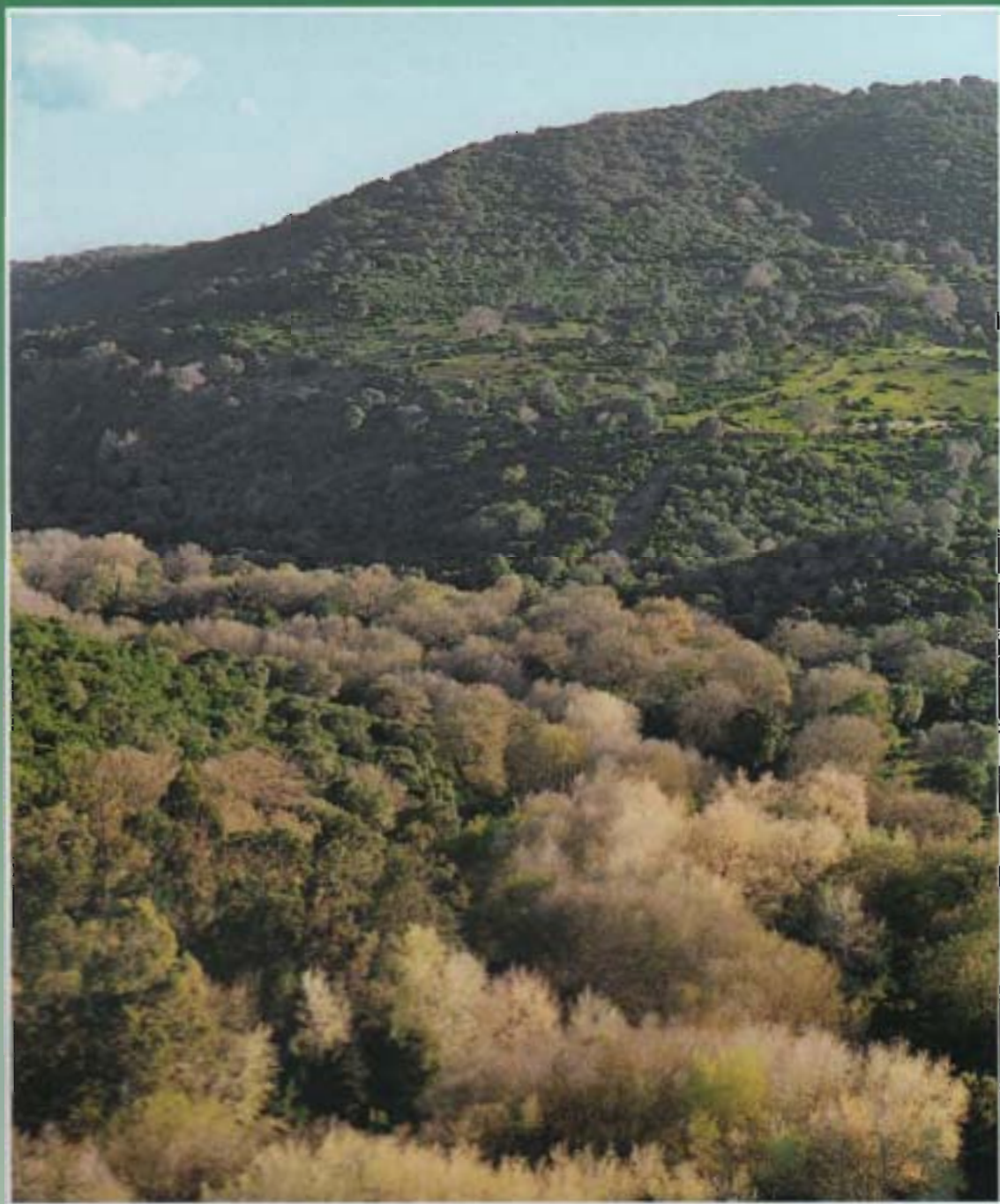


LOS CANUTOS DE LAS SIERRAS DE ALGECIRAS Y EL ALJIBE, RETAZOS DEL PASADO EN UN AMBIENTE MEDITERRÁNEO

Juan Arroyo, Francisco Rodríguez Sánchez y Arndt Hampe



BOSQUE DE GALERÍA, EN EL ESTORNO DEL RÍO GUADARRAMA. Q'F. CASTELLAR DE LA FRONTERA, CÁDIZ

CAPÍTULO 9

INTRODUCCIÓN

La amplia variedad de condiciones ambientales actuales y pasadas de Andalucía se refleja en una gran variedad de ecosistemas, desde los más áridos a los más húmedos, desde los más transformados a algunos aún prístinos, desde el nivel del mar hasta las montañas más elevadas de la Península. Prácticamente todos tienen el denominador común de haber forjado sus características actuales bajo el clima mediterráneo que existe en esta región al menos desde el Plioceno (3'5 millones de años). Este común denominador no debe ocultar que la flora y la vegetación de Andalucía tienen orígenes muy diversos. El resultado es un mosaico biológico que está entre los más variados que podemos encontrar en la Cuenca Mediterránea.

En Andalucía, el ambiente que probablemente más se aleje del paradigma mediterráneo es el de los canutos, un tipo de bosque en galería del extremo más meridional de la región, en las provincias de Málaga y sobre todo de Cádiz. La mayoría de estos canutos están hoy incluidos en el Parque Natural Los Alcornocales. La combinación particular de un sustrato geológico poco común en la región, de un clima que siendo mediterráneo es comparativamente mucho más temperado, de microclimas

particularmente húmedos donde la sequía estival es de influencia mínima, y de un marco geográfico e histórico, el estrecho de Gibraltar, geológicamente muy dinámico pero con una cierta constancia climática, ha determinado la existencia relictual de especies y comunidades que constituyen una suerte de archivo histórico de los sucesos que han ocurrido desde finales de la Era Terciaria. Aunque estos eventos han afectado también a otros ecosistemas andaluces, su efecto sobre ellos ha sido principalmente la extinción o la modificación evolutiva, con lo que la reconstrucción de los procesos subyacentes es más incierta. Por el contrario, en los canutos persisten elementos que nos muestran aproximadamente cómo fueron las condiciones ecológicas hace más de tres millones de años. Aparte del valor sentimental, de la estética singular y de la presencia de elementos que tienen allí sus últimos o penúltimos refugios, el registro histórico confiere a los canutos un valor especial para su conservación, pues permite indagar con precisión cómo

FIGURA 1. UN CANUTO DEL PARQUE NATURAL DE LOS ALCORNOCALLES

Nótese cómo, en la parte superior de la ladera, el afloramiento de la roca impide el desarrollo del bosque, y se implanta un brezal o "herriza"



VISTA EXTERIOR



VISTA INTERIOR

han resistido las especies los avatares del clima cuaternario cambiante. Este relato incluye hasta los linajes humanos ancestrales, pues esta zona ha sido la última de Europa en sostener poblaciones de nuestro primo hermano evolutivo, el hombre de Neandertal (*Homo neanderthalensis*), hasta hace unos 28.000 años. Finalmente, su situación geográfica particular, a poca distancia del límite meridional actual del clima mediterráneo, les confiere un valor adicional: la posibilidad de que los canutos sean monitores certeros de los efectos del actual cambio global en general, y del climático en particular.

El origen del término “canuto” es incierto, aunque parece que lo han usado tradicionalmente las gentes sencillas del campo por la similitud de las gargantas más profundas con un túnel o canuto en sentido figurado, debido a que el ambiente es muy oscuro, por el encajonamiento y la densa cobertura arbórea de especies en muchos casos de hoja ancha y perenne. Este término fue rápidamente asimilado por botánicos profesionales influyentes (S. Rivas Goday), que lo emplearon en la literatura botánica en castellano y de ahí ha saltado incluso a los textos oficiales (por ejemplo, *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, número 88, 2004, p. 10709) que regulan la conservación de los sistemas naturales. En comparación con otras zonas en la región, el Parque Natural Los Alcornocales, y particularmente los canutos, ha experimentado una menor presión humana, debido a la menor densidad de poblamiento y a un uso que no ha incluido la agricultura intensiva, por lo que nos han llegado numerosos enclaves con un buen nivel de conservación.

EL MEDIO FÍSICO

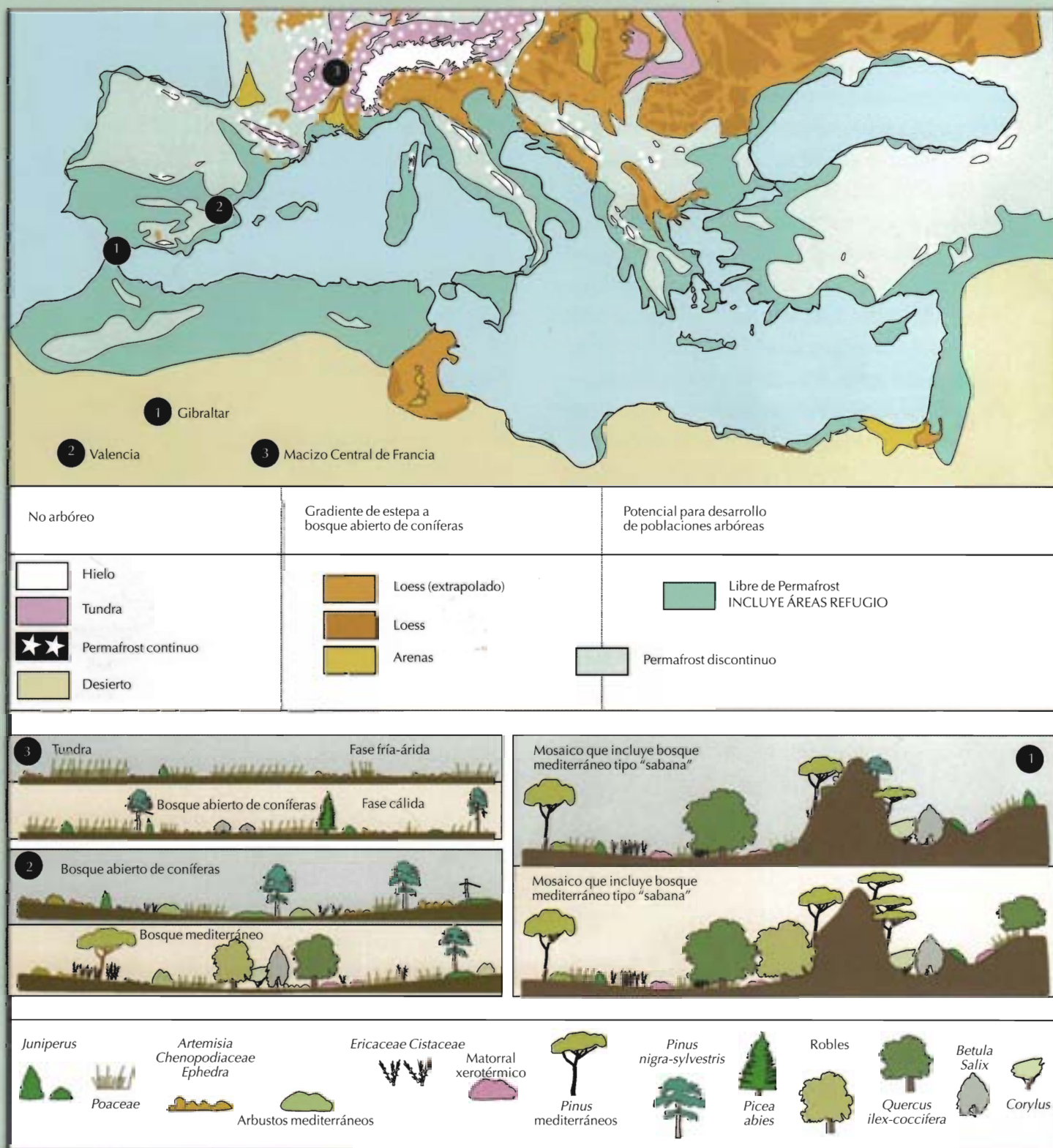
La geodinámica de la región del estrecho de Gibraltar ha atraído a los geólogos desde antiguo, incluso mucho antes de saberse que esta región está formada por dos placas tectónicas. La semejanza litológica y geomorfológica de los dos lados del Estrecho hizo ver desde antiguo que los procesos geodinámicos debieron de ser similares si no idénticos en ambos. Estas presunciones se han vuelto certeras en épocas más modernas, cuando el paradigma de la tectónica de placas como mecanismo explicativo de la deriva continental se implantó hace ya casi medio

siglo. Esta zona ha sufrido un intenso movimiento de las placas que, de hecho, ha provocado sucesivas conexiones y separaciones a lo largo de los períodos geológicos. Se comentan aquí solo aquellos cambios que por su cercanía temporal han dejado más huella en la biota actual. Lo primero que debe mencionarse es que el estrecho de Gibraltar ha sido una especie de llave de paso que ha abierto o cerrado consecutivamente el Mar Mediterráneo o su predecesor, el Mar de Tethys, una vez que este último ya se había cerrado por el este por la aproximación y contacto de las placas arábiga y euroasiática a mediados del Mioceno (15 millones de años). A finales de este período, hace unos 6 millones de años, el extremo occidental del antiguo Tethys y ya casi Mediterráneo se cerró por la colisión de las placas Ibérica (parte de la placa Euroasiática) y Africana, lo que además provocó una elevación isostática del fondo marino. La consecuencia inmediata, en términos geológicos, fue el cierre del mar, que se hizo deficitario, con más pérdidas hídricas por evaporación que ganancias por vertido fluvial. Este mar se hizo muy somero, hasta quedar reducido a unas pocas cuencas hipersalinas en las depresiones más profundas.

La falta de atemperamiento oceánico hizo que el clima de esa época fuera progresivamente más árido, aunque en la zona que nos ocupa lo fuera comparativamente menos, por la cercanía del océano Atlántico en el oeste. Este fenómeno es conocido como la Crisis de Salinidad del Messiniense, que es el período miocénico en que aconteció. A comienzos del Plioceno, hace unos 5'3 millones de años, el Estrecho volvió a abrirse y el Mar Mediterráneo apareció con una configuración muy similar a la actual, abierto solo por el oeste (excepción hecha de la apertura artificial del canal de Suez hace un siglo y medio). Al mismo tiempo, el clima se hizo más templado y húmedo que en la época anterior y, lo que es más peculiar, adquirió su carácter estacional de inviernos templados y húmedos y veranos calurosos y secos. Es decir, durante los últimos tres millones de años el clima de la región ha sido de tipo mediterráneo, con mayor o menor extensión. Sin embargo, el clima no fue constante desde entonces, pues sufrió cambios cíclicos debidos a las glaciaciones, aunque la posición meridional y la presencia de dos mares contiguos hicieron que la influencia

FIGURA 2. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS CONDICIONES FISIGRÁFICAS Y DE LA VEGETACIÓN EN EL PALEÁRTICO NOROCCIDENTAL DURANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO OSCILANTE

Se incluyen fases frías y áridas (gris) y fases cálidas y húmedas (amarillo) para el intervalo cronológico entre 50.000 y 15.000 años antes del presente. Nótese cómo la sensibilidad de la vegetación es menor en el extremo sur peninsular (Gibraltar) que en el centro-este de España y mucho menor que en el Sistema Central francés, lo cual evidencia la existencia de refugios glaciales para la vegetación leñosa mesotermófila



Fuente: modificado por J. S. Carrión a partir de Finlayson, C. & Carrión, J. S., 2007

FIGURA 3. BOSQUE DE NIEBLAS, FRECUENTE EN LAS GARGANTAS Y ALGUNAS CUMBRES DEL PARQUE NATURAL DE LOS ARCONOCALES



VISTA EXTERIOR

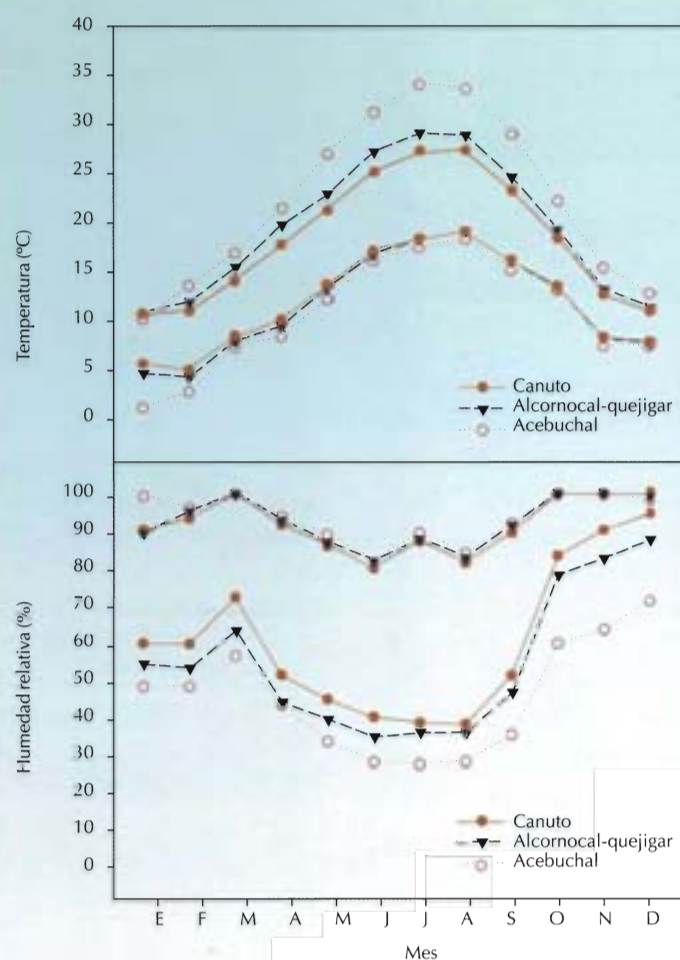


glacial fuera minimizada. La reconstrucción climática pleistocénica se ha basado en gran medida en las evidencias paleobotánicas, que han mostrado pulsos climáticos de aridificación y pluviosidad, apareciendo el último período húmedo notable hace unos 6.000 años.

El clima actual de la región es, por tanto, mediterráneo, pero de influencia oceánica que hace que las temperaturas sean suaves, especialmente las mínimas. La temperatura media anual varía entre 15 y 19 °C, mientras que la precipitación media anual lo hace entre 700 y unos

FIGURA 4. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN TRES TIPOS DE HÁBITAT ADYACENTES EN LA GARGANTA DE LAS PALAS (FINCA LA JARDA. PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES. JEREZ DE LA FRONTERA, CÁDIZ)

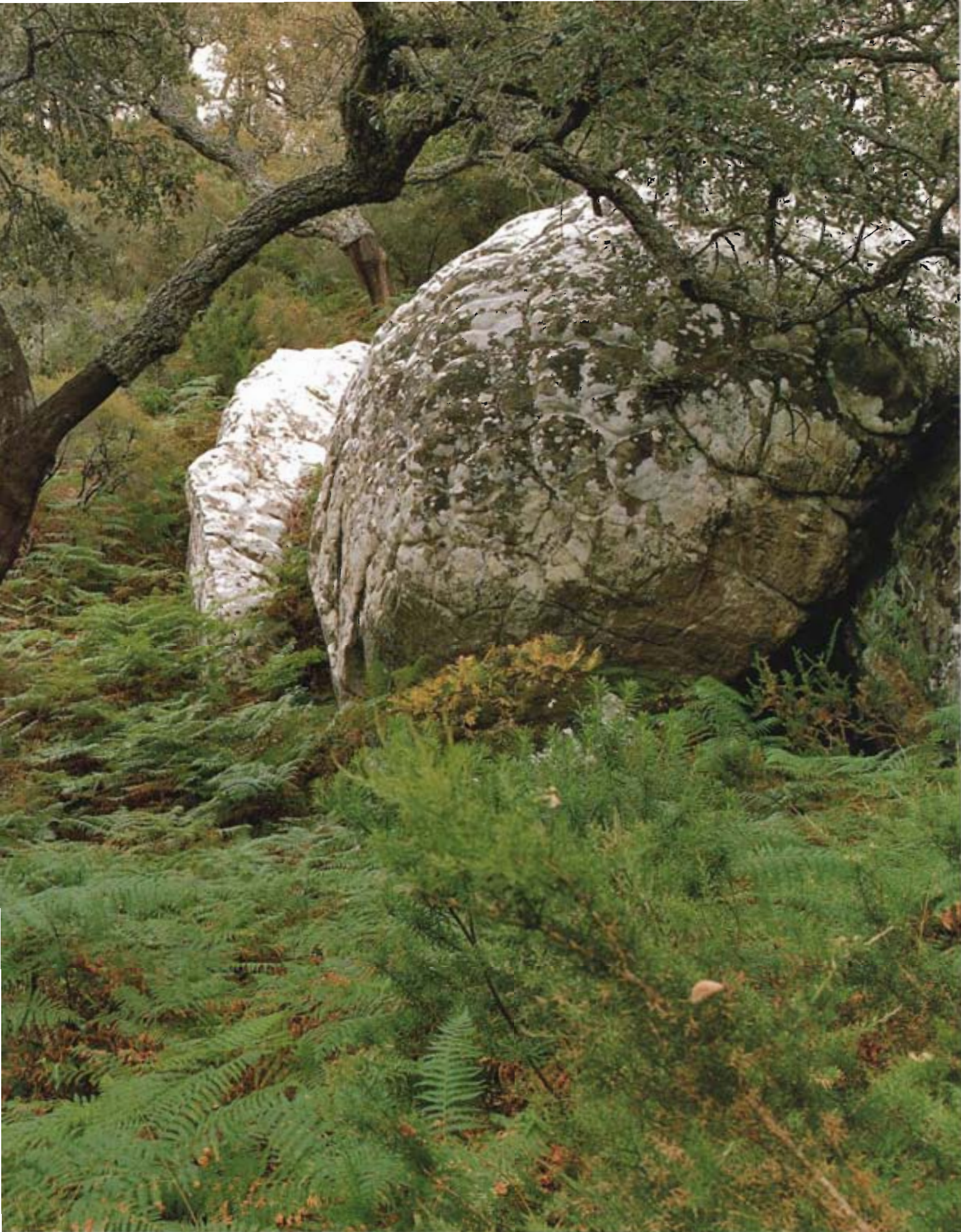
Nótese que el canuto presenta menor oscilación térmica y valores más altos de humedad relativa, a pesar de una separación de pocas decenas de metros de los otros hábitats



Fuente: Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2009

2.000 l/m². Los diagramas climáticos de la zona muestran una típica estacionalidad mediterránea, con una caída fuerte de las precipitaciones en verano. Sin embargo, en algunos enclaves más cercanos al mar o en las gargantas más profundas —los canutos—, la sequía estival está mitigada por nubes de estancamiento que disminuyen la evapotranspiración y mantienen la humedad ambiental en valores altos. De hecho, los arroyos que corren por el fondo de estos canutos, incluso siendo pequeños, suelen llevar agua corriente todo el año, algo inusual en clima





LOS ARCORNOCALES HAN SIDO UTILIZADOS DURANTE SIGLOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CORCHO, Y REPRESENTAN HOY DÍA EL TIPO DE HÁBITAT MÁS ABUNDANTE DENTRO DEL PARQUE NATURAL. SU MANEJO HISTÓRICO HA SUPUESTO FRECUENTEMENTE LA ELIMINACIÓN DE OTRAS ESPECIES LEÑOSAS QUE COMPARTÍAN EL ESPACIO, Y QUE HAN ENCONTRADO REFUGIO EN CANUTOS Y QUEJIGARES POCO PERTURBADOS

mediterráneo. Asimismo, las oscilaciones térmicas son menores en el interior de los canutos que en otros tipos de hábitat adyacentes, lo que indica el importante papel de la vegetación en la conservación de estas características microclimáticas. En definitiva, estos enclaves tienen microclimas que de alguna forma rememoran los que hubo en amplias épocas y zonas en la Era Terciaria.

La orografía, el clima y el sustrato geológico (areniscas) han originado suelos también peculiares, pues son ácidos, pobres en nutrientes y, en los casos más extremos, con alto contenido en aluminio soluble, que es tóxico para muchas plantas. Estas características negativas para el desarrollo fisiológico de las plantas están mitigadas en el fondo de los canutos, debido a la acumulación de sedimentos y de materia orgánica de origen forestal hacia la parte baja de las laderas. Además, la dependencia de estas plantas de la composición química del suelo es menor que de los factores hídricos, que son decisivos.

■ LA VEGETACIÓN Y LA FLORA, UN PARAÍSO PARA LOS NATURALISTAS

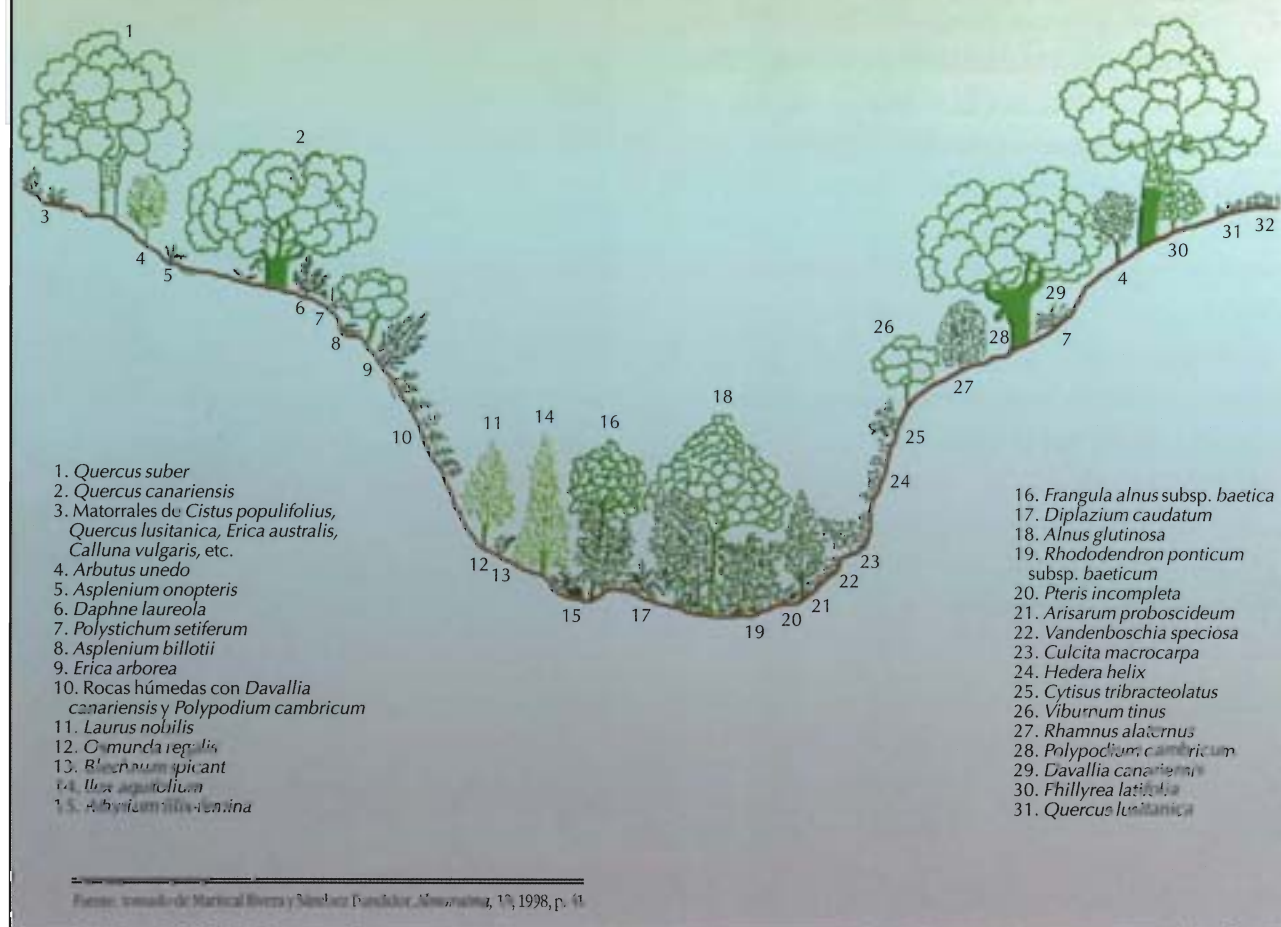
Las plantas de esta región han atraído desde antiguo a naturalistas en general y a botánicos en particular. Muchos de los viajeros naturalistas de los siglos XVIII y XIX incluyeron estos territorios en sus viajes de exploración, bien como etapa en itinerarios más largos, bien como destino final. Tras atravesar la Península Ibérica hacia el sur, uno de los hechos más llamativos fue el de encontrar un ambiente temperado, en ciertos aspectos similar al de amplias áreas de sus países europeos de origen, después de recorrer paisajes incluso esteparios en el centro y este de la Península Ibérica. Este contraste tan marcado ha determinado que los análisis biogeográficos más recientes hayan colocado esta zona más meridional de la Península en una unidad biogeográfica conjunta con el noroeste de África. En otras palabras, la flora y la vegetación son más parecidas entre ambos lados del estrecho de Gibraltar que entre esta zona y otras adyacentes más al norte o al sur dentro de cada continente.

Este hecho es aplicable a todos los tipos de vegetación presentes y los canutos no son una excepción, tanto en su contenido en especies como en su estructura y funcionamiento. Sin embargo, la ecología de las plantas del lado africano se conoce menos y su nivel de conservación general es también menor.

La vegetación de los canutos destaca por su gran desarrollo y una estructura vertical muy compleja en relación con tipos de vegetación propiamente mediterráneos. Los estratos de vegetación son difícilmente reconocibles a simple vista, porque la variación es más bien continua. En ciertos aspectos, la fisionomía es la de un bosque subtropical, aunque hay hechos diferenciadores. Las plantas anuales son muy escasas y las herbáceas perennes presentan gran desarrollo vertical; muchas de ellas se comportan como lianas, mientras que otras son muy tolerantes a la sombra, como ocurre con uno de los elementos vegetales más peculiares de los canutos, las pteridófitas (es decir, los helechos). La diversidad de plantas leñosas es muy alta en comparación con comunidades mediterráneas, particularmente en relación con arbustos grandes y árboles. La abundancia de lianas leñosas, plantas epífitas y epilíticas ilustra la importancia de las condiciones lumínicas como limitantes del desarrollo, una vez que el ambiente hídrico no lo es tanto. La vegetación de los estratos dominantes es variada no solo en su composición florística, sino también en su estructura y diversidad funcional. Un elemento importante está constituido por arbustos y árboles lauroides, de hojas similares a las del laurel, anchas y oscuras, no muy tolerantes al déficit hídrico y a las bajas temperaturas, pero sí a la sombra. La vegetación lauroide está dominada por un estrato superior de árboles caducifolios o semicaducifolios de invierno, como "alisos" (*Alnus glutinosa*), "sauces" (*Salix* spp.) y "quejigos morunos" (*Quercus canariensis*), no exclusivo de los canutos), que determinan en gran medida la existencia de condiciones favorables en el verano para la vegetación lauroide y las pteridófitas y briófitas, pues mitigan la radiación y por tanto los efectos de la sequía, aunque esta sea moderada. El resultado es una vegetación compleja, muy dependiente de un estrecho equilibrio en el que las perturbaciones, por ejemplo el aclarado del dosel arbóreo, pueden acarrear extinciones locales en

FIGURA 5. PERFIL DE VEGETACIÓN DE UNA GARGANTA EN LA SIERRA DE OJÉN (PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES. TARIFA, CÁDIZ)

La vegetación típica del canuto aparece en el fondo, mientras que al ir ascendiendo en la ladera aparecen los bosques semicaducifolios de "quejigo" (*Quercus canariensis*), esclerófilos de "alcornoque" (*Quercus suber*) y, finalmente, la vegetación desarbolada de brezal



cadena. La vegetación de los canutos ha sido estudiada principalmente desde un punto de vista descriptivo, a partir de su composición florística y de la abundancia de las especies que se han considerado como indicadores. Mientras que esta aproximación fue útil para definir este tipo de comunidad vegetal y darlo a conocer a la comunidad científica, faltan urgentemente estudios sobre la dinámica integrada y el funcionamiento de esta vegetación. Dada la singularidad de los canutos, recogida en la legislación regional, nacional y europea (véase el apartado dedicado a la conservación de los canutos), parecen muy necesarios tanto los estudios sobre la variación espacial de las condiciones ecológicas donde se presentan como la monitorización a largo plazo de los cambios ambientales que se puedan producir y sus efectos. Este último objetivo debería idealmente enmarcarse en planes de seguimiento sostenidos en un contexto espacial amplio,

incluyendo algún ejemplo representativo de canutos en las redes LTER (*Long Term Ecological Research*: "investigación ecológica a largo plazo"). Cuestiones como la dinámica de los nutrientes, las interacciones entre las especies, la dependencia de los cambios naturales y artificiales en las laderas de las cuencas, los efectos de invasiones y plagas, entre otros muchos, quedan pendientes de abordar.

Al igual que la vegetación, la flora de los canutos también ha sido estudiada más desde un punto de vista descriptivo, identificando especies singulares por su posición taxonómica o por su significado biogeográfico, que desde una aproximación más mecanicista, explicativa de las causas por las que las especies están presentes en los canutos. Sin embargo, esta situación ha empezado a cambiar para algunas especies. Aquí, más que detallar una lista de especies propias de los canutos, se intenta explicar

qué tienen en común tales especies, lo cual puede ayudar a indagar sobre las posibles causas de su distribución. Las plantas más singulares de los canutos se pueden agrupar en tres grandes clases, de las que dos tienen carácter taxonómico, aunque este sea elevado en la jerarquía de la clasificación: las briófitas (musgos y hepáticas) y las pteridófitas (helechos en sentido amplio). El tercer grupo es de tipo arquitectural: plantas leñosas de cierto tamaño, como los árboles y arbustos. Los tres grupos tienen en común su aparente carácter relictos, es decir, los canutos representan para ellos los refugios en los que han quedado relegadas sus poblaciones actuales después de que se extinguieran en muchos otros sitios, a veces incluso muy lejanos. A la inversa, estas especies relictas que han permanecido en los canutos los convierten en un legado vivo del Terciario único en Europa occidental.

■ BRIÓFITAS Y PTERIDÓFITAS

Las briófitas y pteridófitas han sido objeto de estudio florístico desde antiguo y las sierras del actual Parque Natural Los Alcornocales son bien conocidas entre profesionales y aficionados por ser uno de los pocos lugares en muchos kilómetros donde aún se pueden encontrar poblaciones de estas especies relictas, aunque el peligro de la extinción se cierne sobre ellas. Los estudios florísticos, sean mediante un análisis cualitativo o mediante poderosas herramientas numéricas, han mostrado la singularidad de la flora de musgos, hepáticas y helechos de los canutos, tanto por su elevada diversidad en cada comunidad y entre comunidades como por la particularidad biogeográfica de muchas especies. En efecto, se ha comprobado que muchas de estas especies tienen una distribución muy amplia, incluso a escala mundial, pero cuando se buscan las localidades concretas donde viven las especies, estas son muy escasas y están muy alejadas entre sí, en general debido a fenómenos de extinción diferencial asociados a la pérdida de recursos hídricos. Las causas pueden ser tanto antiguas y naturales (por ejemplo, las fases más áridas y frías ligadas a los periodos glaciales) como artificiales (el cambio climático actual). Por lo tanto, estas especies se ofrecen como organismos indicadores inmejorables para el seguimiento de los efec-



FIGURA 6. EJEMPLAR DEL HELECHO *DAVALLIA CANARIENSIS*, QUE FRECUENTEMENTE SE COMPORTA COMO EPÍFITO Y QUE PRESENTA MUCHAS DE SUS MEJORES POBLACIONES EN EL PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES, AUNQUE NO SIEMPRE EN CANUTOS

tos de tales cambios en el futuro, como lo están siendo los anfibios desde hace tiempo, por razones similares. Entre las pteridófitas los mejores ejemplos de especies de distribución disyunta (con saltos grandes en su área de distribución) y aún presentes en los canutos son *Christella dentata*, *Culcita macrocarpa*, *Diplazium caudatum*, *Psilotum nudum*, *Pteris incompleta* y *Vandeboschia speciosa*. Todos ellos son propios de los canutos más umbríos y húmedos, excepto *P. nudum*, que vive en fisuras con cierto grado de insolación. Algunos son de distribución casi exclusivamente tropical y subtropical (*C. dentata*, *P. nudum*), macaronésica (*C. macrocarpa*, *D. caudatum*, *P. incompleta*) o atlántica (*V. speciosa*). Como es de esperar en linajes basales, el endemismo es casi inexistente, pero la disyunción es muy común. Todos ellos están oficialmente catalogados

como “En Peligro de Extinción”, excepto *V. speciosa*, que lo está como “Vulnerable” (*Helechos Amenazados de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2006). La distribución actual de casi todos, con grandes disyunciones, se considera relictica y testigo de épocas muy pretéritas, pues estos grupos vegetales son generalmente antiguos. La relictualidad está generalmente basada en inferencias muy indirectas. Raramente se dispone de datos de la distribución en épocas geológicas pasadas (*P. nudum* es una notable excepción) y en general no existen datos apropiados (marcadores moleculares neutros; véase más adelante) que atestigüen el aislamiento espacio-temporal de las poblaciones de los canutos.

■ PLANTAS VASCULARES LEÑOSAS

El tercer grupo de plantas singulares de los canutos incluye aquellas vasculares leñosas, de diferentes familias de angiospermas, cuyo nexa común es una historia de reducción aparente del área de distribución por su escasa tolerancia al estrés hídrico y a las bajas temperaturas, una ecología actual marcada por una asociación estrecha a los canutos y una longevidad considerable que les ha permitido una cierta resistencia demográfica a las fluc-

tuaciones meteorológicas interanuales típicas del régimen macroclimático. La supuesta relictualidad de estas poblaciones casi siempre ha sido inferida a partir de distribuciones disyuntas, por ejemplo en el este de la Cuenca Mediterránea, en Europa templada o en Macaronesia. A veces también se ha recurrido a las vicarianzas, es decir, a linajes hermanos hoy separados geográficamente que divergieron de un ancestro común. En función de ello se ha asumido un patrón de rarificación a lo largo de la cuenca en dirección este-oeste, asociado a las fases áridas sufridas a finales del Terciario (crisis del Messiniense), o en dirección norte-sur, asociado a los avances y retrocesos del clima de los períodos glaciales del Cuaternario. En algunos casos, ambos procesos pueden haber ocurrido secuencialmente. Sin embargo, la confirmación de tales procesos necesita de un registro fósil fidedigno o de un estudio filogeográfico con marcadores moleculares apropiados, que tracen el “movimiento” de las plantas a lo largo de los milenios. Estos estudios están empezando a hacerse públicos actualmente y comienzan a arrojar luz sobre la historia evolutiva de estas plantas. Una lista de especies no exhaustiva incluye el “ojaranzo” (*Rhododendron ponticum*), el “arraclán” (*Frangula alnus*), el “acebo” (*Ilex aquifolium*), el “laurel” (*Laurus*

FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL OJARANZO (*RHODODENDRON PONTICUM*), EL ARRACLÁN O AVELLANILLO (*FRANGULA ALNUS*) Y EL LAUREL (*LAURUS NOBILIS*) EN EUROPA

Las cruces (†) indican la presencia de restos fósiles de la especie, que confirman la existencia de áreas de distribución mayores en el pasado.
Las poblaciones de los canutos se encuentran en el límite de su rango geográfico y considerablemente aisladas del resto de poblaciones de cada especie, lo que ha favorecido el desarrollo de historias evolutivas independientes



Fuente: modificado de Arroyo et al., 2002, Almoraina





QUEJIGOS EN INVIERNO (SIERRA DE LA LUNA. ALGECIRAS, CÁDIZ)



CORZO ANDALUZ O MORISCO EN EL PARQUE NATURAL DE LOS ALCORNOCALLES. CÁDIZ

nobilis), el “torvisco macho” (*Daphne laureola*) y quizás en el pasado el “loro” (*Prunus lusitanica*), que en su día fue citado para estos canutos pero que no ha sido confirmado más recientemente. La ausencia de esta última especie es notable, por cuanto es abundante en ambientes similares de los barrancos del norte y oeste peninsular, Macaronesia y el norte de Marruecos, en este último caso a escasos kilómetros de distancia. A esta lista podrían unirse el “durillo” (*Viburnum tinus*) y el “madroño” (*Arbutus unedo*), que también tienen hoja ancha y oscura y son muy abundantes en los canutos, aunque lo son también en otros bosques mediterráneos con cierto nivel de sombra bajo el dosel arbóreo. Se ha propuesto que estas especies tienen un mayor grado de esclerofilia y, por tanto, de resistencia a la sequía mediterránea. Estas dos especies son muy buenas candidatas para estudiar el proceso de adaptación al clima mediterráneo a partir de unas características propias de ambientes más húmedos. La importancia de los árboles relictos en los canutos puede venir dada por una estimación de su frecuencia. En un censo realizado por el personal del Par-

que Natural Los Alcornocales en 154 canutos de diversa importancia, en el 63% está presente el ojaranzo, en el 55% el laurel y en el 49% el arraclán o avellanillo, mientras que el aliso, árbol no relictivo, se encuentra en el 67% de los canutos.

El ambiente cálido y húmedo donde viven estas especies relictas contrasta con otro más frecuente en Andalucía, más frío y seco y asociado a las montañas mediterráneas, donde persisten otro tipo de relictos asociados a las glaciaciones. En este último caso, las plantas fueron empujadas a ascender en altitud en las épocas más frías, donde quedaron aisladas y se diferenciaron originando nuevas especies. Los estudios disponibles para estos relictos montañosos son mucho más abundantes. Por el contrario, los relictos de los canutos, a pesar de ser menos en número, son muy diferentes en su *tempo* de fragmentación anterior (Terciario) y modo de diferenciación menor, con nula (*L. nobilis*, *I. aquifolium*) o sutil (*R. ponticum* subsp. *baeticum*, *F. alnus* subsp. *baetica*, *D. laureola* subsp. *latifolia*) separación taxonómica.



PETIRROJO (*ERITHACUS RUBECULA*)

■ LA FAUNA DE LOS CANUTOS

Pese a ser más conocidos por la riqueza y exuberancia de su vegetación, estudios recientes han puesto también de manifiesto la importancia faunística de los canutos, particularmente por sus macroinvertebrados acuáticos. El resultado más espectacular reside en el descubrimiento de varias especies de tricópteros, efímeras y coleópteros hasta ahora desconocidas para la ciencia. Solo en los canutos del Campo de Gibraltar se han contabilizado más de 150 especies de macroinvertebrados, muchos de ellos endemismos ibéricos o ibero-norteafricanos, y este número sigue aumentando conforme se amplían la intensidad y el área de muestreo. Algunas de estas especies de insectos solo habitan cursos de agua limpios y con buena oxigenación, por lo que representan excelentes bioindicadores de la calidad del agua y el estado de conservación de los canutos.

Aunque no sean exclusivas de los canutos, muchas otras especies utilizan los canutos como refugio, lugar de nidificación o bebedero necesario durante el período estival. Una de ellas es el “corzo” (*Capreolus capreolus*), una de las especies más emblemáticas del Parque Natural Los Alcornocales. Típico de ambientes forestales húmedos y latitudes más septentrionales, el corzo alcanza en las sierras de Cádiz y Málaga el límite suroccidental de su área de distribución, y presenta diversas particularidades desde el punto de vista genético y morfológico, como menor tamaño y mayor dimorfismo sexual que en el resto de Europa, derivadas del aislamiento de sus poblaciones. El corzo, especie muy sensible a la degradación del medio, encuentra en los canutos el alimento, refugio y fuentes de agua limpia que necesita. Aunque en proceso de recuperación en la actualidad, sus poblaciones han sufrido los efectos de la depredación y competencia con otros ungulados, que se manifiestan en tasas de natalidad comparativamente bajas.

Finalmente, la frondosidad de los canutos da cobijo a numerosas especies de aves ligadas a ambientes foresta-

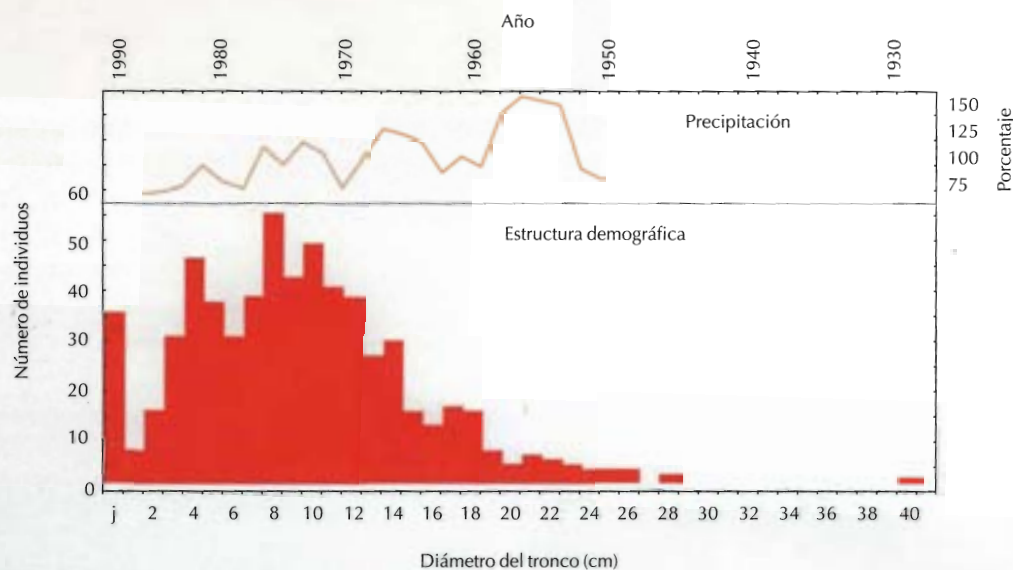




LA ESCASEZ DE PERTURBACIONES Y LA ELEVADA DENSIDAD DE LA VEGETACIÓN EN LOS CANUTOS RESULTAN MUY APROPIADAS PARA LA NIDIFICACIÓN DE MUCHAS AVES COMO EL MIRLO (*TURDUS MERULA*)

FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS EN POBLACIONES DE AVELLANILLO (*FRANGULA ALNUS* SUBSP. *BAETICA*) DE LA SIERRA DEL ALJIBE (PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES. CÁDIZ-MÁLAGA)

La clase "j" incluye todos los juveniles de menos de 1'4 metros de altura. Nótese la escasez de individuos jóvenes (diámetro menor de 7 cm), que indica la falta de regeneración, probablemente debida a la sinergia de factores como el aumento de herbívoros o el descenso de las precipitaciones en las últimas décadas. La precipitación está representada como desviaciones (%) respecto a la media global (datos de la estación de Alcalá de los Gazules, en Cádiz)



Fuente: Hampe y Arroyo, 2002

FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN DE HAPLOTIPOS (GENOTIPOS DIFERENTES DE ADN CLOROPLÁSTICO) DEL AVELLANILLO (*FRANGULA ALNUS*) EN EL OESTE DE EUROPA Y NOROESTE DE ÁFRICA

Cada color del mapa de la derecha (C) representa un haplotipo diferente y los sectores de los círculos son proporcionales a la representación de cada haplotipo en cada población. Nótese la mayor diversidad de haplotipos en el suroeste de la Península Ibérica y noroeste de África, donde la especie es arbórea (A), en comparación con el centro y norte de Europa, donde se comporta como arbusto (B)



A. ASPECTO PROPIO DEL SUROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y NOROESTE DE ÁFRICA

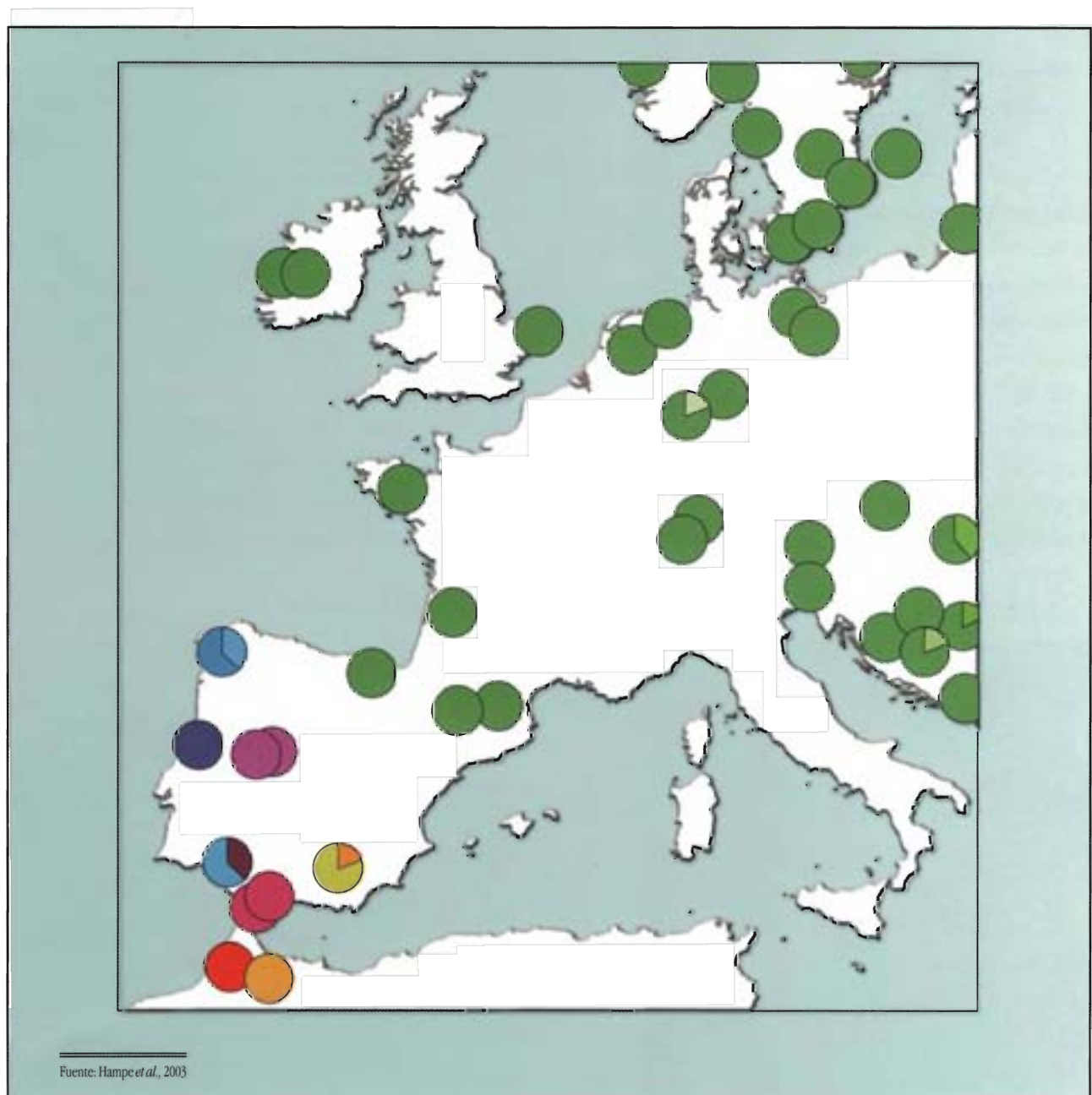


B. PORTE TÍPICO DEL CENTRO Y NORTE DE EUROPA

les. Entre las nidificantes más abundantes típicas de los canutos se encuentran el “petirrojo” (*Erithacus rubecula*), el “mirlo” (*Turdus merula*) y la “curruca capirotada” (*Sylvia atricapilla*), además de diversas especies que se mueven tanto en los canutos como por la vegetación adyacente. Las poblaciones nidificantes, ya de por sí elevadas, aumentan considerablemente con la llegada de poblaciones migratorias o invernantes. La proximidad del estrecho de Gibraltar, importante puente en la migración entre Europa y África, convierte los canutos en importantes lugares de reposo y refugio para muchas especies.

LOS PROCESOS HISTÓRICOS Y ECOLÓGICOS. LA REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN COMO PROBLEMA FUNDAMENTAL

Si las plantas más características de los canutos presentan un ajuste a climas templado-cálidos, húmedos y poco variables, que no son frecuentes actualmente en la región Mediterránea, es posible que ligeras variaciones



C. MAPA DE HAPLOTIPOS

de las condiciones ambientales en que hoy viven tengan consecuencias importantes en su persistencia. Por tanto, tenemos que conocer su viabilidad y los factores que la limitan desde múltiples puntos de vista (biología de la reproducción, ecofisiología de la tolerancia a condiciones de estrés hídrico, demografía) si queremos entender qué implicaciones pueden tener los cambios ambientales para la conservación de estas especies, en su mayoría catalogadas como amenazadas. Algunos de estos aspectos están ya siendo abordados en los relictos leñosos (*Frangula alnus*, *Rhododendron ponticum*, *Laurus nobilis*), mientras que para las briófitas y los helechos apenas existe información.

El “arraclán” o “avellanillo” (*Frangula alnus* subsp. *baetica*) muestra sus poblaciones más importantes en los canutos del Parque Natural Los Alcornocales. En otros lugares de Andalucía y del norte de Marruecos es muy raro (Sierra Morena, Sierra de Segura, Doñana, Rif central y occidental) o está extinto (Sierra Nevada). Hacia el norte de la Península Ibérica y Europa Central se hace progresivamente más frecuente otra subespecie: *Frangula alnus* subsp. *alnus*, que en algunos lugares es considerada incluso una planta pionera que coloniza turberas colmatadas. Estas plantas se distinguen bien de los avellanillos de los canutos, ya que estos últimos tienen un tamaño y una longevidad muy superiores a los de sus parientes centroeuropeos. El avellanillo suele ser relativamente abundante en los canutos, sin llegar a ser dominante. Sin

embargo, un análisis demográfico de varias de las principales poblaciones muestra un declive de clases de edad correspondiente a las plantas que nacieron a finales de la década de los años setenta del siglo XX. Las posibles causas de este declive pueden ser una sequía especialmente importante, así como la densidad de ciervos que se incrementó mucho en esa época, con el correspondiente aumento de la presión de herbívoros sobre las poblaciones. Dado que el arraclán no presenta multiplicación vegetativa y su capacidad de rebrote es limitada, la especie es potencialmente muy sensible a estos dos factores ambientales. Por otra parte, la fecundidad (producción efectiva de semillas) se muestra afectada por las olas de calor de primavera-verano, ya que las flores y los frutos jóvenes parecen muy sensibles a un incremento de las temperaturas. En consecuencia, hay tanto factores abióticos como bióticos que limitan mucho la persistencia de estas poblaciones. Por otra parte, los frutos del avellanillo representan una importante fuente de alimento para las aves residentes, que actúan como dispersores de sus semillas. No obstante, las aves suelen depositar la mayoría de las semillas dentro del mismo canuto, frecuentemente incluso bajo la planta madre. Una vez en el suelo, la corriente invernal de los canutos arrastra estas semillas aguas abajo y las deposita en bancos de arena. Aquí la emergencia de plántulas es alta, pero el ambiente es especialmente propenso a la desecación y casi todas las plántulas nacidas acaban muriendo. Solo aquellas pocas

FIGURA 10. OJARANZO (*RHODODENDRON PONTICUM* SUBSP. *BAETICUM*)



INFLORESCENCIA



PLANTA

semillas que caen en fuentes y cabeceras de los canutos, ambientes especialmente aptos pero donde no pueden llegar sin la ayuda de las aves, tienen mayores probabilidades de establecimiento. Finalmente, la dispersión entre poblaciones, es decir, entre canutos diferentes, parece ser extremadamente rara. El reducido intercambio de semillas entre canutos y su escasa probabilidad de establecimiento, junto con la larga historia de estas poblaciones, probablemente refugiadas en la zona durante todo el Cuaternario, explican que la diferenciación genética entre canutos situados a solo unos kilómetros de distancia sea muy superior a la existente entre poblaciones mucho más distantes (cientos de kilómetros) del centro y norte de Europa.

El “ojaranzo” (*Rhododendron ponticum*) presenta también una distribución disyunta, pero la separación es entre el oeste y el este de la Cuenca Mediterránea. En el primer caso el rango geográfico está disgregado a su vez en tres áreas pequeñas y separadas: la sierra de Caramullo en el centro de Portugal, la sierra de Monchique en el suroeste del Algarve en Portugal, y los canutos del Parque Natural Los Alcornocales y sierras adyacentes. En el este se presentan las poblaciones más importantes, pero con separación también entre tres zonas: las montañas del Líbano, el suroeste y sureste de la cuenca del Mar Negro. La última de estas áreas es la mayor y donde el ojaranzo presenta mayor abundancia, tanto a escala local como regional. La regeneración de esta especie muestra diferencias y analogías importantes con el arraclán. El ojaranzo produce numerosas y vistosas flores que son visitadas por una variedad de insectos que las polinizan, lo que provoca una altísima producción de frutos y semillas, en parte debido a que las plantas pueden autofecundarse. Los frutos, cápsulas dehiscentes, liberan varios miles de semillas por metro cuadrado, que son dispersadas por el viento debido a su pequeño tamaño y peso (0'7 mm y 0'05 mg en promedio) y caen aleatoriamente en diversos microhábitats. A pesar de que las semillas son perfectamente viables en el campo, es muy difícil encontrar plántulas de la especie, debido a su tamaño recién germinadas (cotiledones de 5 x 2 mm), a la escasez de micrositios favorables para la germinación (alta luminosidad y elevada humedad, como ocurre en los

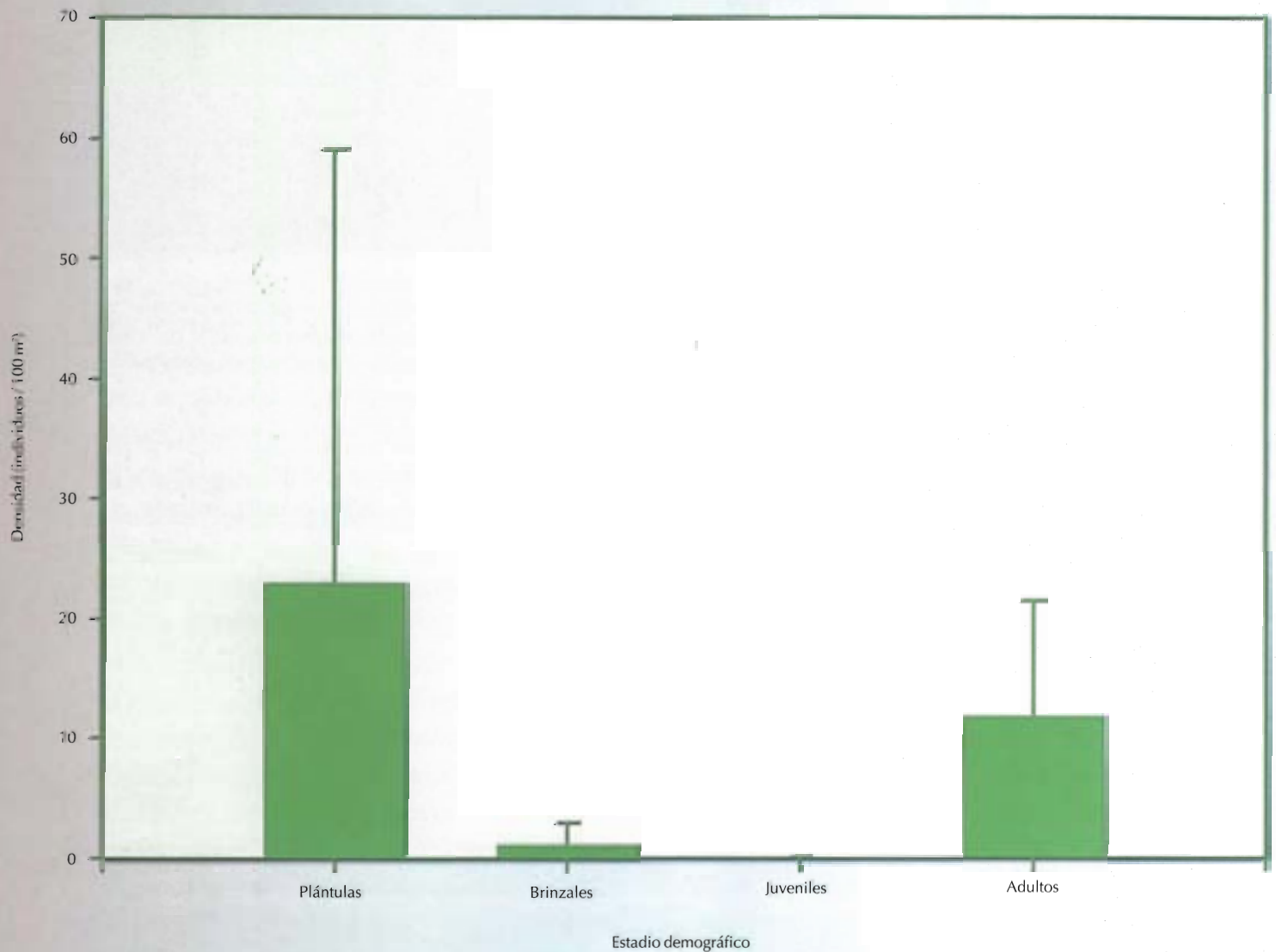


FIGURA 11. PLÁNTULAS DE OJARANZO (*RHODODENDRON PONTICUM* SUBSP. *BAETICUM*) EN LA FUENTE DE UN CANUTO, DONDE A VECES PERSISTEN VARIOS AÑOS, AUNQUE INVARIABLEMENTE ACABAN MURIENDO EN LOS AÑOS MÁS SECOS

tapices de musgos) y a una altísima mortalidad en el primer verano. De hecho, en los censos demográficos realizados al azar en veinte canutos apenas se encontraron dos individuos que podrían clasificarse como juveniles o brinzales (plantas en edad pre-reproductora). El resto de los varios miles de individuos censados eran adultos. Quiere esto decir que las curvas demográficas están completamente invertidas y no garantizan virtualmente ninguna regeneración de las poblaciones. A diferencia del avellanillo, el ojaranzo es tóxico para los grandes herbívoros, presenta intensa capacidad de rebrote (gracias a su enorme lignotubérculo subterráneo) y cierta multiplicación vegetativa, mediante acodo, puesta de manifiesto por marcadores moleculares de identidad genotípica. Por ello, la longevidad de sus individuos es de cuantificación casi imposible. Es relativamente común que toda la biomasa aérea de un ojaranzo “muera”, por ejemplo por una sequía, y el año siguiente rebrote si las lluvias llegan en su momento. Dado que en algunos de estos rebrotes se han contado más de cien anillos de crecimiento anual, es fácil inferir que una planta con diversas ramas de distinto grosor y varios eventos de destrucción aérea tenga una edad de varios centenares de años. Por tanto, parece probable que un clon, como resultado de la multiplicación vegetativa por acodo, pueda incluso llegar a tener milenios, aunque dicha estima sea aún más

FIGURA 12. ABUNDANCIA MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA DE CUATRO CLASES DE EDAD DE OJARANZO (*RHODODENDRON PONTICUM*) EN VEINTE CANUTOS DEL PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES

Véase cómo las clases de edad intermedia son muy escasas, lo que compromete la regeneración futura de las poblaciones



Parque Natural, 2002

difícil de confirmar. Esta longevidad y, en menor medida, la multiplicación vegetativa son la principal garantía actual de persistencia del ojaranzo en las condiciones actuales, que puede depender de episodios de reclutamiento de nuevos individuos muy esporádicos favorecidos por las oscilaciones naturales del clima. Así, por ejemplo, en la “Pequeña Edad de Hielo” el clima fue más frío en casi toda la Península y más húmedo en su extre-

mo sur, especialmente entre los siglos XVII y XVIII; es posible que muchos de los ojaranzos actuales pudieran dejar descendencia en esa época o en otras posteriores que han presentado una mayor humedad del clima. Estos lapsos de tiempo son breves para una especie tan longeva. La capacidad de observación humana, limitada por el marco temporal de nuestra vida media, hace muy difícil observar períodos de reclutamiento.



FIGURA 13. LIGNOTUBÉRCULO DE OJARANZO
(*RHODODENDRON PONTICUM* SUBSP. *BAETICUM*)
DESENTERRADO POR LA CORRIENTE DEL CANUTO.
OBSÉRVENSE LOS NUMEROSOS
REBROTES EN LA PARTE SUPERIOR



FIGURA 14. PLANTA DE OJARANZO
(*RHODODENDRON PONTICUM* SUBSP. *BAETICUM*)
APARENTEMENTE MUERTA POR LOS EFECTOS DE LA SEQUÍA.
NO OBSTANTE, MUCHAS DE ESTAS PLANTAS REBROTAN
TRAS LAS LLUVIAS DE OTOÑO

El “laurel” (*Laurus nobilis*) es una de las especies de hoja menos lauroide, y de hecho se considera que tiene cierta esclerofilia y por tanto mayor resistencia a la sequía. Por ello no sorprende que sea la especie de los canutos que tiene una distribución más amplia en la Cuenca Mediterránea, aunque sus poblaciones son pequeñas y están muy aisladas. De hecho, en ambientes submediterráneos o templados, pero limítrofes con el clima mediterráneo (por ejemplo, en la Cornisa Cantábrica o en Galicia), esta especie aparece en matorrales y bosques, no necesariamente ligada a barrancos y bosques en galería. Por otra parte, es una especie de interés ornamental, culinario y cultural desde la antigüedad clásica, por lo que ha sido abundantemente plantada, aunque no en cultivos intensivos. Ello dificulta la interpretación del origen de algunas poblaciones. Sin embargo, su dispersión limitada y la dificultad que presenta para fun-

dar nuevas poblaciones (en comparación con otras especies mediterráneas cultivadas desde la antigüedad, como el olivo, la higuera o el algarrobo) hace que las poblaciones que no están en lugares muy antropizados sean probablemente autóctonas.

El laurel, como otras especies relictas de los canutos, presenta problemas aparentes de regeneración sexual, agravados por el hecho de que esta especie es dioica, por lo que necesita la cercanía de árboles masculinos y femeninos para que puedan producir frutos. Por otra parte, el tamaño de sus frutos, de los más grandes de nuestra flora, limita notablemente el acervo de especies que pueden actuar como dispersores legítimos. Únicamente aves de tamaño medio o grande (principalmente mirlos y zorzales) son capaces de ingerir los frutos y dispersar las semillas: son los sustitutos actuales de unos dispersores anteriores ya extintos. Otras aves de menor tamaño (páridos),

FIGURA 15. PLANTAS MACHO Y HEMBRA DE LAUREL (*LAURUS NOBILIS*)



PLANTA FEMENINA



PLANTA MASCULINA

que son demasiado pequeñas para tragar los frutos, aprovechan no obstante el alto contenido en lípidos de la pulpa, dejando caer las semillas bajo los árboles madre, esto es, sin que haya dispersión. Esta dispersión ineficiente se ve agravada por cosechas de frutos comparativamente pequeñas, al ser estos de mayor tamaño, lo que limita el reclutamiento en sus estadios iniciales. A diferencia de otras especies relictas de los canutos, el laurel no está tan restringido microclimáticamente, pues es relativamente más resistente a la irradiación y a la sequía, y de hecho las plántulas (brinzales) se observan fuera de los canutos. Sin embargo, es una de las especies que más sufren los efectos de la herbivoría. El resultado neto es que su regeneración está muy comprometida, aunque probablemente sea la que más fácil sería de recuperar por su relativa mejor adaptación al clima mediterráneo. Una vez más, la persistencia de las poblaciones depende mucho de la longevidad de sus individuos, incrementada por su elevada capacidad de rebrote.

El grado de asociación de estas especies arbustivas y arbóreas a los canutos es variable, dependiendo de cuál sea el factor primordial en su regeneración. Si este es fundamentalmente microclimático (disponibilidad hídrica) el ajuste será mayor, pues los canutos proporcionan ese microclima necesario. De hecho, allí donde el microclima es similar pero no está asociado a canutos, como en el bosque de niebla de la Sierra de Luna, en los Llanos del Juncal (Tarifa, Cádiz), estas especies relictas viven fuera del canuto. Si la limitación es por perturbación (por ejemplo, herbivoría por ungulados), la asociación con el canuto es secundaria, debida a que proporcionan cobijo por su vegetación impenetrable.

La escasa regeneración de estas plantas relictas contrasta con la de otras plantas propias del Parque Natural Los Alcornocales. Muy cerca de los canutos, en las mismas laderas, pero en sus zonas más altas, el desarrollo del suelo es muy escaso y la arenisca aflora directamente. En estas condiciones de suelos ácidos y muy pobres,

la flora es extraordinariamente rica en especies endémicas, muy bien adaptadas a esas condiciones edáficas. Estas especies presentan una excelente regeneración tanto vegetativa como reproductiva, y de hecho muchas son dominantes en sus comunidades. En pocos metros se puede ver cómo grupos de plantas distintas han seguido caminos evolutivos completamente diferentes, unas con notable éxito, y otras que están al borde de la extinción.

■ **LOS CANUTOS** **COMO TESTIGOS DEL PASADO** **Y MONITORES DEL FUTURO**

Con frecuencia se le asigna a una especie o linaje la etiqueta de “relictos” a partir de su distribución geográfica actual, frecuentemente disyunta, y de inferencias sobre ecología “mal adaptada” a las condiciones ambientales actuales. Sin embargo, para ser relictos, una especie debe tener un área anterior más amplia que la actual, es decir, debe haber sufrido una extinción en buena parte de su área, de forma que en la actualidad queden solo una o varias porciones separadas (disyuntas). Hay dos tipos de herramientas para asegurar la existencia de un proceso de este tipo: la evidencia fósil y la huella molecular. El primer tipo es el usado tradicionalmente y depende de un buen conocimiento de la taxonomía de los fósiles, no siempre fácil por la escasez de caracteres (solo algunos fosilizan bien; por ejemplo, no son comunes las flores pero sí los granos de polen, las semillas o los troncos de las leñosas). La datación, antiguamente un problema, es hoy muy fidedigna, en gran parte gracias al uso de isótopos. La escasez de lugares con condiciones aptas para la conservación y fosilización de material vegetal es otra limitación de esta herramienta. Más recientemente, se han empezado a usar marcadores moleculares para trazar el movimiento histórico de las plantas. Estos análisis, denominados “filogeográficos”, determinan la variación en zonas del ADN citoplásmico (normalmente cloroplastos) e infieren los procesos demográficos y dinámicos que han determinado la distribución de los linajes de parentesco dentro de una



FIGURA 16. PLÁNTULAS DE LAUREL (*LAURUS NOBILIS* [LA MAYOR, A LA DERECHA]), JUNTO A OTRAS QUE NO SON ERICTAS DE CANUTOS: HIEDRA (*HEDERA MADERENSIS* [ABAJO, EN EL CENTRO]), DURILLO (*VIBURNUM TINUS*) Y RUBIA BRAVA (*RUBIA PEREGRINA*) EN EL SOTOBOSQUE DE UN QUEJIGAR



FIGURA 17. EJEMPLAR DE LAUREL (*LAURUS NOBILIS*) QUE HA SUFRIDO UN INTENSO DAÑO POR HERBÍVOROS UNGULADOS

especie. En angiospermas, este ADN es casi siempre de herencia solo materna y no está sujeto a recombinación de los genomas parentales, por lo que las semejanzas en la variación del ADN no pueden deberse a transferencia desde los individuos paternos en el proceso de la reproducción sexual. En las plantas, la fundación de nuevas poblaciones ocurre normalmente por semillas dispersadas desde otras poblaciones. Cuando se examina el ADN cloroplástico de varias poblaciones, las semejanzas son debidas por tanto a flujo génico vía semillas, en las que este ADN cloroplástico es heredado solo por vía materna, ya que el polen (el otro medio para el flujo génico en plantas) no contiene ADN cloroplástico. De esta forma es posible inferir la secuencia de colonización de las

poblaciones de una especie de planta. En último extremo, a estas diferencias genéticas se les puede aplicar métodos de inferencia de la cronología de la divergencia basados en los llamados “relojes moleculares”, que pueden calibrarse con los fósiles disponibles. Estos casos muestran hasta qué punto campos científicos de tradición bien diferente, la paleontología y la biología molecular, pueden complementarse para ofrecer respuestas más sólidas.

Para las plantas leñosas de los canutos hay alguna información fósil y molecular disponible que permite asegurar que esas plantas son relictas en mayor o menor medida. El arraclán aparece en el registro fósil ligado al avance y retroceso del clima glacial durante el Cuaternario, por lo que se ha asumido que las glaciaciones han sido las principales modeladoras de la distribución actual de esta especie y que en Andalucía aparece como relictos debido a ello. Sin embargo, un reciente estudio filogeográfico ha mostrado que los dos núcleos principales de distribución meridional, en el sur de la Península Ibérica y en el norte de África y, por otro lado, en Anatolia y el Cáucaso, presentan una diferenciación genética tan marcada que su separación debe de ser muy anterior a las glaciaciones, y que debe de datarse en los finales del Terciario, antes del establecimiento del actual clima mediterráneo en el Plioceno. Es interesante, también, señalar la fuerte diferenciación entre poblaciones relativamente cercanas, como por ejemplo entre las del Parque Natural Los Alcornocales y las del Rif en Marruecos, lo cual confirma la pobre dispersión efectiva de la especie. Esta fuerte diferenciación entre las poblaciones (la mayor parte de la variación genética ocurre entre poblaciones, más que dentro de ellas) acrecienta el valor de conservación de las de los canutos, ya que contienen linajes únicos.

El ojaranzo es abundante en el registro fósil centro-europeo del Terciario, si bien se hace progresivamente más raro en registros posteriores. Se ha asumido tradicionalmente que la separación entre los linajes occidental (el ojaranzo de la Península Ibérica) y oriental (las poblaciones búlgaras, turcas y libanesas) ha debido de ocurrir como consecuencia de la crisis Messiniense. Además, debió de estar también sometido a una dinámi-

ca glacial, por cuanto se ha encontrado en otras zonas de Andalucía (turbera de Padul, Granada), y desde entonces su restricción ha debido de ser continua. Sin embargo, en esta especie el registro fósil y el molecular son difíciles de conciliar. Un estudio biogeográfico evolutivo de las especies emparentadas con el ojaranzo sugiere que la época de divergencia en ese grupo ronda los 3'2-4'9 millones de años, por lo que la divergencia sería posterior a la crisis Messiniense. La especie más cercanamente emparentada en ese grupo es *Rhododendron maximum*, del este de Norteamérica. Resulta extraño, pero no imposible, que un evento de dispersión a larga distancia (a través del Océano Atlántico, que ya tenía en esa época una anchura similar a la actual) haya originado *R. maximum*, y sin embargo que las poblaciones occidentales y orientales de *R. ponticum* (el “ojaranzo”) apenas hayan divergido. Es posible que el aislamiento entre estas poblaciones no sea tan antiguo como los fósiles disponibles atestiguan, o bien que la datación molecular sea incorrecta. Claramente, es un tópico en el que debe profundizarse. En cualquier caso, no debe olvidarse que el registro fósil es por su propia naturaleza muy fragmentario.

El laurel (*Laurus nobilis*) es la única especie de la familia de las lauráceas que actualmente vive en Europa y el Mediterráneo, aunque el registro fósil indica una flora similar a la que hoy vive en Macaronesia (especialmente en Madeira y Canarias). Por ello se ha venido asumiendo que estas islas han representado un refugio para las especies lauroides subtropicales que en el Terciario poblaron el Mediterráneo. Incluso se ha sugerido que el laurel propio de Macaronesia, *L. azorica* (ambas especies son las únicas que contiene el género), representa el ancestro del laurel mediterráneo. El laurel ha dejado abundante información en el registro fósil a finales del Terciario (Plioceno) en la margen septentrional del Mediterráneo. Posteriormente ha visto cómo su área se ampliaba o reducía según la intensidad de las glaciaciones. Utilizando modelos bioclimáticos, se ha comprobado que los cambios climáticos ocurridos desde finales del Terciario han sido determinantes para explicar la distribución actual del laurel. A lo largo de los últimos tres millones de años, incluyendo las glaciaciones cuaterna-

rias, el laurel se ha refugiado sucesivamente en determinados enclaves de la Cuenca Mediterránea con climas cálidos y húmedos (Península Ibérica y Norte de África, Balcanes, Anatolia, Oriente Próximo) y Macaronesia. Estos mismos modelos predicen, para el presente siglo, una expansión del laurel hacia el norte de la Cuenca Mediterránea y un empeoramiento de las condiciones ambientales en el sur, como consecuencia del incremento de temperaturas y la disminución de las precipitaciones. Esto último resulta preocupante si tenemos en cuenta que gran parte de la diversidad genética de la especie se concentra en sus poblaciones más meridionales, por haber resistido estas los avatares climáticos de finales del Terciario y todo el Cuaternario. Los datos filogeográficos confirman en gran medida un patrón de diferenciación entre la zona oriental y occidental de la Cuenca Mediterránea, explicable por procesos naturales, esto es, por los cambios climáticos sufridos por el Mediterráneo desde la crisis del Messiniense. Los canutos de Los Alcornocales albergan un linaje exclusivo de laurel, es decir, son diferentes genéticamente del resto de laureles en otras zonas de su área de distribución. Esto confirma el carácter autóctono y la larga historia de las poblaciones de laurel de los canutos y refuerza su singularidad, subrayando la necesidad de su conservación.

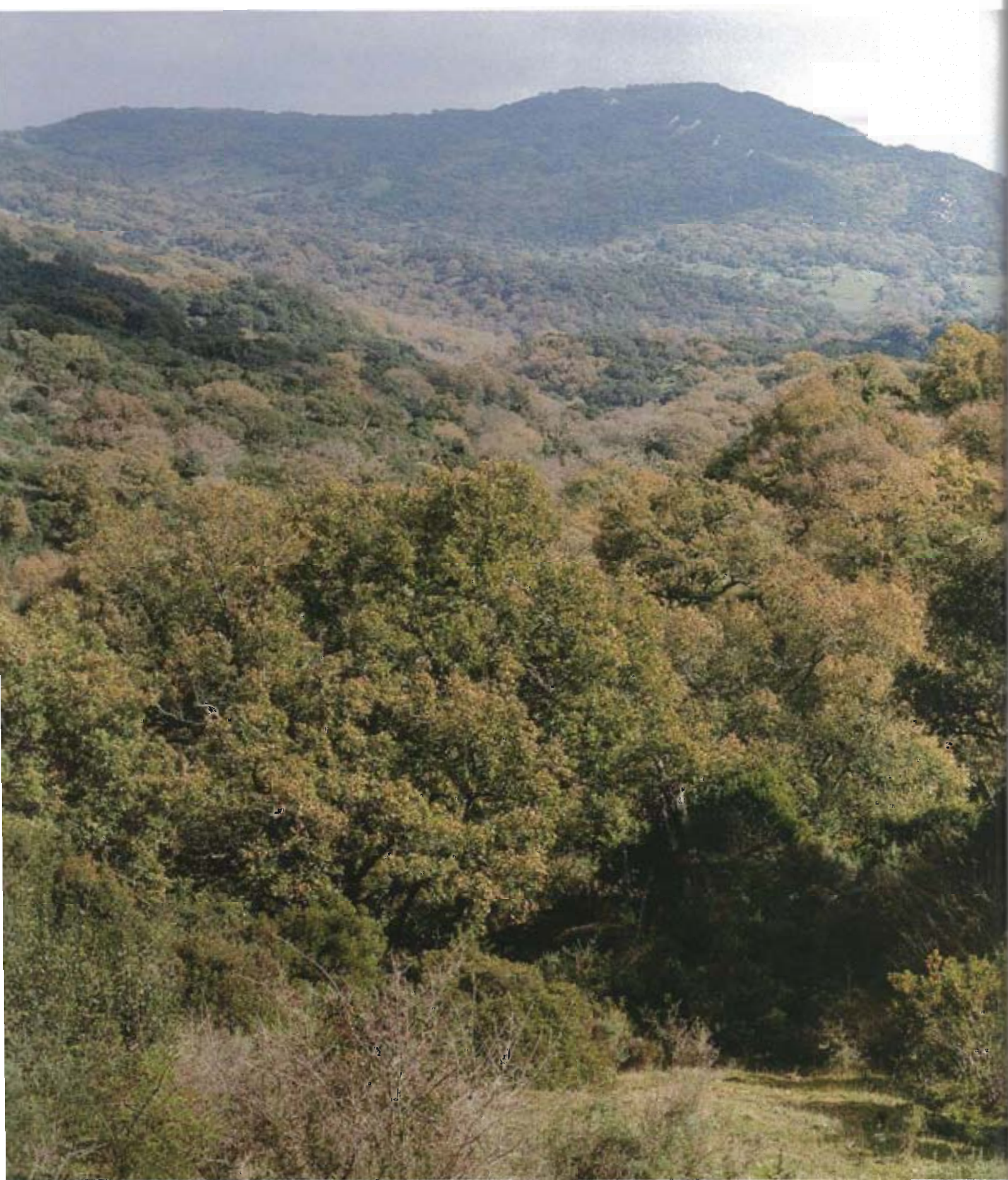
■ LA CONSERVACIÓN DE LOS CANUTOS. AMENAZAS PRESENTES Y FUTURAS

La singularidad biogeográfica y la rareza de muchas de las especies de fauna y flora presentes en los canutos ha sido recogida en los últimos años por la normativa legal a distintos niveles institucionales. Así, la Directiva Europea 92/43/CEE considera expresamente las lauredas, quejigares morunos y bosques riparios con *Rhododendron ponticum* como tipos de hábitat de interés comunitario cuya conservación resulta prioritaria, y el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas incluye muchos de los helechos propios de los canutos debido a la escasez de sus poblaciones y la baja densidad de individuos en la mayoría de aquellas. A nivel regional (Andalu-

cía), tanto el corzo como el laurel, el avellanillo, el acebo y helechos como *Pteris incompleta* y *Vandenboschia speciosa* están incluidos en el Libro Rojo, mientras que el ojaranzo y otros helechos más amenazados (*Culcita macrocarpa*, *Diplazium caudatum*) están considerados “En Peligro de Extinción”. Igualmente, casi la totalidad de los canutos que se conservan en la región de Cádiz-Málaga está incluida dentro de los límites del Parque Natural Los Alcornocales, lo que asegura respaldo legal para la conservación del hábitat más allá de las especies que lo componen. Por el contrario, los canutos situados en el norte de Marruecos no cuentan apenas con ningún tipo de protección y sufren una intensa presión humana (sobre todo a través de una enorme carga ganadera).

Pese a su protección legal y el buen estado general de conservación que presentan la mayoría de los canutos ibéricos, no por ello están exentos de amenazas de origen muy diverso. Por ejemplo, la elevada densidad de herbívoros (principalmente ciervos) alcanzada en las últimas décadas en muchas zonas del Parque Natural ha sido un factor muy limitante de la regeneración natural de casi todas las especies —a excepción del ojaranzo, dada su toxicidad— y ha provocado el descenso poblacional del corzo, más sensible e incapaz de competir con el ciervo en el acceso a los recursos. Por otro lado, aunque el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Los Alcornocales prohíbe la intervención o destrucción de la vegetación situada a menos de 5 m del cauce, la eliminación del matorral mediante rozas (desbroces) en los terrenos próximos puede afectar a la dinámica de escorrentías y aporte de nutrientes, la cantidad de radiación recibida y las condiciones microclimáticas del canuto, así como a la regeneración de especies vulnerables que, como el laurel o el acebo, son capaces de crecer a mayor distancia del curso de agua.

Dado que el agua es un elemento a la vez indispensable y definitorio de los canutos, debe autorizarse con mucha precaución la extracción de agua para cualquier uso, debido al elevado riesgo de que una desecación, incluso temporal, del arroyo tenga consecuencias letales para muchas de las especies de la comunidad. Esta precaución probablemente debiera tornarse en preocupa-



QUEJIGOS EN OTOÑO EN LA SIERRA DE LA GALLINA (PARQUE NATURAL LOS ALCORNOCALES. CÁDIZ)



ción ante las perspectivas de cambio climático para el presente siglo en la región, que incluyen un descenso notable de las precipitaciones acompañado de un marcado ascenso de las temperaturas, lo cual se traduce en un aumento del estrés hídrico. Algunos estudios ya han mostrado la importancia del clima —y especialmente de las precipitaciones de primavera y principios de verano, en franco retroceso— sobre la fecundidad, el crecimiento y la supervivencia de los relictos leñosos. Será imprescindible mantener en el futuro un seguimiento adecuado de las condiciones ambientales y la demografía de las especies de los canutos, con objeto de detectar a tiempo los problemas y tratar de adoptar las medidas correctoras convenientes. Igualmente, será necesario vigilar la llegada de nuevas amenazas, como plagas o especies invasoras, por ejemplo la *Tradescantia fluminensis*, que ya ha aparecido al sur del Parque Natural en algunos canutos en peor estado de conservación, y cuya eliminación parece, como en muchos otros casos de especies invasoras, costosa y difícil. Esta planta, procedente de Sudamérica, ya se comporta como invasora en otras partes del mundo, incluso en zonas de la laurisilva canaria similares a los canutos, que nos obligan a una vigilancia especial. El mensaje final debe destilar, sin embargo, un sentimiento razonablemente optimista, por cuanto lo que ha llegado hasta nuestros días es el resultado de un proceso natural de cambio climático. Está en nuestras manos impedir el efecto más devastador y rápido del cambio global y local de origen antrópico. Siempre es más fácil conservar que restaurar o reponer.

En cualquier caso, tanto la conservación como la restauración, esta última a veces imprescindible, deben contar con un profundo conocimiento de la biología y ecología de las especies si se quiere garantizar su éxito. Con frecuencia, muchas facetas de la vida de estas plantas y animales se muestran poco conspicuas, como por ejemplo la falta de reclutamiento, la poca eficacia de los agentes dispersores de semillas, o la escasa variabilidad genética de las poblaciones, aunque las plantas adultas individuales tengan un aspecto saludable. Solo los estudios diseñados a propósito pueden desvelar tales fallos en la regeneración de las poblaciones y proponer vías específicas de solución, como la detección y mantenimiento de

las condiciones ambientales de los sitios de regeneración, la conservación de dispersores, o la reintroducción dirigida en función de la identidad genética de las plantas. Conocer es condición *sine qua non* para conservar.

BIBLIOGRAFÍA AL CAPÍTULO 9

- *Almoraima* (Revista de Estudios Campogibraltareños). Esta revista publica frecuentemente artículos relacionados con la historia natural del Campo de Gibraltar, comarca en su mayor parte contenida en el Parque Natural Los Alcornocales.
- ARROYO, J.; CARRIÓN, J. S.; HAMPE, A.; y JORDANO, P., 2004, "La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales". En: Valladares, F., 2004, *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp. 27-67.
- ARROYO, J.; HAMPE, A.; y MEJÍAS, J. A., 2002, "La vida en el límite, o cómo las plantas de los canutos enseñan sobre climas pasados y cómo prevenir el futuro", *Almoraima*, 27, pp. 157-168.
- ARROYO, J. y MEJÍAS, J. A., 1999, "Rhododendron ponticum subsp. baeticum", G. Blanca et al. (eds.), *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 231-235.
- BRAZA, F.; SAN JOSÉ C.; y LÓPEZ, M., 2004, *El corzo en Los Alcornocales. Mapa de calidad de hábitats*, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía.
- DELGADO VÁZQUEZ, A. J. y PLAZA ARREGUI, L., 2006, *Helechos amenazados de Andalucía*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- DÍEZ-GARRETAS, B. y SALVO-TIERRA, A. E., 1981, "Ensayo biogeográfico de los Pteridófitos de las sierras de Algeciras", *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 37, pp. 455-462.
- ERFMEIER, A. y BRUELHEIDE, H., 2005, "Invasive and native *Rhododendron ponticum* populations: is there evidence for genotypic differences in germination and growth?", *Ecography*, 28, pp. 417-428.
- FINLAYSON, C. y CARRIÓN, J. S., 2007, "Rapid ecological turnover and its impact on Neanderthal and other human populations", *Trends in Ecology and Evolution*, 22 (4), pp. 213-222.
- GUERRA, J.; CANO, M. J.; PÉREZ LATORRE, A. V.; ROS, R. M.; y CABEZUDO, B., 2003, "Flora brió-pteridofítica de los bosques lauróides de *Rhododendron ponticum* L. del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz-Málaga, España)", *Acta Botánica Malacitana*, 28, pp. 19-36.
- HAMPE, A. y ARROYO, J., 2002, "Recruitment and regeneration of populations of an endangered South Iberian Tertiary relict tree", *Biological Conservation*, 107, pp. 263-271.
- HAMPE, A.; ARROYO, J.; JORDANO, P.; y PETIT, R. J., 2003, "Rangewide phylogeography of a bird-dispersed Eurasian shrub: contrasting Mediterranean and temperate glacial refugia", *Molecular Ecology*, 12, pp. 3415-3426.
- JURADO, V., 2002, *Los bosques de las Sierras del Aljibe y del Campo de Gibraltar (Cádiz-Málaga)*. Ecología, transformaciones históricas y gestión forestal, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- MARISCAL RIVERA, D. y SÁNCHEZ TUNDIDOR, F., 1998, "Flora y vegetación de los canutos y los bosques de niebla del Parque Natural de Los Alcornocales", *Almoraima*, 19, pp. 37-42.
- MEJÍAS, J. A.; ARROYO, J.; y ANDRÉS, C., 2004, "Refugios del ojaranzo; una reliquia del Terciario que sobrevive inmersa en el clima mediterráneo", *Quercus*, 215, pp. 46-54.
- MEJÍAS, J. A.; ARROYO, J.; y MARAÑÓN, T., 2007, "Ecology and biogeography of plant communities associated with the post Plio-Pleistocene relict *Rhododendron ponticum* subsp. *baeticum* in southern Spain", *Journal of Biogeography*, 34, pp. 456-472.
- MEJÍAS, J. A.; ARROYO, J.; y OJEDA, F., 2002, "Reproductive ecology of *Rhododendron ponticum* (Ericaceae) in relict Mediterranean populations", *Botanical Journal of the Linnean Society*, 140, pp. 297-311.
- PÉREZ-LATORRE, A. V. y CABEZUDO, B., 2006, "Phenomorphology and eco-morphological characters of *Rhododendron* lauroid forests in the Western Mediterranean (Iberian Peninsula, Spain)", *Plant Ecology*, 187, pp. 227-247.
- PÉREZ LATORRE, A. V.; CABEZUDO, B.; NAVAS, P.; NAVAS, D.; y GIL, Y., 2002, "Helechos relictos del Parque Natural de los Alcornocales", *Quercus*, 191, pp. 22-26.
- PÉREZ-LATORRE, A. V.; CANO, M. J.; CABEZUDO, B.; y GUERRA, J., 2005, "Phytocoenological behaviour, distribution and conservation of *Trichomanes speciosum* Willd. (Pteridophyta) in the south of the Iberian Peninsula", *Cryptogamie Bryologie*, 26, pp. 249-261.
- PÉREZ-LATORRE, A. V.; GALÁN, A.; DEIL, U.; y CABEZUDO, B., 1996, "Fitogeografía y vegetación del sector Aljibico (Cádiz-Málaga, España)", *Acta Botanica Malacitana*, 21, pp. 241-267.
- PÉREZ-LATORRE, A. V.; GALÁN, A.; NAVAS, P.; NAVAS, D.; GIL, Y.; y CABEZUDO, B., 1999, "Datos sobre la flora y vegetación del Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz-Málaga, España)", *Acta Botanica Malacitana*, 24, pp. 133-184.
- RIVAS GODAY, S., 1955, "Los grados de vegetación de la Península Ibérica", *Anales del Instituto Botánico Cavanielles*, 13, pp. 269-331.
- RIVAS GODAY, S., 1968, "Algunas novedades fitosociológicas de España meridional", *Collectanea Botanica*, 8, pp. 997-1031.
- RODRIGO, F. S.; ESTEBAN-PARRA, M. J.; y CASTRO-DÍEZ, Y., 1995, "The onset of the Little Ice Age in Andalusia (southern Spain): detection and characterization from documentary sources", *Annales Geophysicae*, 13, pp. 330-338.
- RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, F. y ARROYO, J., 2008, "Reconstructing the demise of Tethyan plants: climate-driven range dynamics of *Laurus* since the Pliocene", *Global Ecology and Biogeography*, 17, pp. 685-695.
- RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, F.; PÉREZ-BARRALES, R.; OJEDA, F.; VARGAS, P.; y ARROYO, J., 2008, "The Strait of Gibraltar as a melting pot for plant biodiversity", *Quaternary Science Reviews*, 27, pp. 2100-2117.
- RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, F.; GUZMÁN, B.; VALIDO, A.; VARGAS, P.; y ARROYO, J., 2009, "Late Neogene history of the laurel tree (*Laurus* L., *Lauraceae*) based on phylogeographical analyses of Mediterranean and Macaronesian populations", *Journal of Biogeography*.
- STOUT, J. C.; PARNELL, J.; ARROYO, J.; y CROWE, T. P., 2006, "Pollination ecology and seed production of *Rhododendron ponticum* in native and exotic habitats", *Biodiversity and Conservation*, 15, pp. 755-777.



RECURSOS DIGITALES Y PÁGINAS WEB:

- *Almoraima* (Revista de Estudios Campogibraltareños): <<http://www.mancomunidadcg.es/IECG/revistas.aspx>>
- <<http://www.paraissosnaturales.es>>
- *La última selva de Europa*: <<http://tinyurl.com/coubon>>
- *Parque Natural Los Alcornocales. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía*: <<http://tinyurl.com/bo4las>>
- <<http://web.mac.com/macduro/GuiaPNA/Bienvenida.html>>