

	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. Cattullo, 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 VILLAR³, PILAR CATALÁN¹

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



Figura 1. Arriba: uno de los imponentes robles de la sierra de Ayllón, preservado en un canchal difícilmente accesible por el ganado o a la fauna silvestre, y salvaguardado del fuego. Abajo: algunos de estos ejemplares presentan caracteres típicos de *Quercus petraea* (hojas pecioladas y de base cuneada) junto a otros característicos de *Quercus robur* (pedúnculo largo y fino).

la reproducción (pocos efectivos) y presión diferencial de los herbívoros, a causa de su mayor palatabilidad frente a otras especies en este medio submediterráneo. Es por ello que nos planteamos analizar el estado de la normativa de protección de estos robles eurosiberianos a diferentes escalas, que ya había sido examinada parcialmente en diferentes Comunidades por Baonza & Martínez (2013) y García & Martínez (2018), con el objetivo de diagnosticar las posibles carencias y realizar propuestas para mejorar la protección y gestión de sus poblaciones en este sector del Sistema Central.

Normativas actuales

Se ha realizado un análisis del grado y la naturaleza de las normativas actuales de protección, identificando su inclusión en las distintas figuras de protección a nivel europeo, nacional y autonómico (Tabla 1). Además, también se han analizado las acciones que estas figuras llevan aparejadas, como especies o como componentes en una asociación vegetal o hábitat.

Estos robles (*Quercus petraea* y *Q. robur*) no ostentan como especie ninguna figura de protección a nivel europeo (ver la Directiva 92/43) o nacional, aunque ambas sí están incluidas, en los Hábitats de Interés Europeo presentes en el área (García & Jiménez, 2009; Olano & Peralta de Andrés, 2009). Sin embargo, en la descripción y análisis de estos Hábitats (9230 y 9120) sólo se reconoce el subtipo mediterráneo en el Sistema Central y se constata su valor biogeográfico. Además, tampoco se definen medidas específicas para las poblaciones del Sistema Central, a pesar de que sí se reconoce su mayor vulnerabilidad frente al cambio climático o los incendios forestales.

A nivel autonómico, el tratamiento de estas poblaciones depende de las decisiones en 3 comunidades: Castilla-La Mancha, Castilla y León y Madrid. Castilla-La Mancha es la comunidad que adjudica mayor protección legal a estas especies, definiéndolas como vulnerables, y reconociendo la necesidad de generar planes de protección y manejo que reviertan o disminuyan esta situación de vulnerabilidad manifiesta. Ambas especies están incluidas en los Hábitats de Protección Especial de Castilla-La Mancha, *Quercus petraea* como do-

minante en los robledales albares incluidos en los Bosques relictos de carácter eurosiberiano y las dos como acompañantes en los Rebollares húmedos ayllonenses (Ley 9/1999 y Decreto 199/2001). Además, *Q. petraea* ya se incluyó en el primer Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Comunidad de Castilla-La Mancha (Decreto 33/1998), mientras que en la posterior modificación por el Decreto 200/2001 se añadió *Q. robur* y sus híbridos con otros *Quercus*. Todos estos taxones se han incluido en el Catálogo por pertenecer al grupo de especies eurosiberianas que mantienen poblaciones relictas en enclaves montañosos y húmedos de la región (Herranz & Martín Herrero, 2002). En Castilla y León, sin embargo, a pesar de compartir problemáticas similares en la zona, estas especies no están incluidas en el Catálogo de Flora Protegida ni en el Catálogo de Especímenes Vegetales de singular relevancia, aunque sí aparece reseñado *Quercus petraea* como Especie de interés florístico local en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural «Sierra de Guadarrama» (Segovia y Ávila) (Decreto 4/2010). Por su parte, la normativa de la Comunidad de Madrid sobre la Protección y Regulación de la Fauna y Flora Silvestres se inicia con la Ley 2/1991, y continúa con el posterior Decreto 18/1992, por el que se aprueba el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y se crea la categoría de árboles singulares. En este Decreto se indican en el apartado “De interés especial” el roble albar (*Quercus petraea*), especie de distribución eurosiberiana, característica de ambientes forestales y escasa en la Comunidad de Madrid, y el roble común (*Quercus robur*), cuya presencia se señala como dudosa en la Comunidad de Madrid. Además, se incluyen en este Decreto dos magníficos ejemplares de roble albar en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, en su categoría de “Árboles Singulares”, a los que se suma uno más con la Orden 68/2015 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Por su parte, la categoría “De interés especial” para *Quercus petraea* también aparece recogida en el Listado de especies protegidas del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (www.parquenacionalsierraguadarrama.es/es/naturaleza/vegetacion/124-flora).

Diagnóstico y propuestas acerca de la conservación y protección de *Quercus robur* y *Q. petraea* en el sector oriental del Sistema Central

El reducido tamaño de las manifestaciones de ambas especies en el territorio estudiado, su aislamiento respecto a otras poblaciones y sus adaptaciones a condiciones ambientales extremas en el límite de su distribución, las hacen especialmente requeridas de protección. Sin embargo, se ha constatado la disparidad de criterios de las diferentes administraciones, que se plasma en una escasa y heterogénea normativa, indicando carencias a la hora de valorar la distribución de las especies en su conjunto, lo cual impide evaluar correctamente su estado de conservación. En primer lugar, señalamos que estos robles no ostentan ninguna figura de protección concreta a nivel europeo o nacional. Este hecho se explica por la escala de protección que manejan estos niveles, un contexto territorial amplio en el que dichos taxones no son raros o no están sometidos a amenazas relevantes. Si bien este efecto de escala en la evaluación del grado de amenaza que pueden tener estas especies es lógico, cabe llamar la atención sobre la ausencia de un tratamiento específico a nivel nacional para aquellas poblaciones que representan enclaves relictos o límites de distribución con interés corológico, y que suponen un gran recurso genético y de biodiversidad.

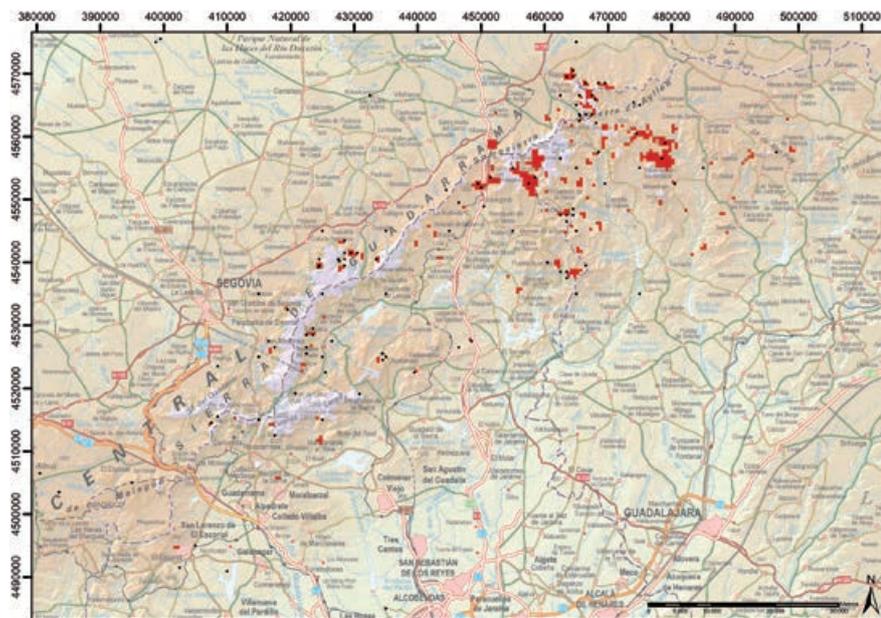


Figura 2. Localizaciones del complejo *Quercus robur* / *Q. petraea* en el Sistema Central oriental. Los puntos negros se corresponden con referencias previas y las cuadrículas rojas (1x1 km) indican presencia de algún componente del complejo según nuestros datos de campo. Modificado de Pajarón (2018).

Si en los niveles europeo y nacional las poblaciones relictas de estas especies en Guadarrama/ Ayllón no reciben atención por ser comunes en otras áreas, entonces, se podría pensar que esta valoración correspondería al nivel autonómico. Efectivamente, en las legislaciones autonómicas de las comunidades de Castilla-La Mancha y de Madrid sí se reconoce la importancia de la conservación de ambos taxones (Tabla 1), aunque con categorías y propuestas de actuación heterogéneas mientras que, por el contrario, no se reconoce en la legislación de Castilla y León. En la Comunidad de Castilla-La Mancha ambas especies (y los híbridos de *Quercus robur* con otros *Quercus*) se identifican con la categoría de vulnerables, pero el Catálogo de la Comunidad de Madrid no adjudica a estas especies una categoría de amenaza, sino que más bien relaciona su protección con valores científicos, ecológicos, culturales o por su singularidad. Además, como ya señalaron Baonza & Martínez (2013), el catálogo madrileño adolece de limitaciones debido a la falta de actualización, a la ausencia de los preceptivos planes de conservación/recuperación, o al desconocimiento de la distribución precisa de las especies en la región. En este sentido, la inclusión de *Quercus robur* en el Catálogo, dudando de su presencia en el territorio de forma natural, a pesar de haber sido citada repetidas veces en el Hayedo de Montejo y en las dehesas boyales de Somosierra, Puebla de la Sierra y La Hiruela (Baonza, 2012), resulta un ejemplo paradigmático.

Por tanto, se constata la disparidad de criterios de las diferentes administraciones, que se plasma en una escasa y heterogénea normativa, indicando carencias a la hora de valorar la distribución de las especies en su conjunto, lo cual impide evaluar correctamente su estado de conservación. Consecuentemente, resultaría muy recomendable hacer una revisión del estado de las poblaciones de roble albar y roble común por regiones geográficas, con información precisa y detallada, al menos de las poblaciones marginales. Por otra parte, proponemos que en estas situaciones límite se estudien estas especies como un complejo de taxones pues, tal como ya se ha comentado, en estas condiciones son difíciles de diferenciar y determinar, teniendo en cuenta además que en poblaciones reducidas se multiplican los procesos de hibridación e introgresión genética (Lepais *et al.*, 2009). Finalmente, señalar que si se desea conservar la máxima variabilidad en

los robledales eurosiberianos, es fundamental mantener los recursos genéticos de estas pequeñas poblaciones. Debería evitarse la introducción incontrolada de material genético foráneo, como ha sucedido recientemente en el Parque Nacional del Guadarrama (Fig. 3).

Agradecimientos

A Carlos Morla y Rafael Escribano



Figura 3. Uno de los cientos de robles (*Quercus robur*) que se acaban de plantar en la Pedrizca (Parque Nacional del Guadarrama), sin tener en cuenta el origen del material de reproducción.

Bibliografía

- Amaral, J. (1990). *Quercus*. En: Castroviejo, S., Lainz, M., López, G., Montserrat, P., Muñoz, F., Pavia, J., Villar, (eds). *Flora Iberica 2*, pp. 15–36. Real Jardín Botánico CSIC, Madrid.
- Baonza, J. (2012). Citas de flora vascular de interés de la Sierra del Rincón (Madrid, España). *Botanica Complutensis* 36: 105-111.
- Baonza, J. & Martínez, F. (2013). Notas florísticas de la Sierra de Guadarrama (Madrid, Segovia). *Ecología* 25: 137–174.
- Blanco, E., Casado, M., Costa, M., Escribano, R., García, M., Génova, M., Gómez, A., Gómez, F., Moreno, J., Morla, C., Regato, P., Sainz, H. (2005). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. 4ª ed. revisada, Ed. Planeta.
- García, I. & Jiménez, P. (2009). 9230 Robledales de *Quercus pyrenaica* y robledales de *Quercus robur* del Noroeste ibérico. En: VVAA, *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- García, J. & Martínez, J.M. (2018). Aportaciones al catálogo florístico de la provincia de Guadalajara (Castilla-La Mancha). *Flora Montiberica*, 70: 102-121.
- Herranz, J.M. & Martín, J. (2002). Situación actual de la conservación vegetal en Castilla-La Mancha. *Conservación Vegetal*, 7: 15-17.
- Lepais, O., Petit, R. J., Guichoux, E., Lavabre, J. E., Alberto, F., Kremer, A., Gerber, S. (2009). Species relative abundance and direction of introgression in oaks. *Molecular Ecology*, 18(10): 2228-2242.
- Olano, J. M. & Peralta de Andrés, J. (2009). 9120 Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de *Ilex* y a veces de *Taxus* (*Quercion roburi-petraeae* o *illici-fagenion*). En: VVAA, *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Pajarón, E. (2018). *Estudio de la distribución del complejo Quercus robur-Quercus petraea en el sector oriental del Sistema Central*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid.

NIVEL	FIGURAS DE PROTECCIÓN	TIPO DE PROTECCIÓN		
EUROPEO	Lista Roja Europea de árboles	<i>Q. petraea</i> y <i>Q. robur</i> : Menor preocupación		
	Hábitats de Interés Comunitario	Incluidas en los Hábitats (no prioritarios): 9230 - "Robledales galaico-portugueses de <i>Q. robur</i> y <i>Q. pyrenaica</i> " 9120 - "Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de <i>Ilex</i> y a veces de <i>Taxus</i> (<i>Quercionrobori-petraeae</i> o <i>Illici-Fagenion</i>)"		
NACIONAL	Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascul ar Amenazada de España Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas	<i>Q. petraea</i> y <i>Q. robur</i> no incluidas		
Autonómico	Catálogos Regionales de Especies de Flora Amenazada	Comunidades	<i>Q. petraea</i>	<i>Q. robur</i>
		Castilla- La Mancha	Vulnerable	Vulnerable (incluidos sus híbridos con otros <i>Quercus</i>)
		Castilla y León	No incluidas	
	Madrid	Interés especial	Interés especial	
	Catálogos de Árboles Singulares	Comunidad de Madrid: 3 ejemplares de <i>Q. petraea</i>		

Tabla 1. Figuras de Protección de *Quercus robur* y *Q. petraea* en diferentes niveles administrativos

MAR GÉNOVA, ALICIA LÓPEZ, ELENA PAJARÓN, RUBÉN BERNAL y JOAQUÍN CASTELO ■
Universidad Politécnica de Madrid, Depto. Sistemas y Recursos Naturales. C/ Ramiro de Maeztu s.n. 28040 Madrid.

Reproducción de *Ulmus glabra* Huds. en la región de procedencia 20: Sierra de Guadarrama-Ayllón

DOI: 10.15366/cv2020.24.002

Abstract

The conservation status of *Ulmus glabra* Huds. in the Spanish central mountain range is endangered. Several studies report that the species is close to extinction in this area.

The aim of this project is to study the *ex-situ* reproduction of *Ulmus glabra* in nurseries in order to make available the plant material necessary to address conservation plans through the following partial objectives:

- 1.- Development of a protocol for the production of cloned specimens through vegetative reproduction by cutting, establishing the techniques that offer the best rooting results.
- 2.- Analysis of the capacity of sexual reproduction and the viability of the seeds.

Samples of 49 trees were taken from 9 different populations and the influence of 3 factors on rooting success was studied, concluding that only the use of indolbutyric acid was statistically different than the rest.

Wych elm viable seeds are very rare, but contrary to previous reports they are easily conserved and even maintain their germination capacity for at least one year in outdoor nursery growing conditions (heat, cold and high humidity).

Palabras clave: Olmo de montaña, Sistema Central, España, conservación, reproducción vegetativa, semilla.

Introducción

El estado de conservación de *Ulmus glabra* (olmo de montaña) en el Sistema Central es preocupante. Martín del Puerto (2017) analizó su situación en esta Cordillera con la metodología UICN (2012), y obtuvo que el taxón se encuentra ante un elevado riesgo para su supervivencia a nivel regional (se le podría catalogar como En Peligro).

La fragmentación severa de sus poblaciones, el escaso reclutamiento y la elevada mortalidad, especialmente por grafiosis, son sus principales factores de amenaza. Cuando el

grado de deterioro de la población es avanzado y existe el peligro de desaparición de algunos genotipos, además de los trabajos *in situ*, es necesario adoptar medidas de conservación *ex situ* (Fernández *et al.*, 2000) como la colecta de material vegetal y su mantenimiento en vivero en forma de colección, creando así una reserva para su investigación y cultivo con fines de traslocación *in situ*.

El área de este estudio es la Región de Procedencia 20. Sierra de Guadarrama-Ayllón (Alía *et al.*, 2009), donde *Ulmus glabra* cuenta solo con unos 300 ejemplares reunidos en 20 pobla-