

# APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA VARIABILIDAD DE LOS SABINARES ALBARES MEDIANTE EL ESTUDIO DE SUS COMUNIDADES DE BRIÓFITOS EPÍFITOS

Medina, R. <sup>1\*</sup>; Mazimpaka, V. <sup>1</sup>; Lara, F. <sup>1</sup>; Albertos, B. <sup>2</sup>; Draper, I. <sup>1</sup> & Garilleti, R. <sup>2</sup>

1. Departamento de Biología (Botánica), Fac. Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Cantoblanco. E-28049 Madrid, España

2. Departamento de Botánica, Fac. Farmacia. Universidad de Valencia. Av. Vicente Andrés Estellés s/, Burjassot. E-46100 Valencia, España

\* e-mail: rafael.medina@uam.es

**Resumen** Los bosques de *Juniperus thurifera* L. constituyen generalmente un ambiente difícil de colonizar por los briófitos epífitos debido tanto a las condiciones ambientales de las áreas donde se sitúan estos bosques como a las características de la sabina en sí. A pesar de ello, sus comunidades de briófitos epífitos contienen con frecuencia ciertas especies muy raras, lo que las dota de una especial singularidad. Este estudio, que incluye 18 sabinares de España, Francia y Marruecos, se realizó con el objetivo de analizar la variabilidad de las comunidades de briófitos epífitos a lo largo de toda el área de distribución de la sabina albar, así como ubicar la situación de estas formaciones en el contexto de otros tipos de bosque de la misma región. El estudio, además de aportar interesantes novedades florísticas y corológicas, constituye un nuevo punto de vista para entender los distintos tipos de sabinares albares. Las comunidades estudiadas, especialmente las que están situadas en las montañas del interior de la Península Ibérica y Marruecos, resultan ser relativamente uniformes y notablemente singulares en el contexto de otros tipos de bosque del Mediterráneo occidental. Por otra parte, los bosques periféricos (Pirineos, Córcega y algunos de la Cordillera Cantábrica, por ejemplo) resultan más o menos afines a las formaciones de *Quercus* de la misma región.

**Palabras Clave:** sabinares, Mediterráneo occidental, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica*, *Prunus lusitanica*

## AN APPROACH TO THE UNDERSTANDING OF THE *JUNIPERUS THURIFERA* FORESTS VARIABILITY BY MEANS OF THE STUDY OF THEIR EPIPHYTIC BRYOPHYTE COMMUNITIES

**Summary** *Juniperus thurifera* L. forests generally represent a harsh environment for epiphytic bryophyte colonization, because of both the environmental conditions of the areas where these forests thrive and the characteristics of the juniper trees. Therefore, epiphytic bryophyte communities of these forests frequently host rare species which give them a notable originality. This study, which involves 18 juniper forests from Spain, France and Morocco, has been realized with the objective of analyzing the variability of epiphytic bryophyte communities throughout the whole distribution range of *J. thurifera*, as well as of drawing up the position of these forests with respect to other forest types from the same region. In addition to some interesting floristic and chorological novelties, the research constitutes a new view point for the comprehension of the differences that exist among the different kinds of juniper forests. The studied communities, especially those which are sited in the mountains from the inland of the Iberian Peninsula and Morocco, are relatively uniform and remarkably original when compared to those from other western Mediterranean forest types. On the other hand, peripheral forests (e.g.: Pyrenees, Corsica, Cantabrian Range) are more similar to other *Quercus* forests from the same geographical region.

**Keywords:** juniper forests, western Mediterranean, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica*, *Prunus lusitanica*

## APPROCHE À LA CONNAISSANCE DE LA VARIABILITÉ DES GÉNEVRIERS THURIFÈRES PAR L'ÉTUDE DE LEURS COMMUNAUTÉS DE BRYOPHYTES ÉPIPHYTES.

**Résumé** Les forêts de *Juniperus thurifera* L. constituent généralement des milieux difficiles pour la colonisation des bryophytes épiphytes à cause des conditions de l'environnement des endroits où habitent ces forêts et aux caractéristiques du même genévrier. Malgré cela, les groupements des bryophytes épiphytes de ces forêts possèdent fréquemment quelques espèces rares, ce qui les pourvoit d'une singularité spéciale. Cette étude qui inclue 18 genévriers de l'Espagne, la France et le Maroc, a essayé d'analyser la variabilité des groupements de bryophytes épiphytes dans toute l'aire de distribution du genévrier thurifère et aussi de comparer ces formations avec les autres types de forêt de la même zone. L'étude, en plus d'apporter des nouveautés floristiques et chorologiques intéressantes, constitue un nouveau point de vue pour comprendre les différents types de genévriers thurifères. Les groupements étudiés, spécialement ceux des montagnes de l'intérieur de la Péninsule Ibérique et du

Maroc, sont relativement uniformes et notamment singuliers dans le contexte de l'ensemble des forêts de la Méditerranée occidentale. Par ailleurs, les forêts situées en périphérie (par exemple les Pyrénées, la Corse et la chaîne Cantabrique) sont plus ou moins similaires à celles des *Quercus* de la même région.

Mots-clés: genévriers, Méditerranée Occidentale, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica*, *Prunus lusitanica*

## INTRODUCCIÓN

La sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) es una conífera xerófila del oeste de la Región Mediterránea conocida por su resistencia a condiciones climáticas duras (como la sequedad y un severo contraste térmico anual) que condicionan en gran medida la distribución de la especie. Esta sabina crece fundamentalmente en España, Francia y Marruecos, sobre todo en montañas y parameras expuestas a inviernos fríos y climas secos e incluso semiáridos, alejadas de la costa (Figura 1).

Esta conífera y sus bosques han atraído el interés de muchos botánicos que han estudiado distintos aspectos de su biología tales como la biometría (Gauquelin, Idrissi & Lebreton, 1989), la variabilidad genética (Jiménez *et al.*, 2003), tipificación (Costa *et al.*, 1993; Sánchez De Dios, 2004) o conservación (Gauquelin *et al.*, 1999). Sin embargo, hasta la fecha no se contaba con ningún estudio de sus briófitos epífitos. Nuestro interés por estos bosques surgió al descubrir que dos especies raras de musgo (*Orthotrichum vittii* F. Lara, Garilleti & Mazimpaka y *O. tortidontium* F. Lara, Garilleti & Mazimpaka) parecían ser especialmente frecuentes en los sabinares, sugiriendo constituir una comunidad epifítica muy singular (Lara, Garilleti & Mazimpaka, 1996; Lara *et al.*, 1999). Los objetivos de este estudio fueron analizar la singularidad de estas comunidades y emplear la capacidad bioindicadora de los briófitos epífitos (Piippo, 1982; Gignac, Nicholson & Bayley, 1998) para caracterizar los sabinares que los albergan, así como compararlos con otros tipos de bosque de la región mediterránea (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp., *Quercus pyrenaica* Willd. y *Prunus lusitanica* L.).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se muestrearon 18 sabinares a lo largo de toda el área de distribución de la conífera intentando abarcar toda la variabilidad posible de estos bosques (Figura 1. Apéndice 1). En cada uno de ellos se seleccionaron 60 sabinas y se recolectaron las comunidades briopifíticas desarrolladas sobre los troncos colonizados por briófitos. De cada uno de ellos se recolectó una muestra de 20x20 cm bajo unas condiciones estándar de altura desde el suelo y diámetro del tronco (Lara & Mazimpaka, 1998). Las comunidades epífitas de los 33 bosques de *Quercus* y *Prunus* de la Península Ibérica y Marruecos (Figura 2) aparecen en Lara, 1995; Albertos, 2001; Calleja *et al.*, 2001; Cortés 2005 y Draper *et al.*, 2005, estudiados mediante la misma metodología.

La abundancia específica de briófitos se cuantificó mediante el Índice de Significación Ecológica -ISE- (Lara & Mazimpaka, 1998) que permite la comparación de abundancias tanto entre distintos sabinares como entre las comunidades de epífitos de otros bosques. La expresión del índice es:

$$ISE=[F(1+C)]$$

donde F es la frecuencia relativa de la especie en los árboles muestreados del bosque y C la clase de cobertura del valor medio de recubrimiento en la superficie de 20x20 cm. La diversidad biológica de las comunidades se cuantificó mediante el índice de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1963), considerando al ISE como valor de abundancia.

Con estos datos se realizó una ordenación CA (Correspondence Analysis; Ter Braak & Prentice, 1988) de los 18 sabinares, así como una ordenación DCA (Detrended Correspondence Analysis; Hill, 1979) incluyendo las comunidades de sabinares, encinares, melojares y loreras.

La nomenclatura de las plantas vasculares sigue a Castroviejo *et al.* (1986-) y la de los briófitos a Hill *et al.* (2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se desprende de la primera ordenación (Figura 3), las comunidades epífitas de los 18 sabinares muestran una notable uniformidad. La principal agrupación contiene aquellas comunidades que pueden considerarse como típicas, dominadas por briófitos xerotolerantes, algunos de ellos bastante raros en otras formaciones (Lara, Garilleti & Mazimpaka, 1996; Lara *et al.*, 1999). Por otra parte, algunos puntos aislados representan comunidades distintas que incluyen especies de musgos más higrófilos: localidades 14 (Pirineos), 8 (Cordillera Cantábrica) y 16 (Alpes); todos estos sabinares están emplazados fuera del Dominio Mediterráneo o cerca de su límite (Ozenda, 1994).

Para ubicar estos bosques en su contexto regional se realizó una ordenación DCA más amplia (Figura 4) a partir de los valores de ISE de las especies de briófitos presentes en los 51 bosques considerados (Figuras 1 y 2), principalmente ibéricos y marroquíes. Como tendencia general, los bosques del mismo tipo se agrupan independientemente de su ubicación geográfica y a su vez se sitúan a lo largo del eje 1 de acuerdo con las condiciones ecológicas del forófito. De esta forma, los bosques de sabina (conífera xerófila) tienen los valores más bajos del eje 1, seguidos por los encinares (bosques esclerófilos) y los melojares (marcescentes) mientras que las loreras (lauroide húmedo) adquieren los valores más altos. De esta forma se puede establecer una correlación entre el eje 1 y un gradiente de xericidad-humedad, siendo los sabinares los bosques más xerotolerantes y las loreras los más higrófilos (Barbero, Quézel & Rivas-Martínez, 1981; Costa, Morla & Sainz, 1997). De esta forma es posible apreciar tres importantes agrupaciones de puntos a lo largo de este eje, de forma que cada una representa una comunidad epifítica sensiblemente distinta del resto: sabinares típicos (grupo 1), bosques de fagáceas (grupo 2) y loreras (grupo 3). En el grupo 2 se da una transición gradual entre las comunidades de encinar y las de melojar. Algunos de los sabinares más húmedos (T2, T3, T8, T15 y T15) así como las loreras más secas (L1 y L8) también aparecen en este grupo intermedio. Tan sólo el sabinar alpino (T16) no parece pertenecer a ninguno de estos grupos ya que, aunque su posición en el eje 1 lo sitúa junto a los demás sabinares, en el eje 2 se desmarca notablemente sugiriendo albergar una comunidad epifítica muy singular.

El grupo 3 alberga únicamente comunidades de lorera, que son muy definidas y originales. Esto no es sorprendente ya que estas formaciones están ligadas a ambientes muy húmedos donde se desarrollan un gran número de briófitos higrófilos (Calleja *et al.*, 2001). Las comunidades del grupo 1 son igualmente específicas de un solo tipo de bosque, pero por otras razones: las condiciones climáticas de las localidades donde se desarrollan las sabinas restringen la colonización de estos forófitos a una interesante combinación de un reducido número de especies xerotolerantes. Se observa pues que las comunidades de briófitos epífitos de los sabinares típicos son notablemente originales (como ya se sospechaba) a pesar de sus bajos valores medios de riqueza específica y de índice de Shannon-Weaver (Tabla 1).

Finalmente, las comunidades del grupo 2 constituyen un conjunto más heterogéneo presente en cuatro tipos de bosque: principalmente encinares y melojares, pero también sabinares de tendencia mesófila y loreras relativamente secas.

## CONCLUSIONES

Las comunidades de briófitos epífitos de los sabinares albares están compuestas generalmente por especies altamente xerotolerantes (algunas de ellas raras en otros bosques) debido a las condiciones climáticas extremas en las que vive habitualmente esta conífera.

La mayoría de estas comunidades comparten una parte significativa de su composición florística, lo que sugiere una uniformidad de las condiciones climáticas de los sabinares mediterráneos, siendo los más característicos los del Sistema Ibérico y las montañas de Marruecos. Sin embargo, algunos sabinares cercanos al límite del Dominio Mediterráneo o fuera del mismo desarrollan comunidades más húmedas, similares a las de los bosques de *Quercus* del mismo entorno.

Las comunidades briopíficas de los sabinares mediterráneos ibéricos y norteafricanos son notablemente singulares en el contexto de otros bosques del Mediterráneo occidental, incluso a pesar de sus valores relativamente bajos de biodiversidad.

### **Agradecimientos**

Queremos agradecer a A. Manteca, E. San Miguel y J. Solís su ayuda durante el trabajo de campo. Este trabajo se ha financiado gracias al Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto CGL 2004-03513; beca FPU AP-2004-0007) y la Universidad Autónoma de Madrid (Programa de Ayudas al Tercer Ciclo).

### **BIBLIOGRAFÍA**

- ALBERTOS B.; 2001. *Estudio biogeográfico de los briófitos epífitos del noroccidente peninsular*. Memoria de Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid
- BARBERO, M.; QUÉZEL, P. & RIVAS-MARTÍNEZ, S.; 1981. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia* 9: 311-412.
- CALLEJA, J.A.; ALBERTOS, B.; MAZIMPAKA, V. & LARA, F.; 2001. Brioflora epífita de las loreras de la Península Ibérica. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 18/19: 15-23.
- CASTROVIEJO, S.M.; LAÍNZ, G.; LÓPEZ GONZÁLEZ, P.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L.; [eds.] 1986- .*Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Real Jardín Botánico. Servicio de Publicaciones del C.S.I.C. Madrid.
- CORTÉS, D.; 2005. *Briófitos epífitos de los encinares de la comunidad de Madrid*. Memoria para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA). Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- COSTA, M.; GÓMEZ MANZANEQUE, F.; MORLA, C. & SÁINZ, H.; 1993. Caracterización fitoecológica de los sabinares albares de la Península Ibérica. *Orsis* 8: 79-93.
- COSTA, M.; MORLA, C. & SÁINZ, H.; (eds.) 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta. Barcelona
- DRAPER, I.; MAZIMPAKA, V.; ALBERTOS, B.; GARILLETI, R. & LARA, F.; 2005. A survey of the epiphytic bryophyte flora of the Rif and Tazzeke Mountains. *J. Bryol.* 27: 23-34.
- GAUQUELIN, T.; BERTAUDIÈRE, V.; MONTES, N.; BADRI, W. & ASMÈDE, J.F.; 1999. Endangered stands of thuriferous juniper in the western mediterranean basin: Ecological status, Conservation and Management. *Biodivers. & conservation* 8: 1479-1498.
- GAUQUELIN, T.; IDRISSE, M. & LEBRETON, P.H.; 1989. *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae): analyse biométrique et biochimique; propositions systématiques. *Ecol. Medit.* 14: 31-42.
- GIGNAC, L.D.; NICHOLSON, B.J. & BAYLEY, S.; 1998. The utilization of bryophytes in bioclimatic modeling: present distribution of peatlands in the Mackenzie river basin, Canada. *Bryologist* 101: 560-571.
- HILL, M.O.; 1979. *DECORANA- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging*. Cornell University. Ithaca, N.Y.
- Hill, M.O.; Bruggeman-Nannenga, :A.; Brugués, M.; Cano, M.J.; Enroth, J.; Flatberg, K.I.; Frahm, J.P.; Gallego, M.T.; Garilleti, R.; Guerra, J.; Hedenäs, L.; Holyoak, D.T.;

- Ignatov, M.S.; Lara, F.; Mazimpaka, V.; Muñoz, J. & Söderström, L.; 2006. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. Bryological Monograph. *J. Bryol.* (en prensa).
- JIMENEZ, J.F.; WERNER, O.; SANCHEZ-GOMEZ, P.; FERNANDEZ, S. & GUERRA, J.; 2003. Genetic variations and migration pathway of *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae) in the western Mediterranean region. *Israel J. Pl. Sci.* 51: 11-22.
- LARA, F.; 1995. *Estudio biogeográfico de los briófitos epífitos en los melojares del Sistema Central oriental (sierras de Gredos, Guadarrama y Ayllón)*. Memoria de Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid
- LARA, F.; GARILLETI, R. & MAZIMPAKA, V.; 1996. Extensión del areal conocido de *Orthotrichum tortidontium* y su adaptación al clima mediterráneo. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 9: 4-7.
- LARA, F. & MAZIMPAKA, V.; 1998. Succession of epiphytic bryophytes in a *Quercus pyrenaica* forest from the Spanish Central Range (Iberian Peninsula). *Nova Hedwigia* 67: 125-138.
- LARA, F.; MAZIMPAKA, V.; GARILLETI, R. & GARCÍA-ZAMORA, P.; 1999. *Orthotrichum vittii*, a New Epiphytic Moss from Spain. *Bryologist* 102: 53-60.
- OZENDA, P.; 1994. *Végétation du Continent Européen*. Delachaux et Niestlé. Paris
- PIIPPO, S.; 1982. Epiphytic bryophytes as climatic indicators in Eastern Fennoscandia. *Acta Bot. Fenn.* 119: 1-39.
- SÁNCHEZ DE DIOS, R.; 2004. *Aportación al conocimiento geobotánico de los territorios submediterráneos de la Península Ibérica a través de un estudio integrado de sus formaciones arbóreas* Memoria de Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W.; 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press. Urbana
- TER BRAAK, C.J.F. & PRENTICE, I.C.; 1988. A Theory of Gradient Analysis. *Advances Ecol. Res.* 18: 271-317.

## APÉNDICE 1

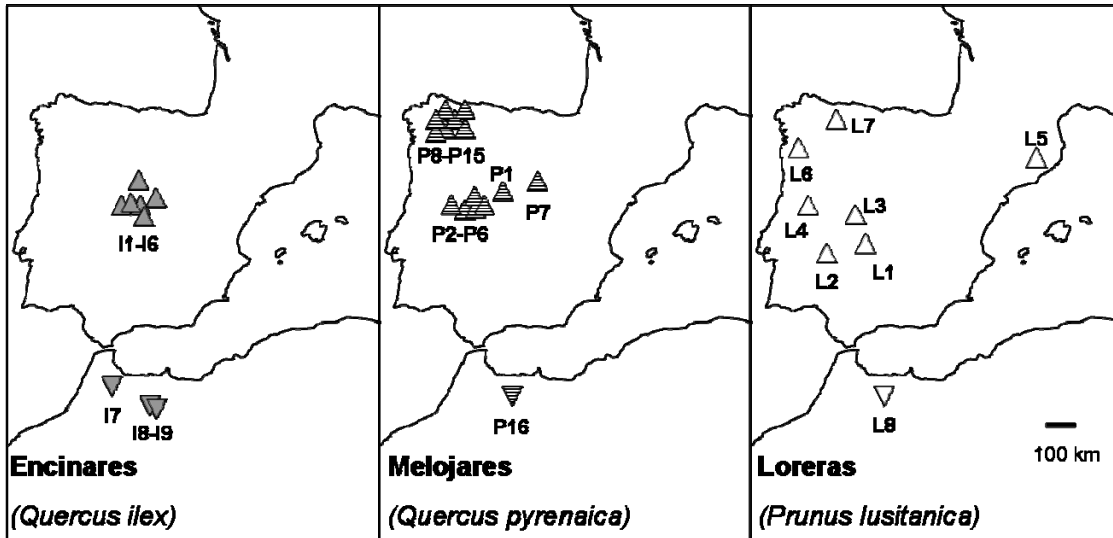
**Sabinares albares: Localidad 1 (T1):** ESPAÑA. Madrid. Lozoya. UTM: 30TVL3533, 1200 m a.s.l. *leg.* Albertos, Mazimpaka & Medina, 11 Junio 2003. **Localidad 2 (T2):** ESPAÑA. Guadalajara. Tamajón. UTM: 30TVL7840, 1050 m a.s.l. *leg.* Medina, 13 Febrero 2004. **Localidad 3 (T3):** ESPAÑA. Soria. Chaorna. UTM: 30TWL6455, 1100 m a.s.l. *leg.* Medina, 13 Febrero 2004. **Localidad 4 (T4):** ESPAÑA. Soria. Uvero. UTM: 30TVM9519, 1000 m a.s.l. *leg.* Albertos, Draper, Garilleti, Medina & Pokorny, 20 Marzo 2004. **Localidad 5 (T5):** ESPAÑA. Soria. Abejar. UTM: 30TWM1926, 1220 m a.s.l. *leg.* Albertos, Draper, Garilleti, Medina & Pokorny, 20 Marzo 2004. **Localidad 6 (T6):** ESPAÑA. Zaragoza. Pina (Monegros). UTM: 30TYL2896, 440 m a.s.l. *leg.* Lara, Mazimpaka & Medina, 15 Noviembre 2004. **Localidad 7 (T7):** ESPAÑA. León. Los Barrios de Luna (Mirantes de Luna). UTM: 30TTN6750, 1200 m a.s.l. *leg.* Draper & Medina, 22 Mayo 2004. **Localidad 8 (T8):** ESPAÑA. León. Crémenes. UTM: 30TUN2553, 1030 m a.s.l. *leg.* Draper & Medina, 22 Mayo 2004. **Localidad 9 (T9):** ESPAÑA. Cuenca. Sierra de Palancares. UTM: 30TWK9239, 1270 m a.s.l. *leg.* Draper, Medina & Pokorny, 3 Junio 2004. **Localidad 10 (T10):** ESPAÑA. Teruel. La Puebla de Valverde. Puerto del Escandón. UTM: 30TXK6962, 1220 m a.s.l. *leg.* Draper & Medina, 4 Junio 2004. **Localidad 11 (T11):** ESPAÑA. Teruel. La Puebla de Valverde. Sierra de Javalambre. UTM: 30TXK7345, 1540 m a.s.l. *leg.* Draper & Medina, 4 Junio 2004. **Localidad 12 (T12):** ESPAÑA. Valencia. Puebla de San Miguel (Rincón de Ademuz). UTM: 30TXK6036, 1560 m a.s.l. *leg.* Draper & Medina, 4 Junio 2004. **Localidad 13 (T13):** ESPAÑA. Albacete. El Bonillo (Campo de Montiel). UTM: 30TWJ2906, 960 m a.s.l. *leg.* Medina, 20 Julio 2004. **Localidad 14 (T14):** FRANCIA. Haute Garonne. Marignac. UTM: 31TCH1154, 900 m a.s.l. *leg.* Lara & Mazimpaka, 27 September 1997. **Localidad 15 (T15):** FRANCIA. Haute Corse. Asco. UTM: 32T503/4698, 950 m a.s.l. *leg.* Lara & San Miguel, 23 Septiembre 2004. **Localidad 16 (T16):** FRANCIA. Hautes-Alpes. Saint-Crépin. UTM: 32T 310/4953, 1020 m a.s.l. *leg.* Lara, Mazimpaka & Medina, 12 Noviembre 2004. **Localidad 17 (T17):** MARRUECOS. Taffert. Jbel Bou Iblane. UTM: 30SUC9426, 1900 m a.s.l. *leg.* Draper, Lara & Mazimpaka, 14

Junio 2000. **Localidad 18 (T18):** MARRUECOS. Timahdite. UTM: 30SUB1163, 1990 m a.s.l. *leg.* Albertos, Cano, Coy, Mazimpaka & Ros, 25 Junio 1997.

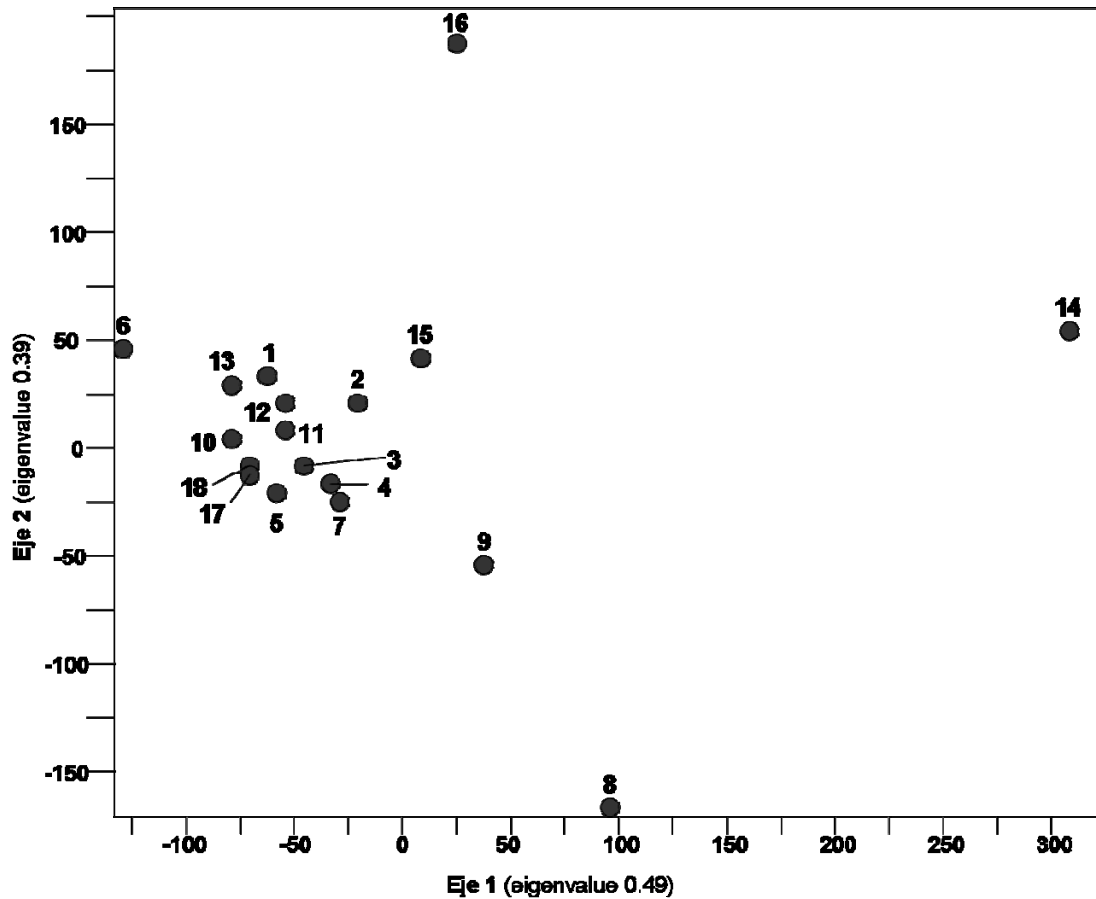
## FIGURAS Y TABLAS



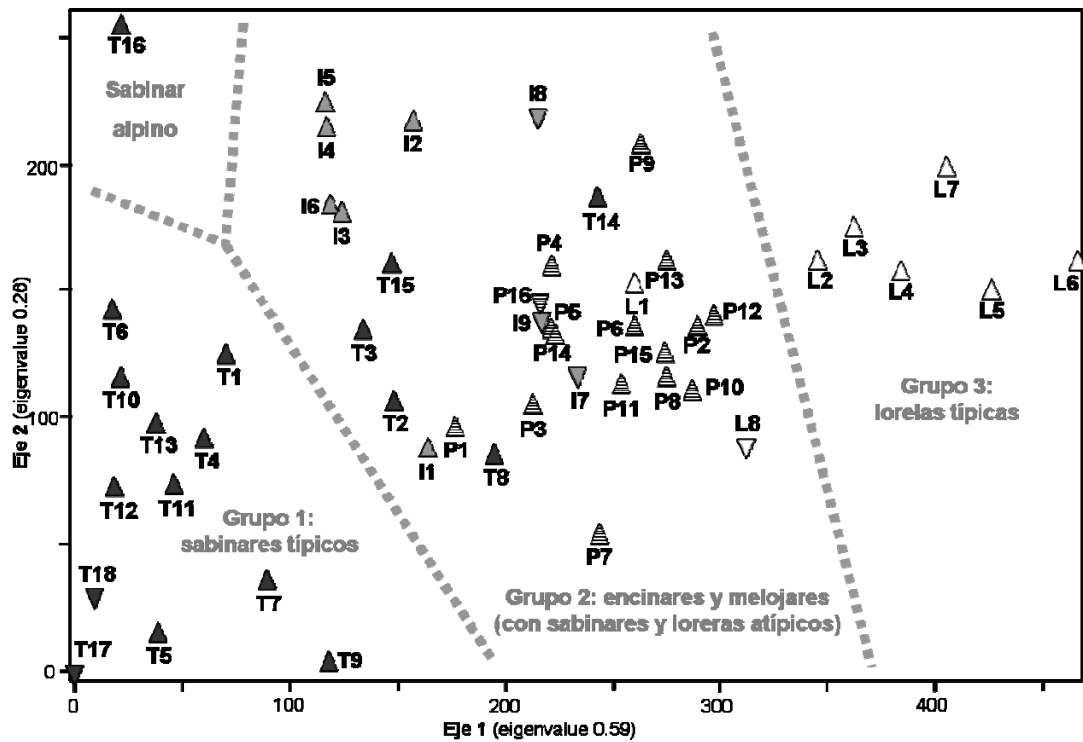
**Figura 1.** Distribución de *Juniperus thurifera* y ubicación de los sabinares estudiados.



**Figura 2.** Localización de los bosques de *Quercus* y *Prunus* empleados en la ordenación conjunta de comunidades de briófitos epífitos. I, *Quercus ilex*, P, *Q. pyrenaica*, L, *Prunus lusitanica*.



**Figura 3.** Ordenación (CA) de las comunidades de briófitos epífitos de sabinas albares.



**Figura 4.** Ordenación (DCA) de las comunidades briopíficas de distintos tipos de bosque del occidente de la Región Mediterránea. Los números y símbolos de las localidades corresponden a los de las figuras 1 y 2.

**Tabla 1.** Valores medios (+/- desviación estándar) de riqueza específica (S) y del índice de diversidad de Shannon-Weaver (H) para las comunidades de briófitos epífitos de los distintos tipos de bosque estudiados.

	<i>Juniperus thurifera</i>	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>	<i>Prunus lusitanica</i>
<b>S</b>	9.9 +/- 5.6	18.0 +/- 2.9	14.1 +/- 4.1	16.5 +/- 3.02
<b>H</b>	1.69 +/- 0.68	2.30 +/- 0.29	1.94 +/- 0.44	2.14 +/- 0.29