

DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.

Fernando Ojeda / Lcdo. en C.C. Biológicas U. Sevilla.

Juan Arroyo / Doctor en C.C. Biológicas U. Sevilla.

Teodoro Marañón / Doctor en C.C. Biológicas U. Sevilla.

Introducción.

Para entender la presencia de una población de una especie concreta, en un área determinada y en el momento actual, es necesario conocer: a) las interacciones ecológicas con el medio ambiente, es decir cuáles son los factores que limitan la distribución de la especie; b) la historia climática y geológica reciente del área en cuestión; y c) la historia evolutiva tanto del taxon como del área. La integración de los procesos ecológicos e históricos nos permitirá por tanto explicar los patrones de distribución de las especies que observamos en la actualidad (Myers y Giller, 1988).

La diversidad biológica o biodiversidad del mismo área estará igualmente determinada por procesos ecológicos e históricos (Marañón y Arroyo 1991). La medición de la biodiversidad de un área geográfica determinada es compleja por la naturaleza multidimensional de este parámetro. Frecuentemente se simplifica, considerando únicamente el número de especies, cuando sus características biológicas, geográficas, ecológicas y evolutivas son en general muy diferentes entre sí y variables geográficamente. Es decir, áreas con menor número de especies pueden ser más biodiversas que otras cuando sus especies son muy peculiares (May, 1990).

En este artículo presentamos una descripción de las comunidades de plantas leñosas de la región del Estrecho de Gibraltar y su relación con los principales factores ambientales, seguida de un análisis de la variación de tres componentes de su biodiversidad: riqueza en especies, riqueza en endemismos y singularidad taxonómica (medida relativa e inversa de la diversificación evolutiva).

Abstract.

The region of the Strait of Gibraltar presents geological, climatological, biogeographical and ecological characteristics that are uncommon in the Mediterranean Basin. All this, combined with a certain level of conservation in some zones, has determined its high plant species richness. Landuse characteristics differ greatly on both shores of the Straits. The actual state of conservation is also very different as there is a greater level of disturbance and less plant species diversity of the African side. In recent years there have been studies on a large number of samples of plant communities on both sides of the Straits. Shrub and tree cover, species diversity, taxonomic and biogeographical status, soil nutrients and nutrient levels in plants have been studied. All these data together with other studies in progress, seem to be establishing clear patterns of diversity and endemism. The most diverse communities are those found in areas with intermediate levels of soil fertility although the proportion of endemics is greater in heather-dominated communities where the soil is most acid and poorest. In general, the Moroccan communities tend to have less diversity, possibly partly due to the greater impact of overgrazing and partly due to the fragmented character of areas with acid soils. Similarly the pattern of diversification of the most important taxonomic groups seems associated with the strong selective pressures provided by the abundance of poor acid soils. Observed trends allow proposals to be made regarding which forms of land use will favour the conservation of the notable botanical heritage of the region.

El Estrecho de Gibraltar.

El Estrecho de Gibraltar separa dos placas tectónicas, la euroasiática y la africana, que han sufrido sucesivas convergencias y disrupciones (Raven y Axelrod, 1974; Hsu *et al.*, 1977). La última convergencia entre estas dos placas, que coincidió en parte con la Orogénesis Alpina y el levantamiento de las sierras Béticas y del Rif, dió lugar a la formación de dos estrechos, el Bético Septentrional donde actualmente se encuentra la Depresión Bética, y el Rifeño, actual estrecho de Gibraltar (Hsu *et al.*, 1977). Este contacto directo entre las placas estuvo asociado a un clima más seco, la desecación casi completa del Mar Mediterráneo y el aislamiento de la Cuenca Mediterránea. Como consecuencia, numerosos taxones irano-turánicos emigraron hacia la Cuenca mientras que gran parte de los taxones subtropicales existentes se extinguían (Bocquet *et al.*, 1978; Quézel, 1985). A partir del Plioceno (hace unos 5 millones de años) el estrecho de Gibraltar permanece abierto comunicando el Océano Atlántico con el Mar Mediterráneo, aunque durante las Glaciaciones del Pleistoceno el descenso del nivel del mar redujo su anchura, facilitando posiblemente migraciones Norte-Sur de algunos taxones (Bocquet *et al.*, 1978; Quézel 1985).

Uno de los aspectos del medio físico más relevante en esta región es la presencia de una extensa formación geológica de areniscas oligomiocénicas que se extiende por ambos lados del Estrecho, dando lugar a suelos ácidos que representan *islas ecológicas* en los márgenes de la Cuenca Mediterránea, donde predominan los suelos básicos y neutros originados a partir de margas eoceno-oligocénicas, calizas jurásicas y arcillas pleistoceno-cuaternarias (Didon *et al.*, 1973).

Otro aspecto relevante es la climatología local. La posición entre dos masas de agua y la acción casi constante de los vientos provoca un aumento de la precipitación en las zonas de montaña y un ambiente de humedad debido a nubes de estancamiento (efecto niebla) que suaviza el estrés de la sequía estival característico del clima mediterráneo (Arroyo, 1990; Blanco *et al.*, 1991).

Estudio de las comunidades de plantas leñosas.

Para interpretar las relaciones entre los tipos de vegetación y los factores ambientales se han estudiado 60 puntos representativos en ambas orillas del Estrecho. En cada localidad se ha medido la cobertura lineal (en 100m) del estrato arbustivo y arbóreo, se han descrito las principales variables ambientales y se han tomado muestras del horizonte superficial del suelo.

El análisis multivariante (CCA, DCA, ter Braak 1988) ha ordenado las muestras, según la composición y abundancia de las especies, en un gradiente ambiental que, simplificando, comprende desde las muestras de *brezales de cumbre*, sobre los suelos más pobres y ácidos, pasando por el *sotobosque de alcornoques*, en laderas intermedias, hasta el *sotobosque de quejigares*, que tienden a ocupar suelos más fértiles y húmedos en los fondos de los valles.

Esta variación gradual en la composición de la vegetación, asociada a un gradiente ambiental predominante, se ha observado de forma paralela en ambas orillas del Estrecho aunque hay que destacar algunas diferencias importantes: 1) La ausencia de *Rhododendron ponticum* y la menor presencia de otras especies asociadas, en las muestras de sotobosque de quejigar en Marruecos, por lo cual no aparecen claramente diferenciadas en el análisis multivariante. 2) La mayor amplitud ecológica de *Erica arborea* en Marruecos, que aparece bien representada en todos los brezales del gradiente, mientras que en España se produce una separación de hábitats entre las tres especies de brezo. *E. australis* se presenta con preferencia en los suelos más pobres, *E. scoparia* es frecuente especialmente en el sotobosque de alcornoque, siendo la más abundante en la margen septentrional del Estrecho, y *E. arborea* es dominante en los suelos más profundos, fértiles y húmedos.

Componentes de la biodiversidad.

Para el análisis de la biodiversidad de la vegetación leñosa se han utilizado las listas de especies generadas en la descripción de la vegetación en los 60 puntos de estudio, atendiendo a tres aspectos complementarios:

Riqueza en especies. La riqueza de especies (medida como el número de especies de plantas leñosas interceptadas por una línea de 100m) presenta una tendencia unimodal respecto del gradiente ambiental detectado por el primer eje del análisis multivariante. En condiciones más adversas, con suelos ácidos y pobres en nutrientes, sólo viven unas pocas especies tolerantes que forman los brezales de cumbre, como *Erica umbellata*, *E. australis*, *Cistus populifolius*, *Genista tridentata* y *Halimium halímifolium*. En el extremo opuesto, en los sitios más productivos, la dominancia de *Quercus canariensis* y en el sotobosque de *Erica arborea* y *Rhododendron ponticum* parece desplazar otras especies por competencia. La diversidad más alta (hasta 25 especies/100m) se encuentra en situaciones intermedias (ver modelo de Grime, 1979), en el sotobosque de alcornoques.

En general, las muestras de Marruecos presentan un número menor de especies, que parece estar asociada a dos factores independientes, uno de manejo y otro geográfico. Por una parte, la mayor presión perturbadora (en forma de roza o por sobrepastoreo) y por otra, debido a la fragmentación de las áreas de suelos ácidos, debe aumentarse la probabilidad de extinción local y disminuir la probabilidad de nuevas inmigraciones.

Riqueza en endemismos. Desde un punto de vista de conservación de la biodiversidad no todas las especies son iguales, aquellas con distribución restringida, endémicas, son especialmente valiosas. Por tanto no basta saber el número total de especies de una comunidad, sino que también es necesario conocer la proporción de estas especies que son endémicas.

El análisis de los espectros de distribución de cada muestra nos indica la proporción de taxones correspondientes a los diferentes tipos corológicos o áreas de distribución (Arroyo y Marañón, 1990; Marañón y Arroyo, 1991). En este estudio hemos distinguido siete tipos de áreas de distribución: gibraltareña, sudoeste ibérico-tingitana, ibero-norteafricana, mediterráneo occidental, mediterráneo occidental-macaronésica, circum-mediterránea y mediterráneo-eurosiberiana, basándonos en Jahandiez y Maire (1931-1941), Greuter *et al.* (1984-1989) y Valdés *et al.* (1987). Los tres primeros tipos corológicos se han considerado como distribución restringida o endemismo en sentido amplio.

La proporción de endemismos es mayor en los brezales de cumbre, posiblemente asociada a un proceso de especiación edáfica (Kruckeberg 1986). Por tanto, estas comunidades merecen ser conservadas por su riqueza en endemismos (uno de los aspectos de la biodiversidad) aunque el número total de especies sea relativamente bajo.

Las muestras de Marruecos tienden a estar dominadas por elementos de distribución amplia, circum-mediterránea y mediterráneo occidental, posiblemente por efecto de la mayor utilización (roza, pastoreo) de estos matorrales, que favorece a las especies más resistentes a la perturbación y tiende a eliminar a las especies endémicas.

Singularidad taxonómica. El tercer componente de la biodiversidad que consideramos es la singularidad taxonómica, que de alguna manera mide el grado de aislamiento filogenético de las especies. Es decir, es prioritario conservar aquellas especies cuya información genética sea más peculiar (May, 1990). Para cada muestra hemos calculado la diversidad infra-genérica media, como el número medio de especies por género, tomando como referencia un área geográfica determinada, la Cuenca Mediterránea (Greuter *et al.*, 1984-1989), y al nivel regional Andalucía occidental (Valdés *et al.*, 1987) y noroeste de Marruecos (Jahandiez y Maire, 1931-1941) respectivamente.

En los brezales de cumbre se alcanzan los valores más altos de diversidad infragenérica. Las especies son menos singulares taxonómicamente al pertenecer a géneros diversificados, posiblemente en tiempos evolutivos relativamente recientes. En el extremo opuesto, las especies del sotobosque de quejigar tienden a pertenecer a géneros poco diversificados, con frecuencia relictos de floras antiguas pre-mediterráneas (Raven, 1973).

Conclusiones.

Las comunidades de plantas leñosas de la región del Estrecho de Gibraltar presentan un gran interés ecológico y biogeográfico. Destacan por su riqueza en especies y especialmente por su alta proporción de endemismos, generalmente asociados a una diferenciación edáfica en los suelos ácidos.

En general, en la orilla sur de Marruecos, la riqueza total de especies y la proporción de endemismos son menores, en parte debido a la fragmentación de las *islas edáficas* y en parte a una mayor intensidad en la utilización (roza, pastoreo) de estas comunidades.

La conservación de la flora y la vegetación del Estrecho de Gibraltar debe ser considerada como un conjunto regional, incluyendo las formaciones equivalentes de ambas orillas y atendiendo a los diferentes componentes de su biodiversidad: riqueza en especies, riqueza en endemismos y singularidad taxonómica.

Agradecimientos.

Agradecemos a la National Geographic Society (proyecto 4474-91) y a la DGICYT (proyecto PB 91-894) la financiación del presente estudio. Javier Sánchez, Director del Parque Natural de los Alcornocales y las autoridades de Marruecos han facilitado la realización del trabajo de campo.

Referencias.

- Arroyo, J. y T. Marañón, 1990. Community ecology and distributional spectra of Mediterranean shrublands and heathlands in Southern Spain. *Journal of Biogeography*, 17: 163-176.
- Blanco, R., J. Clavero, A. Cuello, T. Marañón y J. A. Seisdedos, 1991. *Sierras del Aljibe y del Campo de Gibraltar. Guías naturalistas de la provincia de Cádiz, vol. III*. Diputación de Cádiz, Cádiz.
- Bocquet, G., B. Wieller y H. Kiefer, 1978. The Messinian model. A new outlook for the floristics and systematics of the Mediterranean area. *Candollea*, 33: 269-287.
- Didon, J., M. Durand-Delga y J. Kornprobst, 1973. Homologies géologiques entre les deux rives du détroit de Gibraltar. *Bull. Soc. Geol. Franc.*, 15: 77-105.
- Greuter, W. et al. (eds.), 1984-1989. *Med-Checklist vols. I, III and IV*. Editions des Conservatoire et Jardin Botanique de la Ville de Genève.
- Grime, J. P., 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley, Chichester.
- Hsu, K. J. et al., 1977. History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature*, 267: 399-403.
- Jahandiez y Maire, 1931-1941. *Catalogue des plantes du Maroc, vols. I-IV*, Minerva, Argel.
- Kruckeberg, A. R., 1986. An essay: the stimulus of unusual geologies for plant speciation. *Systematic Botany*, 11: 455-463.
- Marañón, T. y J. Arroyo. 1991. Diversidad en matorrales del sur de España. En: F. D. Pineda, M. A. Casado, J. M. de Miguel y J. Montalvo (eds.) *Diversidad biológica*. Fundación Ramón Areces, Madrid.
- May, R. M., 1990. Taxonomy as destiny. *Nature*, 347: 129-130.
- Myers, A. A. y P. S. Giller. 1988. Process, pattern and scale in biogeography. En: A. A. Myers y P. S. Giller (eds.) *Analytical Biogeography*. Chapman y Hall, Londres, págs. 3-12.
- Quézel, P. 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. En: C. Gómez-Campo (ed.) *Plant conservation in the Mediterranean area*. Dr. W. Junk, Dordrecht, págs. 9-24.
- Raven, P. H. 1973. The Evolution of Mediterranean floras. En: F. di Castri y H. A. Mooney (eds.) *Mediterranean-type Ecosystems*. Springer, Berlin, págs. 213-224.
- Raven, P. H. y D. I. Axelrod, 1974. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 61: 539-673. ter Braak, K., 1988. *CANOCO (v.2.1)*. Agricultural Mathematics Group, Wageningen.
- Valdés, B., Talavera, S. & Fernández-Galiano, E. 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, 3 vols. Ketres, Barcelona.