

Las formaciones de Sabina albar (*Juniperus thurifera* subsp. *africana*) en los macizos de Toubkal y Azourki del Gran Atlas (Marruecos)

Romo, Àngel¹; Salvà Catarineu, Montserrat²; Ouhammou, Ahmed³; Boratyński, Adam⁴

¹ Institut Botànic de Barcelona, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IBB-CSIC-ICUB). Passeig del Migdia, s/n, 08038 Barcelona, España. e-mail: : a.romo@ibb.csic.es

² Universitat de Barcelona, Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Montalegre, 6, 08001 Barcelona. España.

³ Département de Biologie, Laboratoire d'Ecologie et Environnement (Unité associée au CNRST-URAC 32), Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, B.P. 2390, Marrakech, 40 001, Maroc.

⁴ Polish Academy of Sciences (Polska Akademia Nauk), Instytut Dendrologii. 62-035 Kórnik, Poland.

Resumen

El Medio, Alto y Anti Atlas constituyen el mayor centro de biodiversidad y endemismos del N de África. En este punto caliente, los bosques viejos de Sabina albar, especialmente los situados a gran altura, son de un gran interés biogeográfico, constituyendo los remanentes de bosques ancestrales más extendidos en épocas preglaciares. Los sabinares son de especial importancia ecológica, puesto que están entre los pocos –y a veces únicos– árboles capaces de crecer en las condiciones climáticas semi-áridas de la alta montaña. Este es el caso de la sabina albar marroquí en el occidente mediterráneo. Los sabinares de *Juniperus thurifera* subsp. *africana* forman manchones que generan condiciones microclimáticas, y favorecen fenómenos de facilitación y de dispersión con otras especies. Este impacto positivo de las sabinas y de los arbustos en la estructura de la comunidad de plantas y en la dinámica de zonas semi-áridas promueve la constitución de pequeños puntos calientes de biodiversidad. Para comprender la estructura de la comunidad y la capacidad de regeneración de las diferentes poblaciones de la Sabina albar marroquí, se han muestreado los macizos de Toubkal y Azourki, y el valle de Aït-Bou-Guemmez. Estos bosques relictos y periglaciares están profundamente degradados debido a la presión humana y al pastoreo. Se deberían tomar medidas de conservación y de restauración lo más eficazmente posible. Esta tarea es urgente porque una vez degradados, estos ecosistemas son de muy lenta regeneración o incapaces de ningún tipo de recuperación, pues su resiliencia es muy baja o inexistente.

Palabras clave: conservación, degradación, fragmentación, puntos calientes de biodiversidad.

Abstract

The Anti, High and Middle Atlas are the most important centers of Biodiversity and endemism of N Africa. In this hotspot, the old juniper woodlands, especially at the higher elevations, are of great biogeographical interest, being the remnants of more widespread ancestral pre-glacial juniper woodlands. Junipers are xerophytes of special ecological importance since they are ones of the few –sometimes the only– trees able to grow on semi-arid high mountain climatic environments. This is the case of the Western Mediterranean basin for the morocco juniper (*J. thurifera* L. subsp. *africana*). These *Juniperus thurifera* subsp. *africana* forests are patches of remnant woodlands of locally improved soil and microclimatic conditions, plant facilitative interactions and plant dispersal. Positive impacts of junipers and shrubs on community structure and dynamics of semi-arid area promoted the formation of small biodiversity hot-spots. For to know the community structure and the regeneration of different populations of morocco

juniper from Toubkal and Azourki massifs, and from Aït-Bou-Guemmez valley, have been studied. These relict periglacial woodlands are strongly degraded due to wood removal and livestock activity. Specific measures of conservation and restoration should be drawn up. This task is urgent because one degraded this ecosystems are often slow or unable to regenerate because its resilience is low or nul.

Keywords: conservation, degradation, fragmentation, juniper woodlands, hotspot.

Introducción y área de estudio

La región mediterránea es una de las áreas de mayor biodiversidad del planeta (Myers *et al.*, 2000). En ella se encuentran numerosas áreas de biodiversidad elevada, principalmente localizadas en zonas de montaña (Médail y Diadema, 2008). Para Marruecos éstas se sitúan, entre otras, en el Atlas Medio, Gran Atlas y Anti Atlas. El conjunto de la cordillera del Atlas constituye un punto caliente de biodiversidad y es además un área de refugio de plantas (Médail y Diadema, 2008). En las tres cadenas montañosas que forman el Atlas se encuentran poblaciones de *Juniperus thurifera*. Estos bosques de sabina albar están situados en altitudes elevadas, poseen un gran interés biogeográfico y son remanentes de bosques ancestrales pre-glaciares ampliamente extendidos en otras épocas (Quézel y Médail 2003).

Los sabinares son de especial importancia ecológica ya que son de los pocos –y en el caso del Atlas los únicos– árboles capaces de crecer en la alta montaña mediterránea sometida a clima semi-árido (Montes *et al.*, 2002; Romo y Boratyński, 2005).

Las formaciones de *Juniperus thurifera* subsp. *africana* son componentes clave de “islas de recursos” (Reynolds *et al.*, 1999), es decir manchones forestales que crean condiciones favorables de microclima y suelo, donde se favorecen procesos de facilitación y diseminación de diferentes especies de plantas (Maestre y Cortina, 2005). En ellas las interacciones entre arbustos y árboles condicionan la estructura y dinámica de la comunidad promoviendo la formación de pequeños islotes y pequeños puntos calientes de biodiversidad (Pugnaire y Lázaro, 2000).

Estos fragmentos de bosques de sabina albar se encuentran muy alterados y altamente fragmentados, El objetivo del presente estudio es conocer la biodiversidad asociada a los fragmentos de bosque de *Juniperus thurifera* subsp. *africana* en el Atlas.

Metodología

Se han estudiado tres poblaciones en el Toubkal y once en el macizo de Azourki y alrededores. En cada población se ha delimitado una parcela de 200 m² con el fragmento de bosque mejor conservado. Un total de 14 parcelas han sido minuciosamente examinadas (figura 1 y tabla 1).

Todos los taxones presentes en cada parcela han sido identificados, su grado de cobertura y sociabilidad han sido calculados de acuerdo con las escalas propuestas por Braun-Blanquet (1979), ver tabla 2 y 3.

Resultados y discusión

El número de taxones de plantas vasculares identificados es de 72. En las parcelas estudiadas su número oscila entre 6 y 24. Los valores mas elevados se encuentran en el macizo del Toubkal (19-24) y descienden en el macizo de Azourki (6-18). En el Jbel Ayachi y para superficies de 100 m² (Quézel *et al.*, 1992) dan entre 13 y 26 taxones, y en el Jbel Tichchoukt, entre 16 y 23 (Quézel *et al.*, 1992).

El número de taxones desciende de W a E, lo que se podría explicar por la mayor aridez del clima.

Existe una elevada fragmentación tanto del hábitat como del área (Lindenmayer y Fischer 2006; Saun-

ders *et al.* 1991; Rhanem 2008; 2010) en *Juniperus thurifera*. La fragmentación de área se corresponde con diferentes estructuras genéticas de *J. thurifera* a lo largo de su ámbito total de distribución. Del mismo modo la diversidad genética es muy alta (Terrab *et al.*, 2008), como resultado de la baja conectividad entre las áreas fragmentadas.

Los gálbulos de *Juniperus thurifera* se dispersan por aves, carnívoros y en menor grado por herbívoros domésticos. Este árbol tiene pocas habilidades para colonizar hábitats nuevos, especialmente en paisajes altamente fragmentados (Santos *et al.*, 1999) y además sus diseminadores no se desplazan grandes distancias (Terrab *et al.*, 2008). En cambio la diseminación entre rodales próximos parece mucho más efectiva (Santos y Tellería, 1994; Tellería *et al.*, 2011).

Las poblaciones de *Juniperus thurifera* son candidatas a ser un árbol extinto (Lindenmayer y Fischer, 2006). La práctica totalidad de las poblaciones de Marruecos (observaciones propias) no tienen plántulas ni individuos jóvenes, lo que apuntaría a: o una fertilidad muy baja, como ha sido indicado para España por Montesinos *et al.* (2010), o a una pérdida de hábitat por pastoreo y actividades humanas. Además algunas poblaciones, que presentan una sex-ratio con dominio de pies masculinos y rarefacción de pies femeninos, tienen como consecuencia la reducción en la producción de semillas (Montesinos *et al.*, 2006). Por otra parte la longevidad de los adultos puede permitir a los árboles viejos permanecer *in situ* sin crear estructuras reproductoras, por muy adversas que sean las condiciones ambientales que se den durante largos períodos de tiempo en las estaciones en las que viven (Montesinos *et al.*, 2010).

A pesar de todo un bajo reclutamiento de plantas, para un árbol tan longevo, sería suficiente para asegurar la conservación a largo plazo de las diferentes poblaciones fragmentadas (Dzwonko y Loster, 1989; Santos *et al.*, 1999).

Conclusiones

El deterioro de los rodales de *J. thurifera* se corresponde con una disminución de plantas arbustivas y la entrada de algunas plantas banales, mayoritariamente anuales.

Ante este escenario se requieren tomas medidas efectivas de conservación que favorezcan la supervivencia de estos árboles tan longevos. Sería interesante excluir de pastoreo algunas áreas con estas formaciones, para ver si se favorece la recuperación de los rodales de este árbol.

Referencias bibliográficas

- BRAUN-BLANQUET, Josias (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume.
- DZWONKO, Zbigniew y LOSTER, S. (1989). "Distribution of vascular plant species in small woodlands on the Western Carpathian foothills". *Oikos*, 56, 77-86
- LINDENMAYER, David B. y FISCHER, Joern (2006). *Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis*. Washington DC: Island Press.
- MAESTRE, Fernando T. y CORTINA, Jordi (2005). "Remnant shrubs in Mediterranean semi-arid steppes: effects on shrub size, abiotic factors and species identity on understory richness and occurrence". *Acta Oecologica*, 27, 161-169.
- MÉDAIL, Frédéric y DIADEMA, Katia (2009). "Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin". *Journal of Biogeography*, 36, 1333-1345
- MONTES, Nicolas; BERTAUDIÈRE-MONTES, Alerie; BADRI, Wadii; ZAOUÏ, El H. y GAUQUELIN, Thierry. (2002). "Biomass and nutrient content of a semi-arid mountain ecosystem: the *Juniperus thu-*

- rifera* L. woodland of Azzaden Valley (Morocco)". *Forest Ecology and Management*, 166, 35–43.
- MONTESINOS, Daniel; DE LUÍS, Martín; VERDÚ, Miguel; RAVENTÓS, José y GARCÍA-FAYOS, Patricio (2006). "When, how and how much: gender-specific resource-use strategies in the dioecious tree *Juniperus thurifera*". *Annals of Botany*, 98, 885–889.
 - MONTESINOS, Daniel; GARCÍA-FAYOS, Patricio y VERDÚ, Miguel (2010). "Relictual distribution reaches the top: elevation constraints fertility and leaf longevity in *Juniperus thurifera*". *Acta Oecologica*, 36, 120–125.
 - MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell, A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da y KENT, Jenifer (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities". *Nature*, 403, 853–858.
 - PUGNAIRE, Francisco y LÁZARO, Roberto (2000). "Seed bank and understory species composition in a semi-arid environment: the effect of shrub age and rainfall". *Annals of Botany*, 86, 807–813.
 - QUÉZEL, Pierre; BARBÉRO, Marcel; BENABID, Abdelkader; LOISEL, Roger y RIVAS-MARTINEZ, Salvador (1992). "Contribution à la connaissance des matorrals du Maroc Oriental". *Phytocoenologia*, 21, 117–174.
 - QUÉZEL, Pierre y BARBÉRO, Marcel (1981). "Contribution à l'étude des formations pré-steppeiques à genévriers au Maroc". *Boletim da Sociedade Broteriana, ser. 2*, 53, 1137–1160.
 - QUÉZEL, Pierre y MÉDAIL, Frédéric (2003). *Écologie et biogéographie des forêts du Bassin méditerranéen*. Paris: Elsevier.
 - RHANEM, Mustapha (2008). "Quelques résultats obtenus par l'analyse de l'information mutuelle sur les observations phyto-écologiques recueillies Dans la vallée des Aït-Bou-Guemmez (Haut Atlas, Maroc)". *Flora mediterranea*, 18, 471–512.
 - RHANEM, Mustapha (2010). "Approche de la conservation et de la restauration du genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) au Maroc à travers l'exemple de la vallée des Aït-Bou-Guemmez (Haut Atlas)". *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, nouvelle série*, 41, 99–138.
 - REYNOLDS, James F.; VIRGINIA, Ross A.; KEMP, Paul R.; DE SOYZA, Amrita G. y TREMMEL, David C. (1999). "Impact of drought on desert shrubs: effects of seasonality and degree of resource island development". *Ecology Monographs*, 69, 69–106.
 - ROMO, Àngel y BORATYŃSKI, Adam (2005). "Chorology of *Juniperus thurifera* (Cupressaceae) in Morocco". *Dendrobiology*, 54, 41–50.
 - SANTOS, Tomás y TELLERÍA, José Luis (1994). "Influence of forest fragmentation on seed consumption and dispersal of Spanish juniper *Juniperus thurifera*". *Biological Conservation*, 70, 129–134.
 - SANTOS, Tomás; TELLERÍA, José Luis y VIRGÓS, Emilio, (1999). "Dispersal of Spanish juniper *Juniperus thurifera* by birds and mammals in a fragmented landscape". *Ecography*, 22, 193–204.
 - SAUNDERS, Denis A.; HOBBS, Richard J. y MARGULES, Chris R. (1991). "Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review". *Conservation Biology*, 5, 18–32.
 - TERRAB, Anaas; SCHÖNSWETTER, Peter; TALAVERA, Salvador; VELA, Errol y STUESSY, Tod F. (2008). "Range-wide phylogeography of *Juniperus thurifera* L., a presumptive keystone species of western Mediterranean vegetation during cold stages of the Pleistocene". *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48, 94–102
 - TELLERÍA, José Luis; DE LA HERA, Iván; RAMÍREZ, Álvaro y SANTOS, Tomás (2011). "Oportunidades de conservación en los sabinars ibéricos *Juniperus thurifera*: el caso de los zorzales G. *Turdus migratorius*". *Ardeola*, 58 (1), 57–70.

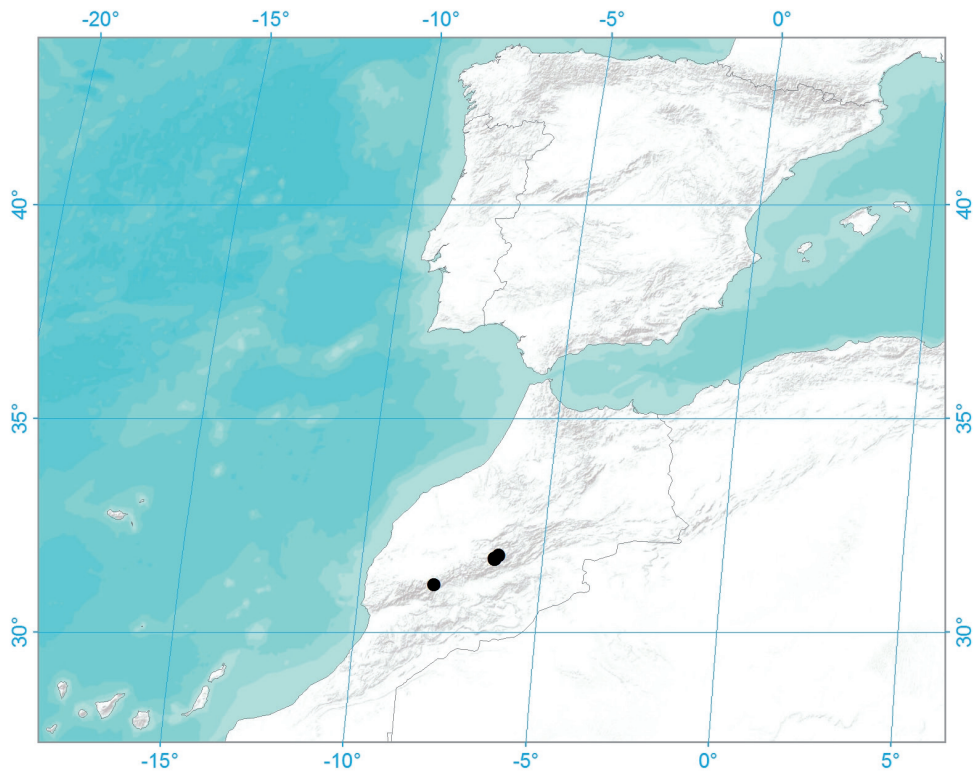


Figura 1: Mapa de situación de las parcelas estudiadas.

Tabla 1: Parcelas inventariadas.

Parcelas	Latitud/Longitud	Altitud (m)	Orientación	Pendiente (°)	Táxones totales
[MA_01]: cima de Toubkal	31° 6' 43,5", 7° 55' 10,1"	2077	NW	30	22
[MA_02]: cima de Toubkal	31° 6' 51,4", 7° 55' 7"	2050	NW	40	22
[MA_03]: cima de Toubkal	31° 6' 52,2", 7° 55' 6,5"	2044	NNW	40	21
[MA_04]: vertiente NW del Azourki	31° 44' 24,4", 6° 19' 30,7"	2623	SSE	38	14
[MA_05]: Collado del Azourki	31° 44' 24,1", 6° 19' 32"	2628	S	28	13
[MA_06]: bajo el Collado del Azourki	31° 42' 19,7", 6° 18' 47,6"	2126	NEE	16	12
[MA_07]: bajo el Collado del Azourki	31° 42' 21,1", 6° 18' 54,4"	2117	NNW	30	18
[MA_08]: cima de Azourki	31° 42' 14,5", 6° 18' 33,3"	2150	WNW	24	6
[MA_09]: bajo el Azourki	31° 42' 14,5", 6° 19' 31,6"	2114	SW	20	10
[MA_10]: cima del Azourki	31° 42' 13,6", 6° 19' 37,4"	2121	NEE	25	6
[MA_11]: cerca Tizi'n Ilissi	31° 48' 4,7", 6° 13' 4,9"	2427	NE	30	12
[MA_12]: cerca Tizi'n Ilissi	31° 47' 54,7", 6° 13' 28"	2373	NNW	18	11
[MA_13]: cerca Tizi'n Ilissi	31° 47' 40,1", 6° 13' 26,5"	2351	SW	20	10
[MA_14]: cerca Tizi'n Ilissi	31° 47' 41,2", 6° 13' 29,6"	2328	SW	16	17