

-Falta de relación entre abundancia de individuos y diversidad genética. Esta situación, opuesta a la anterior, la ilustran con claridad los dragos macaronésicos, particularmente por medio del emblemático taxón *Dracaena draco* (L.) L. subsp. *draco*. Hoy en día, encontramos ejemplares de este drago repartidos por todas las Islas Canarias, e incluso aparece como subespontáneo o cultivado en la Península Ibérica y otras muchas partes del mundo. Sin embargo, se ha detectado recientemente que la diversidad genética de los dragos macaronésicos es llamativamente baja, de tal manera que la amplia distribución actual es básicamente el resultado de la propagación de unos pocos haplotipos diferentes (Durán *et al.*, 2020). El caso del drago invita a pensar que incluso especies que la sociedad cree abundantes puedan encarar un futuro incierto por su limitada diversidad genética.

En conclusión, nuestras islas deben ser un paradigma de la biología de la conservación porque son escenarios donde niveles elevados de biodiversidad (incluida la genética) coexisten con un impacto acusado de nuestra actividad. Disponemos de herramientas diagnósticas y de medidas destinadas a paliar ese impacto, pero estas herramientas necesitan optimizarse con urgencia. Debemos priorizar la investigación rigurosa, apostar por un conocimiento científicamente contrastado y fomentar canales que permitan su aplicabilidad en los planes de conservación. En este punto es imprescindible mejorar el flujo de información entre investigadores y gestores. La generación de mapas de diversidad genética territorial debería ser un objetivo para los gobiernos regionales y autonómicos, con

el fin de identificar áreas de especial confluencia de biodiversidad no necesariamente incluidas en territorios ya protegidos. En paralelo, habría que dotar a los bancos de germoplasma con medios (personal adecuado, instalaciones) que permitan pasar de su rol como depósitos de vida latente a herramientas activas. El desarrollo de investigación básica en protocolos de conservación y germinación, o estudios de representatividad genética y biología reproductiva, son requisitos fundamentales para hacer de estas colecciones soluciones plenamente funcionales ante la crisis de biodiversidad.

### Agradecimientos

Quiero agradecer a Magdalena Vicens, Miguel Ángel González y Nereida Cabrera su ayuda al facilitarme la información contenida en las bases de datos de los bancos de germoplasma de los que son responsables. Gracias también a dos revisores anónimos y a Ruth Jaén y Mario Mairal por leer el texto y aportar sugerencias de mejora. Algunas de las ideas recogidas en este artículo han sido ya defendidas en distintos foros por otros investigadores (Juli Caujapé, Pedro Sosa, José María Fernández-Palacios, entre otros), a los que agradezco las muchas conversaciones y su defensa por la investigación de calidad. Agradezco además a la Conselleria d'Innovació, Recerca i Turisme (Govern de les Illes Balears) y al Fondo Social Europeo la financiación recibida a través del contrato postdoctoral Vicenç Mut.

## Bibliografía

- Caujapé-Castells, J., A. Tye, D.J. Crawford, A. Santos-Guerra, A. Sakai, K. Beaver, W. Lobin, F.B.V. Florens, M. Moura, R. Jardim, I. Gomes & C. Kueffer (2010) Conservation of oceanic island floras: present and future global challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12: 107–129.
- Conesa, M.A. (2010). *Hybridization patterns in Balearic endemic plants assessed by molecular and morphological markers*. Tesis doctoral. Facultat de Ciències. Universitat de les Illes Balears.
- Durán, I., A. Marrero, F. Msanda, C. Harrouni, M. Gruenstaedl, J. Patiño, J. Caujapé-Castells & C. García-Verdugo (2020). Iconic, threatened, but largely unknown: Biogeography of the Macaronesian dragon trees (*Dracaena* spp.) as inferred from plastid DNA markers. *Taxon* 69: 217–233.
- García-Verdugo, C., J.C. Illera & A. Traveset (2019). Characterization of microsatellite markers for the endangered *Daphne rodriguezii* (Thymelaeaceae) and related species. *Applications in Plant Sciences* 7 (7): e11274
- García-Verdugo, C., M. Sajeve, T. La Mantia, C. Harrouni, F. Msanda & J. Caujapé-Castells (2015a) Do island plant populations really have lower genetic variation than mainland populations? Effects of selection and distribution range on genetic diversity estimates. *Molecular Ecology* 24: 726–741.
- García-Verdugo, C., P. Monroy & J. Caujapé-Castells (2015b). *Caracterización molecular de poblaciones de acebuche (*Olea cerasiformis* Rivas-Mart. & del Arco) en Gran Canaria y evaluación de su uso en el reforzamiento de la población de la Montaña del Cedro*. Consejería de Medioambiente. Informe técnico. 10 pp. [https://www.lifeguguy.com/sites/default/files/documentacion/2019/AG13\\_002\\_Accion%20A.1\\_INFORME\\_Olea\\_LifeGuguy\\_1.pdf](https://www.lifeguguy.com/sites/default/files/documentacion/2019/AG13_002_Accion%20A.1_INFORME_Olea_LifeGuguy_1.pdf)
- González-Pérez, M. A., J. Caujapé-Castells & P.A. Sosa (2004). Molecular evidence of hybridisation between the endemic *Phoenix canariensis* and the widespread *P. dactylifera* with Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) markers. *Plant Systematics and Evolution* 247: 165–175.

CARLOS GARCÍA-VERDUGO<sup>1,2</sup>

1. Universitat de les Illes Balears, Depto. Biología, ctra. Valldemossa Km 7.5, 07122 Palma (Islas Baleares)
2. Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), c/Miquel Marqués 21, 07190 Esporles (Islas Baleares)

# Estructura y diversidad genéticas de *Dioscorea pyrenaica* (Dioscoreaceae): hormigas, polinización y dispersión

*Dioscorea pyrenaica* Bubani & Bordère ex Gren. (= *Borderea pyrenaica* Miégeville) es un endemismo de alta montaña (1500–2500 m), con un área de distribución restringida (160 km<sup>2</sup>), que habita gleras calcáreas del Prepirineo y del Pirineo central (Segarra-Moragues *et al.*, 2003) (Fig. 1). Es una planta geófito, con tallos herbáceos decumbentes y con un conspi-

cuo xilopodio subterráneo globoso o de forma irregular que acumula cicatrices de las anteriores yemas anuales en toda su superficie (Segarra-Moragues & Catalán, 2005). Esta última característica es la que permite estimar la edad de los individuos, que en algunos casos supera los 300 años (García & Antor, 1995a, 1995b). Las hojas se disponen de forma alterna,



**Figura 1.** (A) Población de *Dioscorea pyrenaica* en la Basa de la Mora (Saravillo, Huesca). (B) Pies femeninos con sus frutos en una glera caliza (círculos rojos). (C) Pies masculinos. Fotografías de los autores.

son cordadas en la base, enteras y de color verde oscuro. Esta planta presenta unas características reproductivas muy particulares: carece de reproducción vegetativa, es dioica (sexos en individuos separados) y presenta un sesgo marcado a favor de los individuos masculinos (2:1; García & Antor, 1995b). El gineceo presenta dos rudimentos seminales en cada uno de los tres lóculos. El fruto es una cápsula triquetra con valvas semi-circulares, de nervios transversales prominentes, y puede llegar a producir un máximo de seis semillas, dos por cada carpelo (Segarra-Moragues & Catalán, 2005). Su periodo de floración es muy reducido, se restringe al mes de junio. En esta especie los individuos femeninos alcanzan la madurez sexual entre los 14 y 24 años (García *et al.*, 1995), dan pocas flores (<10) y alternan años reproductivos con otros no reproductivos. Como es de esperar en plantas con estas características, *D. pyrenaica* presenta en general poblaciones relativamente pequeñas y con un incremento demográfico muy lento.

Investigaciones previas de nuestro equipo analizaron la genética poblacional de esta especie, observando que las poblaciones mostraban elevados niveles de endogamia a pesar de tratarse de una especie dioica ( $F_{IS} = +0.032$  -  $F_{IS} = +0.212$ ; Segarra-Moragues *et al.*, 2007; Segarra-Moragues & Catalán, 2010). Sin embargo, la genética entre poblaciones de padres, madres y su progenie, así como la dispersión de polen de esta especie no habían sido estudiadas hasta hace poco. En esta nota damos a conocer los resultados y conclusiones más importantes de nuestra investigación. Para más información sobre los aspectos genéticos de la reproducción de *D. pyrenaica* puede consultarse el artículo científico publicado en la revista *Biological Journal of the Linnean Society* (Pérez-Collazos *et al.*, 2015).

### **Población estudiada, aplicación de marcadores microsatélites (SSR) y patrones reproductivos de *D. pyrenaica***

El estudio se llevó a cabo en una población prepirenaica cercana a La Basa de la Mora, en el macizo montañoso del Cotiella (Saravillo, Huesca) (Fig. 1). Esta población se encuentra aislada de las poblaciones más cercanas del macizo pirenaico de Monte Perdido (25 km) y del macizo prepirenaico del Turbón (45 km), por lo que asumimos que el flujo génico entre ellas es escaso. Se seleccionó un área de aproximadamente 1722 m<sup>2</sup>, en donde se muestrearon hojas frescas de un total de 122 pies en estado reproductivo (89 individuos masculinos y 33 femeninos). Nuestro muestreo corroboró el marcado sesgo poblacional de sexos (2:1, es decir dos individuos masculinos por cada uno femenino) reportado en otros estudios (García & Antor, 1995b). La localización de cada indivi-

duo se georreferenció mediante GPS. El muestreo se realizó en el mes de julio cuando las semillas ya estaban formadas. Se colectaron 246 semillas, correspondientes a los 33 pies femeninos detectados (de una a siete semillas por individuo).

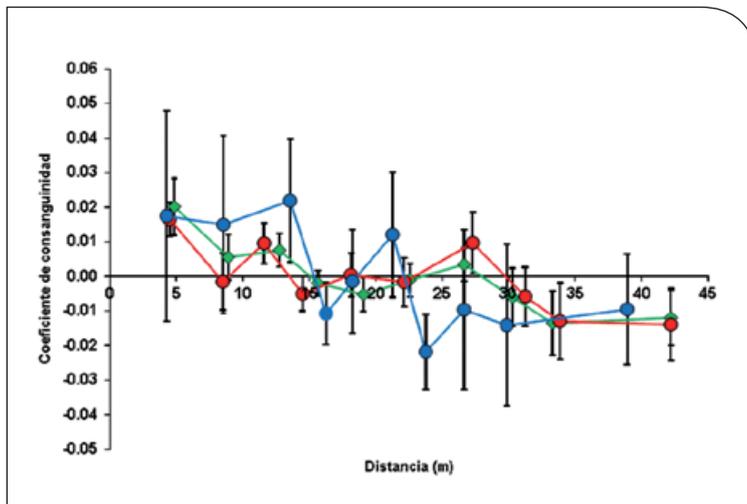
Se extrajo el ADN total de las hojas, desecadas en gel de sílice, así como de las semillas de los individuos adultos recolectados, usando el kit comercial "DNeasy Plant Minikit" (Qiagen, Barcelona). Posteriormente se amplificó una batería de microsatélites nucleares (SSR) empleando 8 cebadores marcados con fluorocromos de entre los diseñados por Segarra-Moragues *et al.* (2003, 2004). El análisis de los fragmentos amplificados se realizó mediante un secuenciador automático ABI 3700 (Applied Biosystems, Madrid), estableciéndose el genotipo de cada muestra según los tamaños detectados. Se obtuvieron cromatogramas para cada uno de los loci microsatélites en los individuos (tanto adultos como de sus progenies): ello permitió su codificación alélica y genotipado. Al tratarse de una especie alotetraploide con herencia disómica y tamaños alélicos subgenómicos no solapantes en la mayoría de los loci (Catalán *et al.*, 2006), se codificaron los alelos de cada región 'tetraploide' en sus correspondientes dos loci 'diploides', procediendo al genotipado de los individuos y a su análisis genético como si se tratara de individuos típicamente diploides (Segarra-Moragues *et al.*, 2007). Para un total de 13 loci disómicos se obtuvieron genotipos individuales que fueron empleados en diferentes análisis estadísticos (Pérez-Collazos *et al.*, 2015).

### **Diversidad genética intra-poblacional de *D. pyrenaica***

El número de alelos diferentes ( $N_A$ ) fue mayor en los individuos masculinos (80) que en los femeninos (56), probablemente debido al sesgo de muestreo entre sexos. En términos generales se detectó una baja diversidad genética si se comparan nuestros resultados con los valores estimados para otras plantas endémicas con estos marcadores (por ej.  $H_o = 0.32$ ;  $H_e = 0.42$ ; cf. Nybom, 2004), lo que puede deberse a diversas razones, como la gran distancia geográfica existente entre las poblaciones de la especie y el escaso flujo génico entre ellas, el reducido éxito reproductivo indicado para la especie o la distancia corta de dispersión de semillas. Todo ello favorecería la endogamia o los posibles cuellos de botella genéticos a los que posiblemente se vieron expuestas las poblaciones de *D. pyrenaica* durante los sucesivos periodos glaciares e interglaciares (Segarra-Moragues *et al.*, 2007).

Otros índices de diversidad genética mostraron mayor diversidad en los individuos masculinos que en los femeninos (Tabla 1). Sin embargo, el índice de riqueza alélica, que permite relativizar la diversidad de alelos con respecto al tamaño de la muestra, mostró valores similares entre individuos de uno u otro sexo ( $Ar = 4.62$  vs.  $Ar = 4.31$ , Tabla 1). Por otra parte, los individuos adultos (masculinos y femeninos) mostraron mayor diversidad genética que los descendientes, pese a que el conjunto de muestras de la descendencia duplicaba al de los adultos (Tabla 1). La mayor diversidad detectada en los individuos masculinos podría deberse por una parte al sesgo del muestreo a favor de ellos, lo que se correspondería con los patrones demográficos observados en la especie, y por otra, al hecho de que los individuos masculinos florecen todos los años, mientras que los femeninos cada dos años.

Además, la mencionada pérdida de diversidad genética en la descendencia podría deberse a desviaciones del proceso de panmixia, al escaso número de individuos masculinos participantes en la polinización de las flores de cada pie femenino, al



**Figura 2.** Autocorrelograma espacial de los coeficientes de endogamia por parejas de adultos de *Dioscorea pyrenaica* (eje Y) en 10 clases de distancias (eje X). Las barras indican la desviación típica. ♦ = Adultos. ● = individuos masculinos. ● = individuos femeninos (Modificada de Pérez-Collazos *et al.*, 2015).

reducido número de flores de estos últimos y a su baja tasa de fecundidad. Sin duda estos factores favorecerían la endogamia.

Como habíamos detectado 89 individuos masculinos adultos en flor esperábamos que todos ellos participaran en la reproducción. Sin embargo, el análisis de paternidad desarrollado con ellos y sus descendientes mostró que sólo 56 individuos masculinos (ca. 63%) habían participado en la polinización de los 33 pies femeninos estudiados. Además, la participación de los individuos masculinos en la fecundación de individuos femeninos no estaba directamente relacionada con su distancia espacial a éstos. De confirmarse esta hipótesis, el cruzamiento ocasional, nada aleatorio de los individuos masculinos con los femeninos también podría explicar los bajos niveles de diversidad genética global de la especie. En todo caso, se requieren estudios más detallados para corroborar si estos patrones reproductivos ocurren de forma generalizada en otras poblaciones de la especie.

### Estructura genética y competencia en *D. pyrenaica*

La estructura genética permite conocer la forma en que se distribuye la diversidad genética a distintas escalas espaciales de agrupación de los individuos y las poblaciones que componen una especie determinada (Pérez-Collazos, 2012). En nuestro caso, determinamos la distancia de dispersión polínica a través del análisis de paternidad, así como el grado de parentesco genético de los individuos adultos en función de su distancia espacial. Nuestros resultados indican la existencia de una marcada estructuración, ya que los individuos adultos están estrechamente relacionados genéticamente a distancias inferiores a 10 metros y a medida que esa distancia aumenta hay menos relación entre ellos (Fig. 2). Los resultados esperados para una población aislada y con distancias de polinización y dispersión cortas se corresponderían con una estructura genética elevada. Por otra parte, para una especie con reproducción sexual y polinizada por insectos, como es el caso de *D. pyrenaica*, se esperaría un flujo génico elevado y por tanto una menor estructuración genética (Fernández-Manjarres *et al.*, 2006).

Sería interesante comparar el patrón diferencial de relaciones genético-espaciales presentado por los individuos masculinos y femeninos. Los primeros presentan una alta endogamia a distancias inferiores a los 14 metros, siguiendo el patrón general estimado para el conjunto de adultos. Sin embargo, los

individuos femeninos presentan valores elevados de endogamia a distancias menores (5 metros). Estos valores descienden notablemente en el intervalo de 5 a 10 m y vuelven a ser positivos a una distancia de 12 metros (Fig. 2). Esta diferencia de la endogamia entre individuos masculinos y femeninos podría deberse a la existencia de una fuerte competencia por la supervivencia, la cual se asocia a especies con hábitat restringido y de escasos recursos cuyo desarrollo y reproducción quedan dificultados (Matesanz *et al.*, 2011). Los resultados sugieren que en *D. pyrenaica* esta competencia es aún mayor entre los individuos femeninos que entre los masculinos. Estos últimos presentan áreas mayores ocupadas a su alrededor con individuos emparentados, y por tanto un mayor número de potenciales competidores, todo ello sugiere una menor presión de selección sobre los individuos masculinos emparentados entre sí que sobre los femeninos. Ello puede deberse a las características del proceso de reproducción de la especie, principalmente al coste energético derivado de la formación de frutos y semillas en los individuos femeninos.

### ¿Actúan las hormigas como polinizadoras y potenciales dispersoras de *D. pyrenaica*?

Tanto la estructura genética como la relación entre los individuos de una población dependen de diversos factores, entre los que se encuentra la polinización y la dispersión de semillas (Broadhurst *et al.*, 2017). *D. pyrenaica* presenta un gradiente altitudinal en las gleras que coloniza, y por lo tanto se esperaría que los individuos de la parte superior de la misma, estuviesen más relacionados genéticamente con los individuos cercanos, así como con los más inferiores, todo ello asumiendo que la dispersión de semillas se produce por gravedad y que puede estar potenciada por el agua de escorrentía. Sin embargo, nuestros resultados no muestran ninguna correlación preferente, lo que sugiere la participación de polinizadores o de dispersores activos que mueven tanto el polen como las semillas dentro de las gleras.

Varios estudios han demostrado que las hormigas juegan un papel importante en la dispersión de polen y semillas de diferentes especies de plantas, generando patrones no direccionales de flujo génico (Gómez & Zamora, 1992; Lengyel *et al.*, 2009), tal como hemos detectado en *D. pyrenaica*. García *et al.* (1995) demostraron que la planta es visitada por numerosos insectos (dípteros, himenópteros y coleópteros), siendo la hormiga *Leptothorax tuberum* (Fabricius, 1775) su polinizador más eficiente, a pesar de no ser el más asiduo. Los hábitos sedentarios de esta hormiga (Radchenko, 2004) explican la dispersión polínica relativamente reducida de *D. pyrenaica* detectada en nuestro estudio. Sin embargo, sería necesario estudiar plántulas establecidas para aclarar el posible papel adicional de dicha hormiga en la dispersión de las correspondientes semillas.

### Agradecimientos

Agradecemos a Juan José Robledo-Arnuncio por su asesoría en los análisis de paternidades y dispersión polínica basados en datos genéticos. Este estudio fue financiado por el proyecto BIOCON05/093 de la Fundación BBVA, por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo, así como por las ayudas al grupo de investigación Bioflora de la Universidad de Zaragoza.

	$N$	$N_A$	$A$	$Ar$	$H_O$	$H_E$
Individuos masculinos	89	80	6.15	4.62	0.298	0.324
Individuos femeninos	33	56	4.31	4.31	0.308	0.310
Adultos	122	90	6.92	4.55	0.301	0.321
Semillas	246	78	6.00	3.95	0.276	0.291
Total	368	98	7.54	4.22	0.284	0.302

**Tabla 1.** Índices de diversidad genética de los individuos adultos (masculinos y femeninos), y de sus descendientes (semillas), analizados mediante 13 loci SSRs, en la población Prepirenaica de *D. pyrenaica* de La Basa de la Mora (Saravillo, Huesca) (Modificada de Pérez-Collazos *et al.*, 2015).

$N$  = Número de individuos,  $N_A$  = Número total de alelos,  $A$  = Número medio de alelos por locus,  $A_r$  = Riqueza alélica aplicando el índice de rarefacción,  $H_O$  = Heterocigosidad observada,  $H_E$  = Heterocigosidad esperada.

## Bibliografía

- Broadhurst L., M. Breed, A. Lowe, J. Bragg, R. Caltullo, D. Coates, F. Encinas-Viso, N. Gellie, E. James, S. Krauss, B. Potts, M. Rossetto, M. Shepherd & M. Byrne (2017). Genetic diversity and structure of the Australian flora. *Diversity and Distributions*, 23: 41-52.
- Catalán, P., J.G. Segarra-Moragues, M. Palop-Esteban, C. Moreno & F. González-Candelas (2006). A Bayesian approach for discriminating among alternative inheritance hypotheses in plant polyploids: the allotetraploid origin of genus *Borderea* (Dioscoreaceae). *Genetics*, 172: 1939-1953.
- Fernández-Manjarres, J.F., J. Idol & V.L. Sork (2006). Mating patterns of black oak *Quercus velutina* (Fagaceae) in a Missouri oak-hickory forest. *Journal of Heredity*, 97: 451-455.
- García, M.B., & R. Antor (1995a). Age and Size Structure in Populations of a Long-Lived Dioecious Geophyte – *Borderea pyrenaica* (Dioscoreaceae). *International Journal of Plant Science*, 156: 236-243.
- García, M.B., & R. Antor (1995b). Sex-ratio and sexual dimorphism in the dioecious *Borderea pyrenaica* (Dioscoreaceae). *Oecologia*, 101: 59-67.
- García, M.B., R. Antor & X. Espadaler (1995). Ant pollination of the palaeoendemic dioecious *Borderea pyrenaica* (Dioscoreaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 198: 17-27.
- Gómez, J.M., & R. Zamora (1992). Pollination by ants: consequences of the quantitative effects on a mutualistic system. *Oecologia*, 91: 410-418
- Lengyel, S., A.D. Goove, J.A. Latimier, J.D. Majer & R.R. Dunn (2009). Ants sow the seeds of global diversification in flowering plants. *PLoS ONE*, 4: e5480.
- Matesanz, S., T.E. Gimeno, M. de la Cruz, A. Escudero & F. Valladares (2011). Competition may explain the fine-scale spatial patterns and genetic structure of two co-occurring plant congeners. *Journal of Ecology*, 99: 838-848.
- Nybohm, H. (2004). Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants. *Molecular Ecology*, 13: 1143-1155.
- Pérez-Collazos, E. (2012). *Marcadores moleculares y Conservación de especies amenazadas*. Editorial Académica Española, Berlin. 64 pp.
- Pérez-Collazos, E., J.G. Segarra-Moragues, L. Villar & P. Catalán (2015). Ant pollination promotes spatial genetic structure in the long-lived plant *Borderea pyrenaica* (Dioscoreaceae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 116: 144-155.
- Radchenko, A. (2004). A review of the ant genera *Leptothorax* Mayr and *Temnothorax* Mayr (Hymenoptera, Formicidae) of the Eastern Palaearctic. *Acta Zoologica Hungarica*, 50: 109-137.
- Segarra-Moragues, J.G. & P. Catalán (2005). *Borderea* Miégev. En: Castroviejo, S., C. Aedo, M. Lainz, F. Muñoz Garmendia, G. Nieto Feliner, J. Paiva, & C. Benedí (eds.). *Flora iberica XXI*: 11-14. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Segarra-Moragues, J.G., & P. Catalán (2010). The fewer and the better: prioritization of populations for conservation under limited resources, a genetic study with *Borderea pyrenaica* (Dioscoreaceae) in the Pyrenean National Park. *Genética*, 138: 363-376.
- Segarra-Moragues, J.G., M. Palop-Esteban, F. González-Candelas & P. Catalán (2003). Characterization of ten trinucleotide microsatellite loci in the Critically Endangered Pyrenean yam *Borderea chouardii* (Dioscoreaceae). *Molecular Ecology Notes*, 3: 265-267.
- Segarra-Moragues, J.G., M. Palop-Esteban, F. González-Candelas & P. Catalán (2004). Characterization of seven (CTT) $n$  microsatellite loci in the Pyrenean endemic *Borderea pyrenaica* (Dioscoreaceae): Remarks on ploidy level and hybrid origin assessed through allozymes and microsatellite analyses. *Journal of Heredity*, 95: 177-183.
- Segarra-Moragues, J.G., M. Palop-Esteban, F. González-Candelas & P. Catalán (2007). Nunatak survival vs. tabula rasa in the Central Pyrenees: a study on the endemic plant species *Borderea pyrenaica* (Dioscoreaceae). *Journal of Biogeography*, 34: 1893-1906.

ERNESTO PÉREZ-COLLAZOS, JOSÉ GABRIEL SEGARRA-MORAGUES, LUIS VILLAR<sup>3</sup>, PILAR CATALÁN<sup>1</sup>

1. Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.  
2. Departamento de Botánica y Geología. Universidad de Valencia. 3. Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC). (ernextop@unizar.es)

# La conservación y protección de los robles eurosiberianos en el sector oriental del Sistema Central

## Introducción

El sector oriental del Sistema Central (sierras de Guadarrama y Ayllón) actúa como refugio de especies eurosiberianas que tuvieron una distribución más amplia en el pasado, al presentar características climáticas transicionales entre la región mediterránea y la región eurosiberiana. Este es el caso de los robles eurosiberianos *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. y *Quercus robur* L. Ambos taxones, no siempre fáciles de distinguir entre sí en sus áreas marginales de distribución, donde también es muy frecuente la existencia de numerosos individuos con caracteres intermedios (Fig. 1), alcanzan en este territorio su límite meridional en el centro de la Península Ibérica (Amaral, 1990; Díaz-Fernández *et al.*, 1995; Blanco *et al.*, 2005). El análisis de la información bibliográfica y de las bases de datos botánicas y forestales disponibles, junto a un minucioso trabajo de campo realizado en las últimas décadas, ha permitido que en la actuali-

dad se cuente con una base de datos y cartografía muy detallada de su presencia en el área (Fig. 2). Los resultados corológicos, casi 370 localizaciones de las que el 70% proceden de nuestro trabajo de campo, han sido plasmados en una serie cartográfica a escala 1:50.000 que se puede consultar en Pajarón (2018, <http://oa.upm.es/63351/>).

Este trabajo ha permitido constatar que en el territorio estudiado las poblaciones de robles eurosiberianos y sus híbridos son escasas y se encuentran muy localizadas y, en general, están constituidas por pocos individuos con un estado de conservación malo o muy malo, y presentan una exigua regeneración. Partiendo de poblaciones ya muy limitadas por las condiciones climáticas de la segunda mitad del holoceno y por la explotación antrópica de los últimos siglos, los escasos pies remanentes (Fig. 1) se encuentran en la actualidad con un doble cuello de botella: dificultades en