como protagonistas de la cubierta vegetal y finalmente, raleando, a la garriga esteparia.

El mantenimiento de éstos importantes espacios naturales será efectivo con:

Una explotación racional que aúne rentabilidad y permanencia, que hagan de los MM factores de producción sostenible.

En los casos que ésto no sea posible, aplicar alguna de los numerosas figuras de protección con las que cuenta nuestra legislación medio-ambiental que impidan acciones que, como la historia enseña, vayan en detrimento del MM como protector de suelos, configurador del paisaje y reservorio de biodiversidad.

Joaquín Santana

Licenciado en Ingeniería Forestal. Naturalista y Divulgador de la Flora y Vegetación Mediterránea.



Desconocidos, numerosos y esenciales, así son los hongos. De entre todos los organismos eucariotas son los peor conocidos y, tras los insectos, los más numerosos. Se estima en millón y medio el número de especies que pueden poblar la Tierra y en poco más de 100.000 las hasta ahora documentadas. Son fundamentales para el mantenimiento de los ecosistemas, pues sin ellos no sería posible la mayor parte de la biodiversidad de nuestro planeta; tampoco lo serían la agricultura, ni la ganadería, ni el pan, ni el vino, ni otros muchos alimentos, por citar solo algunas cuestiones de mayor interés para los humanos.

Pero si de entre todas estas cuestiones tuviera que elegir una, me quedaría con el papel que los hongos juegan en el funcionamiento y regeneración de los ecosistemas forestales. Los hongos están implicados en tantos procesos que, sin ellos, la vida del bosque no sería posible. Así los encinares, alcornocales, quejigales, sabinares, pinares, pinsapares, piornales, enebrales, brezales, jarales o madroñales que configuran el paisaje vegetal de la España mediterránea, no serían viables si les faltara la cohorte de hongos que les

acompañan. Esta España, cuyo paisaje viene marcado por un largo periodo de sequía estival, encierra una biota fúngica, tan rica y diversa, que supera con mucho las expectativas que la falta estacional de agua pudiera llevarnos a suponer.

Como se trata aquí de combinar el papel de los hongos y el bosque mediterráneo voy a elegir, por su relevancia ecológica y medioambiental, el grupo de los xilófagos aunque soy consciente de que esto limita, y mucho, la percepción del papel que los integrantes del Reino Fungi juegan en los ecosistemas forestales. Simbiontes con las plantas vasculares, parásitos de estas mismas plantas o competidores entre sí son solo algunos aspectos más en los que los hongos están implicados.

Pudrición blanca frente a pudrición parda

Los hongos digieren los desechos que el bosque produce y los transforman en nutrientes que las plantas reutilizan, a la vez que liberan el espacio ocupado por los árboles muertos para permitir así el crecimiento de nuevos ejemplares.



La pudrición blanca se debe a hongos que son capaces de degradar celulosa, hemicelulosa y lignina.

De esta labor se encargan, en gran medida, los hongos xilófagos, basidiomicetes y ascomicetes, que se alimentan de la madera y por ende la descomponen a través de su poderoso sistema enzimático. Estos hongos son capaces de degradar la celulosa, la lignina y las hemicelulosas que, en porcentajes del 50%, 25% y del 20-25% respectivamente, componen la madera. Las enzimas fúngicas encargadas de esta degradación manifiestan una innegable especificidad; así endoglucanasas, exoglucanasas y β -glucosidasas degradan la celulosa en glucosa, mientras que lacasas y peroxidasas descomponen la lignina, el polímero orgánico más abundante de la Tierra.

Mientras que todos los hongos son capaces de degradar la celulosa y las hemicelulosas, solo unos pocos pueden descomponer la lignina, lo que lleva a dos tipos principales de pudrición. Aquellos que descomponen la celulosa, las hemicelulosas y la lignina confieren a la madera degradada un aspecto fibroso, blando y blanco que conocemos como pudrición blanca o fibrosa, mientras que los que son incapaces de degradar la lignina originan un residuo, en forma de cubos pardos que se desmenuzan con facilidad y que conocemos como pudrición parda o cúbica. Con carácter general, la pudrición blanca es mayoritaria en nuestros

bosques. Estos hongos, hoy tan abundantes, evolucionaron con posterioridad a los de pudrición parda lo que, muy a la larga, tuvo importantes repercusiones demográficas, socioeconómicas y ambientales. Veamos por qué. La presencia de plantas ricas en lignina en los bosques pantanosos del Carbonífero y la falta de hongos capaces de degradarla, originaron los estratos de carbón que dan nombre a este periodo paleozoico. Carbón que, a

finales del siglo XVIII, se extraía de las minas se convirtió en la fuente energética que propició la revolución industrial y ya, bien entrado el siglo XIX, la del transporte con la llegada del ferrocarril y el barco de vapor.

¿Qué sucede en el bosque mediterráneo?

Contestar a esta pregunta tiene una cierta dificultad pues la mayoría de los datos disponibles proceden de los bosques boreales y corresponden, en su mayor parte, al grupo de los hongos poliporáceos (basidiomicetes). No obstante tomando como base un trabajo que, sobre hongos xilófagos del Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas (Jaén), publicamos en 2009 vamos a tratar de extraer algunas conclusiones. El número de especies de poliporáceos catalogadas en el enclave fue de 54, lo que viene a representar un 14% del total de las especies europeas. Un 19% de ellas fueron de pudrición parda, un porcentaje inferior al general europeo que alcanza el 25%. El género de este grupo mejor representado en el enclave jienense es Antrodia con cinco especies frecuentes en madera de pino y una sexta, Antrodia albidoides, especie típica mediterránea que vive en madera de labiérnagos, algarrobos, encinas y ericas de los



Hongo del género *Antrodia* creciendo sobre un tronco en proceso de descomposición.

bosques de Italia, Francia, Portugal y España; a *Antrodia* le sigue *Gloeophylum* con dos especies frecuentes en madera pino y *Daedalea* y *Phaeolus*, con una sola especie cada uno, que viven en la de encina y pino respectivamente. Son mayoritarias las especies que causan pudrición blanca con *Tyromyces* por un lado y *Ganoderma*, *Polyporus* y *Skeletocutis*, por otro, como géneros mejor representados, con cinco y cuatro especies respectivamente.

Megalópolis arbóreas

En 1996, Margulis y Sagan se planteaban la pregunta ¿qué es la vida? en un libro de igual título; pregunta a la que daban múltiples respuestas; entresacamos una de ella: "... la vida se renueva y los hongos, en su calidad de recicladores, contribuyen a mantener rebosante de vida la superficie del planeta" y así es. Pongamos algún ejemplo. El residuo de lignina que la pudrición parda produce es muy estable, permanece inalterado por cientos de años y supone un elevado porcentaje del

volumen del suelo forestal. Entre sus cualidades está la capacidad de almacenar agua, la de facilitar el desarrollo de los hongos ectomicorrícicos, la de contribuir a la fijación del nitrógeno y la de regular la temperatura edáfica. Pero además, los hongos xilófagos crean en los árboles, tanto vivos como muertos, multitud de Micro-hábitats que albergan una gran diversidad de organismos saproxílicos, entre otros, pequeños mamíferos, aves e

insectos que en ellos buscan refugio y alimento. Llegan a ser estos enclaves tan ricos y fructíferos que se han llegado a calificar como "megalópolis arbóreas". Pues bien, una práctica forestal inadecuada, que no mantenga en el bosque un volumen de madera muerta que se acerque a la de los bosques naturales, acabará dando al traste con estos ecosistemas. Una deficiente gestión forestal, enfocada únicamente a la producción de madera, por un lado, y a la prevención de los incendios forestales, por otro, cercenará los ciclos de nutrientes y amenazará la diversidad de los organismos saproxílicos y xilófagos que estos enclaves atesoran; biodiversidad hoy en peligro y siempre necesaria para que la vida del bosque se perpetúe.

> **M. Teresa Telleria**. Real Jardín Botánico, CSIC Madrid.

Helechos mediterráneos

Los helechos fueron los primeros colonizadores de la superficie de los continentes hace 420 Ma, adaptándose a unas condiciones entonces extremas como era la atmósfera, en donde la incidencia de las radiaciones UV eran letales por la ausencia de capa de ozono. Ellos serían los encargados de enriquecer la atmósfera de O2 y crear el escudo protector ozónico que posibilitó la vida sobre las tierras emergidas. Sin embargo su extrema dependencia del agua les hacía débiles ante la competencia primero de las gimnospermas, con un cuerpo vegetativo mejor adaptado, y luego de las angiospermas, cuya revolución reproductiva, después de la gran extinción cretácica, les ha llevado a dominar los biomas terrestres del planeta.

Actualmente las 12.000 especies de helechos sobreviven en su gran mayoría en los reinos paleo y neotropical, en condiciones de permanente humedad. Así en la Región Biogeográfica Mediterránea (RBM) tan sólo viven alrededor de 300 táxones, y cada uno de ellos constituye un capítulo de una larga historia, en los que podemos leer grandes episodios de la biosfera.

Psilotum nudum: un regalo del origen



Psilotum nudum es la especie viva más parecida a los primeros vegetales que colonizaron la tierra continental.

La especie viviente más parecida a aquellos primeros vegetales que se atrevieron a colonizar los continentes es *P. nudum*. En las Sierras del Aljibe (Cádiz), en las fisuras de areniscas pobres en nutrientes, sobreviven unas pocas poblaciones, enseñándonos el tesón por sobrevivir en condiciones extremas desde hace cientos de millones de años.

Pleurosorus hispanicus: el misterio de una gran disyunción

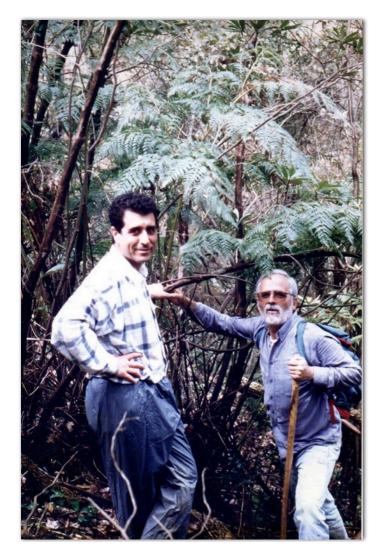


Pleurosorus hispanicus es una especie de helecho que sólo tiene dos dotaciones cromosómicas.

Este pequeño y anciano helecho se esconde en las fisuras de rocas calcáreas de las Sierras Béticas y Atlásicas. *P. hispanicus* tiene dos hermanos gemelos, uno en los Andes chilenos *P. papaverifolius*, y otro en Nueva Zelanda y sur de Australia, *P. rutifolius*. El *hispanicus* es el más antiguo ya que sólo tiene dos dotaciones cromosómicas, mientras que sus hermanos tienen cuatro. ¿Por qué tanta distancia entre ellos? En sus tres localizaciones el clima coincide en ser mediterráneo de media montaña, pero cómo llegaron hasta allí es todo un enigma difícil de resolver. Una hipótesis planteada es que tuvieron un areal continuo cuando los continentes estaban cercanos, lo que debió ocurrir hace más de 200 Ma.

Culcita macrocarpa: reliquias del Terciario

Durante el Mioceno, antes de la crisis mesiniense,



Culcita macrocarpa es el último helecho arborescente europeo.

las tierras que circundaban la cuenca mediterránea estaban cubiertas de flora tropical, ya que se situaban en la franja intertropical por la posición de los polos. La deriva de estos a su posición actual conllevó a una aridización del clima, logrando sobrevivir restos de la laurisilva ancestral en el entorno atlántico limitado por el Estrecho de Gibraltar y los archipiélagos macaronésicos. Buenos ejemplos de esta interesante flora son helechos como *Trichomanes speciosum*, *Diplazium caudatum*, *Pteris incompleta*, o el último helecho arborescente europeo: *Culcita macrocarpa*.

Cheilanthes acrosticha: la conquista mesiniense



Los antepasados de *Cheilanthes acrosticha* llegaron a Europa desde el norte de África hace 6 millones de años.

Cuando los sedimentos cerraron el Valle del Guadalquivir, hace 6 Ma, las aguas del Atlántico dejaron de alimentar al Mediterráneo. Este se desecó produciendo un gran desierto salino de 1500 metros de profundidad. El clima se volvió frío y seco, lo que propició la entrada por el

Norte de África de especies irano-turánicas, que a medida que avanzaban iban especiándose, como ocurre con algunos abetos tan emblemáticos como el pinsapo. El género *Cheilanthes* es un buen ejemplo de adaptación a aquellas condiciones extremas, pero sobre todo llama la atención como el impulso invasor propiciaba la formación de híbridos que acababan por convertirse en especies aloploides con una mayor capacidad adaptativa que la de sus progenitores, como es el caso de *Ch. acrosticha*.

Gymnocarpium robertianum: acantonamiento glaciar

Las diferentes glaciaciones que sacudieron el hemisferio Norte y en especial Europa hicieron mella en la composición florística mediterránea, constituyéndose en un poderoso factor de selección natural, tanto por extinción, como por acantonamiento y formación de nuevas especies. Las cordilleras mediterráneas de disposición Este-Oeste supusieron barreras que dificultaban el progreso o retroceso de las especies según avanzaran o retrocedieran las nieves y, en consecuencia, no les quedaban más opciones que adaptarse o desaparecer, de ahí el origen de



Gymnocarpium robertianum es un superviviente de las distintas glaciaciones que han afectado a Europa.

muchos endemismos. En las zonas cacuminales de muchas de las cordilleras de la RBM aún sobrevive una interesante pteridoflora de carácter circumpolar como muestra de aquellos acontecimientos extremos.



Especies como *Pteris vittata* son supervivientes del avance del desierto del Sahara.

Pteris vittata: las rupturas saharianas

Hace sólo 10.000 años un cambio en la insolación de la Tierra, provocó en el Norte de África un sobrecalentamiento que disipaba las borrascas atlánticas que alimentaban una tupida sabana que cubría el sur de la cuenca mediterránea. El joven

desierto del Sahara irrumpió con fuerza y en 7.000 años había extendido su influencia a toda la RBM, extinguiendo especies y relegando aún más a los relictos tropicales y circumpolares. La supervivencia y extensión de areal de dos especies de helechos llaman la atención. Los géneros Adiantum y Pteris poseen una amplia representación tropical, pero son muy escuetos en las regiones extratropicales, quedando relegados a una y tres especies respectivamente en la RBM. El éxito de Adiantum capillus-veneris y Pteris vittata para sobrevivir a pesar de sus extremas dependencias hídricas, estriba en su potencial hiperacumulador de elementos tóxicos para la gran mayoría de seres vivos, así son capaces de acumular 1 gr de arsénico por cada kg de peso, lo que sería letal para cualquier especie animal o vegetal.

Asplenium trichomanes: mecanismos para formar nuevas especies



Asplenium es uno de los géneros de helechos con más especies.

Aunque de menor poder selectivo, acontecimientos recientes también han modificado la composición florística y vegetacional del bioma mediterráneo: El Año sin luz (535 d.C.), la Pequeña edad de hielo (mediados del siglo XIV hasta inicios del XIX) y las consecuencias de la revolución industrial de *Homo sapiens* han supuesto sobre todo una pérdida de biodiversidad. Pero, los pteridófitos constituyen también un buen ejemplo de la incesante actividad microevolutiva. Es el caso de las especies de

Asplenium, uno de los géneros de helechos con más especies, y sobre todo con más híbridos descritos. A golpe de cruzamientos hibridógenos se sientan las bases para la aparición rápida de nuevas especies poliploides, generalmente con mayor capacidad adaptativa que la de la suma de sus progenitores. Un buen ejemplo lo constituye el complejo Asplenium trichomanes del que anualmente se siguen describiendo táxones y nothotáxones.

Pteridium aquilinum: un futuro para el triunfo de la humildad

La presión de los factores de selección en este inicio de siglo es especialmente intensa para la flora de la RBM, y muy particularmente para los helechos. Sin embargo, algunos helechos han desarrollado estrategias tan sofisticadas como eficaces para seguir conquistando ecosistemas. Es el caso del maquiavélico Pteridium aquilinum, la tercera planta más común del planeta. Apareció a principios del Terciario y ha ido invadiendo lentamente los ecosistemas terrestres, desde los círculos polares a los desiertos. Sus raíces llegan a superar en profundidad, gracias a sus rizomas, a las de cualquier otra planta; se extiende una misma planta por decenas de hectáreas; su sombra por la disposición de sus frondes evita que crezca cualquier otra especie bajo ella; si se le quema rebrota con más fuerza; no tiene herbívoros, y el que la ingiere sufre avitaminosis y proliferación de tumores... El helecho águila es considerado una planta tóxica global no sólo por su amplia distribución geográfica, sino también por las intoxicaciones que produce, en particular las ocasionadas por su potencial carcinogénico



Pteridium aquilinum es considerada la tercera planta más común del planeta.

tanto en animales como en el hombre. Se considera como el mejor ejemplo de la respuesta del reino vegetal al uso inadecuado de la tierra por parte del hombre.

Este es un breve resumen de la historia escrita por algunos de nuestros helechos. Sin embargo aún quedan muchos más capítulos por escribir, momentos que irán marcando también la historia de nuestra especie.

Ángel Enrique Salvo Tierra Baltasar Cabezudo Artero

Profesores de la Universidad de Málaga. Han trabajado conjuntamente en proyectos, artículos y libros dedicados a taxonomía, florística, biogeografía y conservación de helechos, especialmente de la Península Ibérica y Norte de África.

Impreso en



Diversidad de la familia solanáceas en la región mediterránea

La familia Solanáceas integra unas 2.300 especies que en su mayoría son plantas herbáceas aunque también las hay arbustivas o pequeños árboles, con las hojas esparcidas y las flores agrupadas aunque, con frecuencia, están solitarias. Son de tamaño variable, con cinco piezas en cada verticilo, normalmente soldadas entre sí de diversas formas en los distintos géneros lo que hace que presenten corolas de forma acampanada, tubular, en embudo, estrellada o en forma de rueda (rotácea), con los lóbulos extendidos o reflejos. Son blancas, amarillas, azules, rosadas o violetas y las polinizan los insectos atraídos por la forma y coloración de sus flores o por su olor; sus frutos pueden ser carnosos tipo baya o secos tipo cápsulas.

La mayor concentración y diversificación de especies se encuentra en el hemisferio austral. En los países mediterráneos se estiman unas 15 especies autóctonas aunque este número se incrementa con las introducidas, muchas de ellas por cultivos, bien como ornamentales, como alimenticias o medicinales, algunas de las cuales se comportan como adventicias y otras muchas se han naturalizado.

El género que le da nombre a la familia, *Solanum* L., es el más grande en cuanto a número de especies, c. 1200, con flores estrelladas o rotáceas y frutos tipo bayas de distintos colores. Muchas de sus especies son tóxicas por contener alcaloides esteroídicos (glucoalcaloides). De las autóctonas, *S. nigrum* L., se ha utilizado en medicina popular en uso externo como



antineurálgica y sus bayas de color negro pueden provocar intoxicaciones si se ingieren, S. dulcamara L. se ha cultivado ocasionalmente por sus propiedades medicinales o psicotrópicas. De las introducidas, algunas se cultivan por sus frutos comestibles. Las más utilizadas son S. lycopersicum L., (procede de América del Sur) cuyos frutos son los tomates, muy ricos en vitaminas y S.melongena L. (originaria de la India) cuyo fruto es la berenjena. Otra, de origen andino, S. tuberosum L., por sus tubérculos caulinares subterráneos, las patatas, que desde que se introdujeron en el siglo XVI son básicas en la alimentación, además de utilizarse en la industria como fuente de fécula, almidón y en la fabricación de alcohol; estos tubérculos si no se reverdecen es la única parte de la planta que no tiene glucoalcaloides. Otras especies de este género se cultivan en jardinería como plantas ornamentales.

Capsicum annuum L., es una hierba de flores blancas, a veces con manchas, se cultiva por sus frutos, pimientos, que son bayas huecas, utilizados en alimentación y como condimento. El



En el collar floral del féretro de Tutankamon aparecen bayas de mandrágora (Mandragora autumnalis).

sabor picante de algunos pimientos se debe a su contenido en amidas, principalmente la capsaicina, que inflama la piel sobre la que se aplica, activando la circulación en esa parte, por lo que forma parte de distintas aplicaciones farmacéuticas, tinturas, pomadas y linimentos.

La moradilla o almizcleña, *Triguera osbeckii* (L.) Willk., es una bonita planta anual con pelos sedosos y flores acampanadas, asimétricas, azul o azul violetas, dispuestas por pares, que es endémica del S. de España y NW de África (Marruecos y NW de Argelia).

El género Whitania (orobal, orovale), está representado por dos especies, W. frutescens (L.) Pauqui y W. somnifera (L.) Dunal. Son arbustos con flores pequeñas, solitarias, cuyo cáliz es verde en flor, persiste cuando ya está formado el fruto y entonces crece, lo sobrepasa, cambia de consistencia, tornándose membranáceo y con muchos nervios. W. frutescens vive en el W de la región mediterránea. W. somnífera, con área más amplia que llega hasta India, se ha empleado en algunos países, sobre todo su raíz, por sus propiedades narcóticas y contra el reumatismo, y los frutos con otros fines medicinales. Aunque tiene varios tipos de alcaloides, son los alcaloides tropánicos los que le dan sus propiedades sedantes.

El alquequenje, *Physalis alkekengi* L., es la única especie de este género que se distribuye por Europa y Asia. Se cultiva por sus frutos

comestibles y, recientemente, como ornamental por sus llamativos cálices que, como en el género *Whitania*, crecen y se inflan, son anaranjados o rojizos. Otras especies, *Ph. peruviana* L., *Ph. philadelphica* Lam., *Ph. ixocarpa* Brot. ex Hornem., son subespontaneas o están naturalizadas en la región.

Los géneros Atropa L., Hyoscyamus L., Mandragora L., -autóctonos en el mediterráneo-, y Datura L. -básicamente del C y S de América, algunas se han naturalizado por todo el mundoson las solanáceas más ricas en alcaloides tropánicos, atropina, hiosciamina y escopolamina, que son de los más utilizados por su actividad farmacológica. Muchas de ellas han sido plantas curativas y han estado asociadas a la magia (sobre todo en la Edad Media). La mayoría son tóxicas o venenosas y se cultivan para la extracción de alcaloides, sobre todo de las hojas. Atropa, integra hierbas perennes, con flores solitarias, acampanadas, tubuloso-acampanadas o en forma de embudo, amarillo-verdosa en la parte inferior y azul-violeta en la superior o bien amarillas, con fruto baya, esférico y negro. A. belladonna L., la belladona, -llamada así porque las damas italianas se daban el zumo morado de sus frutos para abrillantarse los ojos y dilatarse las pupilas, efecto de la atropina que contiene- es la de más amplia distribución y la más utilizada. Actúa inhibiendo el sistema nervioso parasimpático, secreciones, espasmos, etc., forma parte de la composición de ciertos medicamentos. La ingestión de esta planta puede producir "el delirio atropínico" que en algunos casos lleva al coma y a la muerte por parálisis respiratoria. A. baetica Willk., con los mismos alcaloides, es endémica de España y el N de África. Hyoscyamus niger L., beleño negro e H. albus L., beleño blanco, tienen flores ligeramente asimétricas, en forma de embudo, amarillentas, con la garganta y a veces los nervios purpuramorados, el fruto es seco, abriéndose por una tapadera. Estas plantas tienen los mismos alcaloides que Atropa pero en menor proporción y se utilizan como sedantes y antineuralgicos, ("al que come beleño no le falta el sueño"). Las mandrágoras, debido al mito de su raíz con forma humana, han gozado de gran reputación como soporíferas y analgésicas, han suscitado múltiples



El pimiento (*Capsicum annuum*) es una las solanáceas introducidas en la agricultura del Mediterráneo.

leyendas relacionadas con la magia y las prácticas demoníacas. Aquí solo se encuentra Mandragora autumnalis Bertol., es una hierba sin tallo, con una roseta de hojas en cuyo centro hay muchas flores rosadas o azul-violeta y el fruto es una baya maloliente (es uno de los componentes del collar floral encontrado en el féretro de Tutankamon, debe ser para propiciar su descanso). Datura L., integra también plantas herbáceas con flores solitarias, en forma de embudo, en general blancas, con frutos secos, con acúleos por toda la superficie. El estramonio, D. stramonium L., es la especie más frecuente. Se ha utilizado como hipnótico, para la tos convulsiva, la ninfomanía, el reumatismo articular, y sobre todo contra el asma. Las otras especies naturalizadas, D. ferox L., D. inoxia Mill., D. wrghitii Regel, así como la cultivada como ornamental y hoy separada en otro género por ser arborescente, Bruamansia arbórea (L.) Lagerh., se utilizan como alucinógenos en ritos de distintas culturas de México, Sudamérica, India y África, por su alcaloide principal, la escopolamina.

Nicotiana tabacum L., es la especie que más se cultiva por sus hojas que, tras diversos tratamientos, dan los diferentes tipos de tabaco. Es rica en alcaloides derivados del ácido nicotínico, el principal es la nicotina, que a pequeñas dosis actúa



Physalis alkekengi es la única especie del género Physalis que podemos encontrar en Europa y Asia.

excitando el sistemas nervioso simpático, de ahí los refranes: "al estudiante el tabaco no le falte" o "al hombre flojo, tabaco fuerte". Es tóxica, se absorbe con facilidad a través de la piel y las mucosas, pasa al humo y cuando se aspira daña los pulmones. Se incrementa el daño debido a la forma de consumo. La combustión, no sólo de las hojas sino también de los aditamentos añadidos en los cigarros, origina productos muy perjudiciales para el organismo. La nicotina es un buen parasiticida.

Los cambrones o cambroneras, son arbustos espinosos (espina santa) del género *Lycium* L., *L. europaeum* L. y *L. intricatum* Boiss., son las dos especies autóctonas, otras están naturalizadas o se cultivan como ornamentales o formando setos.

Como plantas ornamentales se cultivan, *Petunia* Juss, las petunias, y del género *Cestrum* L., el más popular es la dama de noche o galán de noche, *C. nocturnum* L., aunque de este género también hay especies naturalizadas.

María Jesús Gallego Cidoncha

Profesora Titular de la Universidad de Sevilla. Facultad de Farmacia. Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Grupo de Investigación: Ecología Reproductiva de Plantas.



Cuando hablamos de forma coloquial sobre la Naturaleza lo mejor que podemos decir de algún lugar es que hay "mucha vegetación", y asociamos automáticamente la frase a la presencia de abundantes y hermosos árboles. Apreciamos los bosques, por encima de otras formaciones vegetales, tal vez como atávico recuerdo colectivo y amamos al árbol como tememos a la oscuridad o a las serpientes. En un país como España, de larga e intensa tradición deforestadora se instaló desde los años 40 del pasado siglo un afán redentorista de reforestación, es decir plantar árboles de forma masiva e indiscriminada. Al parecer la política forestal de los gobiernos tecnócratas y sus secuelas (por pura inercia) en los gobiernos posteriores, no estaba solo impulsada por ideales ecológicos, sino también por intereses industriales. Se instaló entre nosotros una suerte de "tiranía" intelectual del bosque, una visión de los árboles que nos impedía ver la vegetación con objetividad. Los páramos de

ambas Castillas, La Mancha, Los Monegros de Aragón, Las Bárdenas Reales de Navarra, Las hoyas de Guadix y Baza en Granada, las llanuras endorréicas del interior, el Sudeste semiárido y otros espacios similares de ambiente estepario eran tierras casi improductivas, tan inhóspitas y semidesérticas que los ingenieros forestales solo hicieron tímidos intentos reforestadores, resignándose a relegarlas como cotos de caza o campos de tiro.

Hoy día, sin embargo, ya no impera la reforestación, sino un nuevo paradigma ecológico llamado comúnmente regeneración de la vegetación. El trabajo de dos o tres generaciones de naturalistas y científicos nos ha llevado felizmente a saber apreciar el verdadero valor ecológico, paisajístico y etnológico de esos espacios de vocación esteparia donde viven un gran número de especies singulares o endémicas. Lo que podríamos llamar "estepas ibéricas" son un conjunto de



El albardín o esparto basto (*Lygeum spartum*) es una de las especies típicas del espartal.

paisajes y formaciones vegetales dominadas por pequeños arbustos, matas leñosas y, de forma especial, por macollas de hierbas tenaces. Éstas últimas. llamadas comúnmente espartales o albardinales, son el objeto de este artículo. Las numerosas asociaciones

vegetales que incluyen a nuestras dos especies de esparto (al menos 8 diferentes) vienen recogidas en la Directiva de Hábitats, clasificadas dentro del sistema EUNIS (European Nature Information System) dentro de las clases de tercer nivel D6.2, E1.3 y E1.4. El esparto o atocha (*Macrochloa tenacissima*,

=Stipa tenacissima) y el albardín o esparto basto (Lygeum spartum) son los protagonistas vegetales de lo que podríamos llamar espartales en su sentido más amplio. Se trata de gramíneas de tamaño y persistencia relativamente grandes, tenaces, con hojas duras y junciformes muy resistentes a la seguedad ambiental y al pastoreo. El género Macrochloa se separa actualmente del más extenso Stipa, que es riquísimo en especies (300-400) y está muy bien representado en la Península Ibérica y Baleares. Por el contrario el género Lyqeum es monoespecífico y está algo aislado filogenéticamente del resto de las gramíneas. Numerosos estudios han puesto de manifiesto la importancia ecológica de estas plantas para mantener la estabilidad y la riqueza biológica de los ecosistemas donde viven.

Mi experiencia personal ha sido reveladora sobre la riqueza que aún ocultan los espartales ibéricos. En los albardinales cercanos al río Cigüela (Ciudad Real y Toledo) el Dr. Santos Cirujano, del Jardín Botánico de Madrid, recolectó en 1975 muestras de una gramínea que fue identificada inicialmente como Helictotrichon filifolium. Sin embargo un examen detallado posterior me llevó a la descripción de una nueva especie para la ciencia, endémica de la cuenca del Cigüela (por el momento). Se trata de Helictotrichon devesae Romero Zarco. Las búsquedas posteriores de esa gramínea han resultado infructuosas, lo que atestigua la degradación sufrida por los espartales en el último cuarto del s. XX. No se descarta que pueda sobrevivir aún en alguna localidad diferente, pero está claro que la destrucción de su hábitat natural la ha eliminado al menos de los lugares donde crecía en 1975, donde encontré nuevos cultivos de regadío y, paradójicamente, un área recreativa construida por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha con fondos FEDER. Si aún vive, se trata de una especie en peligro de extinción.

Para apreciar en su justa medida el valor de estas formaciones vegetales os invito a realizar conmigo tres breves viajes en el tiempo: uno al Mesozoico para entender el origen y evolución de las gramíneas, protagonistas de los espartales, otro al Cenozoico, para comprobar que los espartales no son un mero producto de la "degradación" de los bosques y otro, más cercano, para explicar la importancia que el esparto tuvo como recurso natural hasta mediados del s. XX. Se ha discutido largamente si los dinosaurios llegaron o no a pastar gramíneas. La hipótesis más consolidada afirma que no, ya que el origen de las gramíneas, según las evidencias del polen fósil, se remontaría "solamente" a 55 millones de años, posterior a la extinción del tránsito Jurásico-Cretácico hace 65 millones de años. Sin embargo un hallazgo reciente ha venido a poner en entredicho esta hipótesis. Se han encontrado microfósiles (fitolitos), identificados como restos de varios grupos diferentes de gramíneas, en coprolitos de dinosaurios que vivieron en la India al final del Cretácico, lo que sugiere que las gramíneas ya estaban diversificadas en esa época. Algo que ya sospecharon los biólogos moleculares

con su famoso reloj, que daba para las gramíneas una antigüedad entre 70 y 55 millones de años atrás. Según las investigaciones recientes, el orden Poales, ocupado mayoritariamente por las gramíneas, ocupó inicialmente hábitats forestales (claros, bordes de ríos, etc.) en un contexto ecológico de lluvias abundantes y atmósfera rica en CO2. La segunda diversificación y posterior expansión se produjo favorecida por la aparición de nuevos hábitats abiertos, secos y soleados, acompañada por una disminución del CO₂ y la subsiguiente aparición de las sabanas en África, las grandes praderas en América y las estepas en Eurasia. Más reciente fue la aparición de las actuales formaciones esteparias mediterráneas.

Nuestro segundo viaje nos retrotrae al periodo Mesiniense del Cenozoico (6,7-5,2 m.a.), cuando el encuentro tectónico entre la Península Ibérica y África dejó aislado al primitivo Mediterráneo, que entró en un proceso rápido de desecación que convirtió gran parte de su cuenca en saladares y estepas hacia donde progresaron las formaciones vegetales que va estaban formándose en Asia. Durante el Plioceno (5,2-1,8 m.a.) las sucesivas crisis de frío y aridez, separadas por períodos más templados y húmedos, hicieron avanzar o retroceder a las formaciones esteparias frente a los bosques. Para completar el panorama, hace 3,2 m.a. el cierre del Estrecho de Panamá cambió la circulación oceánica y estableció definitivamente en el W de Europa lo que hoy conocemos como clima mediterráneo. Surge así, en el periodo comprendido entre 3,2 y 2,3 m.a. atrás, la vegetación típicamente mediterránea, donde los árboles que hoy día sobreviven en Norteamérica (magnolios, secuovas, etc.) cedieron el sitio a las plantas esclerófilas y herbáceas que dominan nuestro paisaje vegetal hoy día. En el Pleistoceno (1,8-0,01 m.a.), durante los períodos glaciares las llanuras de la cuenca mediterránea fueron ocupadas por extensas estepas, mientras que en los períodos interglaciares, las formaciones esteparias quedaron relegadas a las zonas montañosas y los páramos del interior. Los



Las gramíneas o poáceas surgieron durante el Mesozoico.

últimos 4.000 años suponen sólo un breve episodio de fuego, pastoreo y deforestación, fenómenos que ampliaron unas formaciones esteparias que siempre han existido en la Península desde hace más de 5 m.a.

Nuestro último y más corto viaje nos lleva a las primeras culturas ibéricas, en cuyos enterramientos se han encontrado objetos de esparto hasta de 6.000 años de antigüedad. Posteriormente, los historiadores romanos atestiguan la importancia de las zonas áridas de España como fuente del esparto, explotado desde la época de las guerras púnicas, por ser una materia prima de interés estratégico para unos ejércitos que se movían sobre alpargatas y cargaban las vituallas en canastas y serones de esparto. Hoy quedan en España unas 400 mil hectáreas de espartales (eran 600 mil a mediados del s. XX) y una extensión algo menor de albardinales. La buena noticia es que una parte importante de estas formaciones está dentro de zonas con alguna figura legal de protección, gracias sobre todo a su riqueza ornitológica.

Carlos Romero Zarco

Profesor Titular de la Universidad de Sevilla. Facultad de Biología. Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Grupo de Investigación: Ecología Reproductiva de Plantas.



Aunque las oscilaciones climáticas tienen consecuencias manifiestas sobre el paisaje vegetal a escala histórica, la influencia humana en los últimos milenios lo está modelando de forma mucho más drástica y contundente. La necesidad de recursos y de superficies cultivables y para ganadería, que en la actualidad supone la pérdida anual de millones de hectáreas de superficie forestal, ha relegado los bosques casi a una mínima expresión de su potencial extensión. Por ejemplo, la Región Mediterránea, habitada por el hombre desde hace varios milenios, está deforestada en más del 90% de su superficie potencial, y se calcula que no existe más del 1% de superficie forestal antigua.

A escala más local, en el fértil valle del Guadalquivir encontramos hoy día un paisaje donde la vegetación forestal (semi-natural en su mayor parte) ocupa tan solo unas 20.000 hectáreas (lo que también significa alrededor del 1% de su área potencial) y está representada por una constelación de fragmentos más o menos pequeños (los mal llamados 'bosques-isla') con una escasa conectividad entre ellos y una calidad del hábitat y grado de conservación notablemente bajos. En su mayor parte son formaciones de pino piñonero con encinas y/o alcornoques, de propiedad privada e intensamente manejados para uso forestal, ganadero o recreativo.

¿Está todo perdido?: No. De forma sorprendente, estos fragmentos en el Valle del Guadalquivir aún suponen una auténtica reserva de diversidad vegetal ya que estudios realizados en ellos han catalogado más de 1.000 especies botánicas, 39 de las cuales se han encontrado en lugares donde no se las conocía previamente y 70 están incluidas en la lista roja de especies amenazadas de Andalucía; incluso se ha descrito una nueva especie para la ciencia localizada exclusivamente en esta antropizada campiña. Por ello, el valle del Guadalquivir constituye un excelente laboratorio natural donde analizar las consecuencias que el desarrollo humano tiene sobre diversos componentes de la diversidad biológica. ¿Cuáles son esos componentes y qué interés tienen?: la diversidad genética, la diversidad de especies y la diversidad de ecosistemas y las interacciones.

La pregunta central en Genética de Conservación es si las poblaciones naturales cuando están representadas por pequeños fragmentos mantienen, y hasta qué punto, conexión e intercambio de genes (flujo genético) entre ellas: si el flujo genético se bloquea, las poblaciones pueden sufrir diversos problemas derivados de la endogamia o autocruzamiento y estar abocadas a la extinción. Por ello, en Genética de Conservación es una cuestión muy interesante

conocer cómo se mueven los genes dentro y entre las poblaciones fragmentadas.

Por otro lado, la existencia de un elevado número de especies vegetales en un ecosistema determinado siempre se asocia con un mejor estado de conservación, de forma que maximizarlo es uno de los objetivos perseguidos en el diseño de numerosas estrategias de conservación de la Naturaleza. Aunque se conoce que la riqueza de especies depende, en primer término, de la superficie de terreno a conservar, también se sabe que depende de aspectos biológicos relacionados con la capacidad de dispersión, colonización y establecimiento de las distintas especies, es decir de sus características vitales (sistemas de reproducción, capacidad de germinación, etc.). En particular, el modo de dispersión de las semillas es una característica fundamental que permite comprender v, de algún modo, predecir el funcionamiento de la dinámica de las poblaciones: la dispersión a corta distancia está relacionada con el mantenimiento de las poblaciones en sí mismas mientras que la dispersión a larga distancia determina la capacidad de expansión y de la colonización de nuevos hábitats. Por ello, es también cuestión muy relevante en Biología de Conservación conocer la escala espacial a la que opera la dispersión efectiva de las distintas especies.

Y mención especial merece también el caso particular de las interacciones entre especies, como la que existe entre muchas plantas y sus insectos polinizadores. La desaparición de los ecosistemas naturales y las actividades agrícolas alteran la diversidad y actividad de los polinizadores de la vegetación natural, particularmente cuando cultivos intensivos (como naranjales o campos de fresas, por ejemplo) producen tal cantidad de flores nectaríferas que entran en competencia por los polinizadores de la vegetación natural colindante pudiendo disminuir su éxito reproductor. Esta aproximación no es únicamente relevante desde el punto de vista de la conservación de la flora y de la fauna (insectos), sino para conocer el efecto global de los usos de suelo sobre la Biodiversidad.



Los cultivos intensos, como los naranjales, compiten con la vegetación autóctona por atraer a los polinizadores.

Por todo ello, la fragmentación y la alteración de los hábitats naturales constituye el componente del llamado 'cambio global' que está provocando las mayores pérdidas de biodiversidad del planeta. Desde hace décadas la Biología de Conservación como disciplina científica ha mostrado un creciente interés por conocer las consecuencias reales de la antropización de la biosfera así como propiciando el desarrollo de refinadas técnicas de muestreo y análisis. Y de estas breves líneas puede colegirse que la conservación de la biodiversidad debe ir más allá de la preservación de especies individuales, carismáticas o no, y que son fundamentales los procesos ecológicos que mantienen la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas. En definitiva, conocer estos procesos proporciona las claves para que sean realmente justas y eficaces las decisiones que han de ser tomadas con el fin de mantener en funcionamiento el sistema al que pertenecemos, el cual alberga de forma natural (no olvidemos) un alto número de especies, tanto microbianas como fúngicas, animales y vegetales.

Abelardo Aparicio

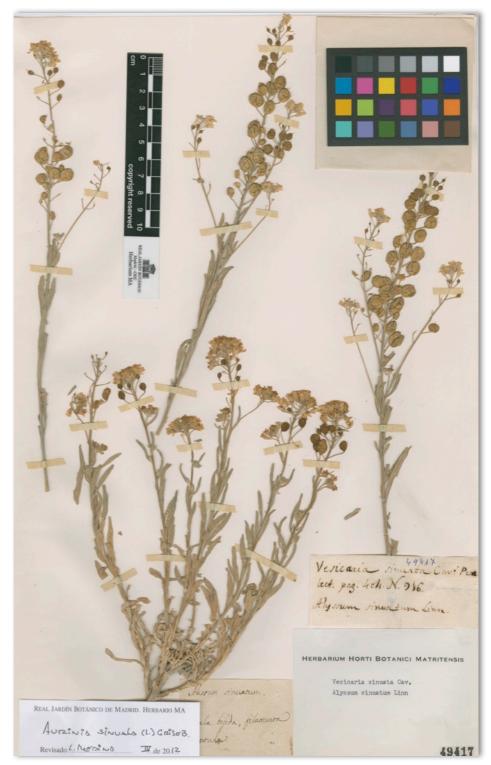
Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla.

Especies extinguidas de la flora española

La intensa actividad agropecuaria que durante milenios se ha desarrollado en la región Mediterránea ha producido con toda probabilidad la extinción de numerosas especies de plantas de las que nunca tendremos noticias. De estas *extinciones antiguas* lo ignoramos todo y solo podemos asumir que se han producido por analogía con los procesos actuales. En el siglo XVIII es cuando se consolida la organización de los herbarios y floras tal y como los entendemos actualmente. Gracias a esta actividad científica se comienza a tener un registro de la presencia de las especies y por tanto se puede también analizar su eventual desaparición. En nuestro país hemos de esperar a finales del siglo XX, con el arranque del proyecto Flora iberica, para que este registro sea sistemático y de la intensidad adecuada como para sacar conclusiones generales.

En España se han detectado un total de 26 especies extintas, incluidas en las dos categorías contempladas por la UICN: *Extinto* (EX) y *Extinto* en estado silvestre (EW) sobre un total estimado de 7071 especies. Esta tasa de extinción pudiera parecer muy

baja (0,38%) y quizás cercana a la derivada de los procesos naturales. No debemos, sin embargo, ser excesivamente optimistas por dos razones que complementan la información precedente. Por un lado hay cientos de especies en grave peligro que podrían fácilmente desaparecer de no cambiar los procesos de destrucción de los hábitats que se están produciendo. Por otra parte ignoramos



Uno de los pocos ejemplares conocidos de *Aurinia sinuata*, probablemente colectado en el siglo XVIII y ahora conservado en el herbario del Real Jardín Botánico. Imagen cedida por el Real Jardín Botánico.

realmente la velocidad a la que se están produciendo los procesos de extinción, ya que nuestras fuentes de documentación son incompletas, pero hay fuertes indicios de una aceleración reciente. De las 26 especies extintas, 6 se encontraban en las islas Canarias, 1 en las Baleares y las restantes en la España peninsular. De ellas 5 eran endémicas, 3 de Canarias, 1 de



Detalle de las flores y fruto de *Astragalus baionensis* en las dunas del SW de Francia, cerca de Vieux-Boucau-les-Bains. Esta planta endémica de las costas del golfo de Vizcaya se conocía en dos localidades guipuzcoanas donde la destrucción de las dunas ha producido su extinción. Foto C. Aedo.

Baleares y 1 de la Península, y las restantes presentaban un área de distribución más amplia, con poblaciones en países limítrofes, lo que significa que no se han perdido definitivamente.

Es interesante matizar que el grado de extinción de estas 26 plantas no es homogéneo. En algunos casos (Linaria polygalifolia subsp. lamarckii, Lusimachia minoricensis) se está trabajando en procesos de reintroducción con resultados esperanzadores. Si se consolidan estos proyectos y se logran obtener poblaciones en hábitats naturales, las especies mencionadas se podrán sacar pronto de la lista de extinguidas. Tal fue el caso de Diplotaxis siettiana, una especie endémica de la isla de Alborán que tras su extinción se logró reintroducir con éxito. Otro caso distinto es el de *Draba incana* que crece actualmente en la vertiente septentrional de los Pirineos. De la parte meridional sólo se conservan antiguos testimonios de herbario. Las búsquedas recientes han resultado infructuosas por el momento. No obstante, en un territorio tan abrupto y extenso que dificulta la exploración exhaustiva, no se puede afirmar con certeza absoluta que haya desaparecido. Algo parecido pasa con algunas especies canarias propias de las zonas de barrancos y riscos, como Clethra

arborea, Kunkeliella psilotoclada y Normania nava. Estas plantas estaban indicadas en zonas realmente difíciles de explorar y a pesar de los grandes esfuerzos de los botánicos canarios, no se puede descartar que se vuelvan a encontrar en un futuro. En otros casos subsisten algunas dudas sobre si son especies autónomas o simples formas desviantes de especies próximas (por ejemplo Tanacetum funkii).

Las causas de las extinciones son difíciles de establecer de forma concluyente, sobre todo para las extinciones más antiguas que son las peor documentadas. Un análisis de los datos disponibles apoya la idea de que las extinciones están directamente relacionadas con las alteraciones que el hombre ha producido sobre los hábitats. De las 26 especies consideradas extintas se puede atribuir sin demasiadas dudas a este tipo de cambios la desaparición de 17 especies.

Tal serían los casos de Astragalus algerianus cuya única localidad (San Pedro del Pinatar, Murcia) está hoy profundamente alterada por las urbanizaciones, de Astragalus baionensis que crecía en las dunas de San Sebastián y Fuenterrabía, o de *Nonea calycina* que se encontraba en el istmo gaditano (también absorbido por la ciudad). En el caso de las plantas de los humedales, además de la alteración de estos medios por desecación, se ha apuntado como causa de extinción el creciente uso de productos químicos que ha alterado la calidad de las aguas. Tal sería el caso de Sagittaria sagittifolia o Trapa natans. El proceso de desaparición de *Lindernia procumbens* parece estar relacionado con la introducción de una especie alóctona (L. dubia) que la ha desplazado. Para otras 8 especies no se ha podido establecer ninguna causa probable de extinción. Tal es el caso de Aurinia sinuata que fue dada a conocer en 1576 por el botánico holandés Clusius de Castilla, sin precisar la localidad. Durante el siglo XVIII y XIX hay referencias verosímiles sobre su presencia en Aranjuez (Madrid) y en otros lugares Aragón, Castilla y Valencia, pero ninguna hipótesis sobre las razones de su desaparición.



Silene uniflora subsp. thorei en las dunas del SW de Francia, cerca de Vieux-Boucau-les-Bains. Esta planta endémica de las costas del golfo de Vizcaya se conocía en varias localidades del Cantábrico oriental español. Su extinción en las mismas se debe con toda probabilidad a la profunda alteración de las dunas de esta zona. Foto C. Aedo.

Es importante resaltar que en ninguna de las especies extintas se han documentado causas de extinción relacionadas con recolecciones abusivas o irresponsables. Un examen del material depositado tanto en el herbario del Real Jardín Botánico como en los restantes herbarios españoles y algunos europeos, arroja los siguientes datos: de 17 de las especies extintas hav tan solo 1 o 2 ejemplares colectados, de 8 especies hay una cifra que oscila entre 3 y 8 ejemplares y, finalmente, de 1 especie hay 20 ejemplares recolectados. Se trata en todos los casos de recolecciones prudentes (muchas veces simples fragmentos), que en modo alguno han afectado a la capacidad de supervivencia de la especie y que han contribuido a documentar su presencia en nuestro país. Gracias a ellas hoy sabemos que estaban y estamos en condiciones de hacer algo por recuperarlas. Con estos datos pierde fuerza la leyenda de que los botánicos extinguen las especies, lo que ha contribuido a desprestigiar la labor de recolección en círculos conservacionistas. Por el contrario, la labor de exploración y recolección ha tenido una consecuencia muy positiva en la recuperación de especies que se creían extintas. Tal es el caso de Allium rouyi vuelto a encontrar en 1992 en la Sierra Bermeja

malagueña, de Botrychium matricarifolium recientemente localizado en dos localidades pirenaicas, o de Clypeola cyclodontea, aparentemente desaparecida en su localidad zaragozana, pero encontrada en Burgos en el 2008. En la misma situación están Polygonum robertii que se daba por extinto en la costa catalana y que ha sido encontrado de nuevo en la misma zona en el 2009, Ranunculus *lingua* que se ha reherborizado en Navarra en el 2003 y Silene tomentosa que ha reaparecido en Cádiz en 1979. Aunque se podrían indicar al menos una docena de casos semejantes, baste con los mencionados para resaltar la importancia que aún hoy en día tiene la recolección e identificación de las plantas.

Se refuerza la idea de que aún queda mucho trabajo pendiente

de exploración y que éste puede contribuir de modo significativo a la conservación de la flora española. Sin embargo esta actividad se ve desincentivada por las crecientes trabas burocráticas. La importante red de Espacios Naturales Protegidos y la dispersión de competencias entre las diversas administraciones dificultan la tramitación de los necesarios permisos de recolección. Se da la paradoja de que las plantas señaladas en el párrafo anterior hubieron de ser colectadas para ser estudiadas con minuciosidad en las instituciones científicas y poder así certificar su identidad, lo que podría constituir una práctica ilegal si se aplicasen las normas existentes. Por ello sería deseable la búsqueda de mecanismos de cooperación entre las instituciones científicas responsables de las colecciones naturales y las administraciones que tienen competencias en conservación, para solucionar estas disfunciones.

Carlos Aedo

Coordinador del proyecto Flora ibérica. Real Jardín Botánico, CSIC.



En la actualidad, la tasa de extinción de los organismos es del orden de 100-1000 veces superior a la que corresponde a épocas prehumanas. Según UICN la segunda causa de las extinciones recientes son las especies invasoras. Las especies invasoras constituyen por tanto un problema considerable, objeto de la atención de numerosos científicos. Pero las consecuencias de esta situación no sólo afectan a la biodiversidad. estructura y funcionalidad de los ecosistemas que acogen a este tipo de especies, sino que también inciden seriamente en la actividad humana. De esta forma provocan en ciertos casos cuantiosas pérdidas económicas. Pimentel et al. estimaron en 138 billones de dólares/año el coste de las pérdidas producidas por los las especies invasoras en USA.

A este respecto, la situación es especialmente grave en las aguas continentales. La razón de la vulnerabilidad de este medio frente al terrestre o marino, reside en las especiales propiedades que tienen las aguas dulces, que las hacen más sensibles a los cambios producidos por la actividad humana. Tales cambios producen importantes modificaciones en los ecosistemas acuáticos continentales y suponen una puerta de entrada para las especies exóticas. Y también ocurre que los medios acuáticos son más

homogéneos que los terrestres, por lo que las especies de aguas continentales aisladas por barreras geográficas importantes (océanos, grandes cordilleras) pueden adaptarse con más facilidad a sus nuevos hábitats.

Las aguas continentales españolas albergan un gran número de organismos exóticos. La mayor parte de ellos son de aparición reciente, tras los importantes cambios ambientales que ocurrieron en la segunda mitad del siglo XX, fundamentalmente como consecuencia del desarrollo agrícola.

Ahora un inciso antes de seguir avanzando, ya que para comprender mejor el problema es preciso tener claros varios términos: Especie nativa o autóctona. Aquella cuyo origen natural corresponde al territorio considerado. Especie exótica. La especie que ha sido transportada de forma no natural al territorio considerado. Dentro de las especies exóticas hay que distinguir entre las especies exóticas ocasionales, las que aparecen puntualmente en el territorio considerado y no dejan descendientes, y las especies exóticas naturalizadas, las exóticas que una vez que alcanzan el territorio considerado, se instalan en él y producen descendientes. Dentro de estas últimas están: las especies exóticas



El jacinto de agua tiene un gran potencial invasor, llegando a ocupar grandes extensiones de agua.

invasoras, que cuando se instalan, modifican los ecosistemas que las acogen, sus efectivos crecen de forma incontrolada y producen numerosos problemas; si bien para diversos autores el calificativo de invasor está vinculado a los primeros estadios del proceso de instalación de las especies exóticas naturalizadas.

En España, aunque se pueden encontrar noticias sobre especies de mamíferos invasores (coipu, visón americano, mapache), aves (malvasía canela) o reptiles (galápago de Florida), entre los vertebrados el grupo más problemático es el de los peces, con un 30% de especies exóticas. Este hecho resulta especialmente relevante entre la fauna piscícola española, debido a que contiene un elevado número de especies endémicas con áreas de distribución muy restringidas; de tal forma que en este grupo la expansión de especies exóticas puede suponer (o ha supuesto) la extinción de alguna de estas especies.

En el caso de los invertebrados, la situación es aún más compleja. Así nos encontramos con el caso del cangrejo rojo americano (Procambarus clarckii), que procedente del SE de los USA apareció en las Marismas del Guadalquivir en 1974. Desde allí, el cangrejo rojo se extendió rápidamente alterando notablemente los lugares donde se instalaba, eliminando especies de plantas y de invertebrados. Su éxito invasor fue tal que hoy se halla en prácticamente todas las provincias españolas, hay una importante industria que lo comercializa como alimento y está tan integrado en las redes tróficas de algunos sistemas nativos, que su eliminación supondría también la eliminación de otras especies autóctonas. También el caso del mejillón cebra (Dreissena polymorpha) muestra características parecidas. Nativo de la zona del Mar Negro, apareció en España en 2001, y en la actualidad se encuentra en la cuenca del Ebro y Galicia. Esta especie, además de modificar profundamente los medios que la acogen, provoca importantes pérdidas económicas. En la cuenca del Ebro, la Confederación Hidrográfica calcula en 11000000 € las pérdidas producidas por el mejillón cebra. Y es que el impacto que provocan los organismos invasores depende de su posición trófica y del número de funciones ecológicas que interfiere. Así, no es igual el impacto producido por la malvasía canela que el que provoca el cangrejo rojo.

En relación a los vegetales y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, su impacto puede ser muy grande. Entre las 117 especies de hidrófitos recogidas en la Flora acuática Española, 19 son especies exóticas y entre ellas se aparecen algunas de las más reputadas invasoras como: Azolla filiculoides, Hydrilla vericillata, Myriophyllum aquaticum, Nymphaea mexicana o Salvinia natans. Pero sin duda es el Jacinto de agua (Eichhornia crassipes), el paradigma de las plantas acuáticas invasoras, la especie que más problemas está causando. Se trata de una planta monocotiledónea neotropical. En 1884 se introdujo el Jacinto de agua en USA, ya que se



En algunas ocasiones la única forma de erradicar una especie invasora consiste en su extracción manual o mediante maquinaria.

usó como regalo para las personas que visitaban el pabellón de Japón en la "Cotton Centennial Exposition" de New Orleans, en 1890 se encontraba naturalizada en Florida y en 1895 en lugares tan distantes como California o Virginia. Hoy todavía en USA, tras más de un siglo de intentos de controlarla, Eichhornia crassipes es una plaga de difícil erradicación, que causa numerosos problemas en 9 estados y sigue provocando pérdidas millonarias. También aparece como invasora en más de más de 60 países. Y es responsable de catástrofes ecológicas y sociales tan notorias como la ocurrida en el Lago Victoria a finales de los 90. Por esta razón la ISSN (Invasive Species Specialist Group) la ha incluido en un lugar preponderante en la lista: "One Hundred of the World's Worst Invasive Alien Species".En España Eichhornia crassipes se propaga de manera imparable en la cuenca del Guadiana, concretamente en el tramo entre Medellín v Montijo, más de 75 Km. Su crecimiento incontrolado, además de transformar profundamente los ecosistemas autóctonos,

interfiere con los cultivos de regadío que se desarrollan en esa zona. Las autoridades a través de la Confederación Hidrográfica han intentado sin éxito controlarla. El coste de la invasión, hasta el momento, supera los 22000000 €. Por último, señalar que el problema de las especies invasoras está *intimamente* vinculado con la degradación de los hábitats. Mientras la integridad del hábitat se mantiene,

difícilmente pueden prosperar las especies exóticas, sin embargo, una vez que el hábitat se altera, aparecen una serie de sinergias que conducen a facilitar la instalación de estos organismos. Un interesante problema de difícil solución.

Pablo García Murillo

Profesor Titular de la Universidad de Sevilla. Facultad de Farmacia. Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Grupo de Investigación: Plantas Acuáticas, Cambio Climático y Aerobiología.

¿Quiénes somos?

La revista **Boletín Drosophila** es editada por la **Asociación Cultural de Divulgación Científica Drosophila**. Entre sus integrantes se encuentran estudiantes y licenciados de biología interesados en la divulgación de la ciencia.

Si quieres colaborar o sugerirnos algo, puedes contactar con nosotros en:

angelleon@drosophila.es

Puedes escribirnos para cualquier duda sobre los artículos o contactos con sus autores.



Organizador

Ángel León Panal angelleon@drosophila.es

Equipo de redacción

Ismael Ferreira Palomo ismael@drosophila.es

Pablo Escribano Álvarez pabloescribano@drosophila.es

Maquetación y programación

Francisco Gálvez Prada franciscogp@drosophila.es

Eduardo Bazo Coronilla edubazcor@drosophila.es

Bernardino Sañudo Franquelo bersanfran@drosophila.es

Sara Pinto Morales sarapinto@drosophila.es

Colaboradores en este monográfico por orden de aparición:

David Melero López, Joaquín Santana, M. Teresa Telleria, Ángel Enrique Salvo Tierra, Baltasar Cabezudo Artero, María Jesús Gallego Cidoncha, Carlos Romero Zarco, Abelardo Aparicio, Carlos Aedo y Pablo García Murillo

Boletín Drosophila - Divulgando la vida.

Editores: Ángel León, Ismael Ferreira, Pablo Escribano, Francisco Gálvez, Eduardo Bazo, Sara Pinto y Bernardino Sañudo.

Editado en **Avda Reina Mercedes** 31 Local Fondo (BioScripts & IguannaWeb), **Sevilla**, 41012 (**España**)

ISSN digital: 2253-6930

Tu publicidad en la

Anuncio pequeño: 5€ (1/8) Anuncio mediano: 20€ (4/8)

Anuncio grande: 50€ (8/8)

info@drosophila.es

Nos vemos en el próximo monográfico El bosque mediterráneo es un ecosistema que debe parte de sus características a la acción del ser humano. Asociación de Divulgación Científica Drosophila Editores: Ángel León, Ismael Ferreira, Pablo Escribano, Francisco Gálvez, Eduardo Bazo, Sara Pinto, Bernardino Sañudo Edita: Asociación Cultural de Divulgación Científica Drosophila en Avda. Reina Mercedes 31 Local Fondo (BioScripts & IguannaWeb), Sevilla, 41012 (España) **ISSN digital: 2253-6930** W W W. DROSOPHILA.ES Síguenos en 🗱 @drosophilas