

ESTRATIFICACIÓN DE LA DIVERSIDAD EN COMUNIDADES VEGETALES DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.

M. García / Lcdo. en C.C. Biológicas por la Universidad de Sevilla

R. Hidalgo / Lcdo. en C.C. Biológicas por la Universidad de Sevilla

B. Luque / Lcdo. en C.C. Biológicas por la Universidad de Sevilla

E. Moreno-Socías / Lcdo. en C.C. Biológicas por la Universidad de Sevilla

F. Ojeda / Lcdo. en C.C. Biológicas por la Universidad de Sevilla

Resumen.

Se ha cuantificado la diversidad florística y la diversidad ecológica en cuatro comunidades vegetales representativas del Estrecho de Gibraltar (un brezal, un alcornocal, un quejigar y un coscojar), relacionándolas con las características edáficas y ambientales. Posteriormente, se han confeccionado para cada comunidad los espectros corológicos de distribución y se ha estudiado la influencia de los factores edáficos y ambientales sobre ellos.

Abstract.

Floristical and ecological diversity have been studied in four representative plant communities from the Gibraltar Strait area. They have been related to both edaphic and environmental features. Posteriorly, distributional spectra of each community have been maken and the influence of edaphic and environmental factors on them has been discussed.

Introducción.

La relación entre el número de especies y las características ambientales de un área es uno de los temas de estudio más relevantes en ecología vegetal (e.g. COWLING *et al.* 1991, GRIME 1979, GRUBB 1987, MARGALEFF 1980, SPECHT & SECHT 1989, TILMAN 1988, WILSON *et al.* 1990).

El interés ecológico y biogeográfico del área del Estrecho de Gibraltar viene determinado por sus peculiares características edáficas y por su posición geográfica. En este trabajo se cuantifica la diversidad vegetal en cuatro comunidades representativas del área de estudio y se discute la influencia del pH y la fertilidad del suelo, y de la cobertura arbórea y arbustiva en la variación de la diversidad del componente herbáceo. También se discute la influencia de los factores edáficos y ambientales en los espectros de distribución de las comunidades.

Área de estudio.

Las comunidades estudiadas están situadas en la parte europea de las dos zonas que conforman el Estrecho de Gibraltar (Fig. 1). Este área se corresponde con la Comarca Natural de Algeciras (VALDÉS *et al.* 1987) e incluye las formaciones de areniscas silíceas Oligo-miocénicas del Aljibe (FONTBOTE 1972) que originan suelos arenosos de naturaleza ácida. Estos suelos ácidos, poco frecuentes en la Región Mediterránea, se encuentran muy aislados geográficamente, al estar rodeados por arcillas, margas y calizas, de características muy diferentes y comunes en la Cuenca.

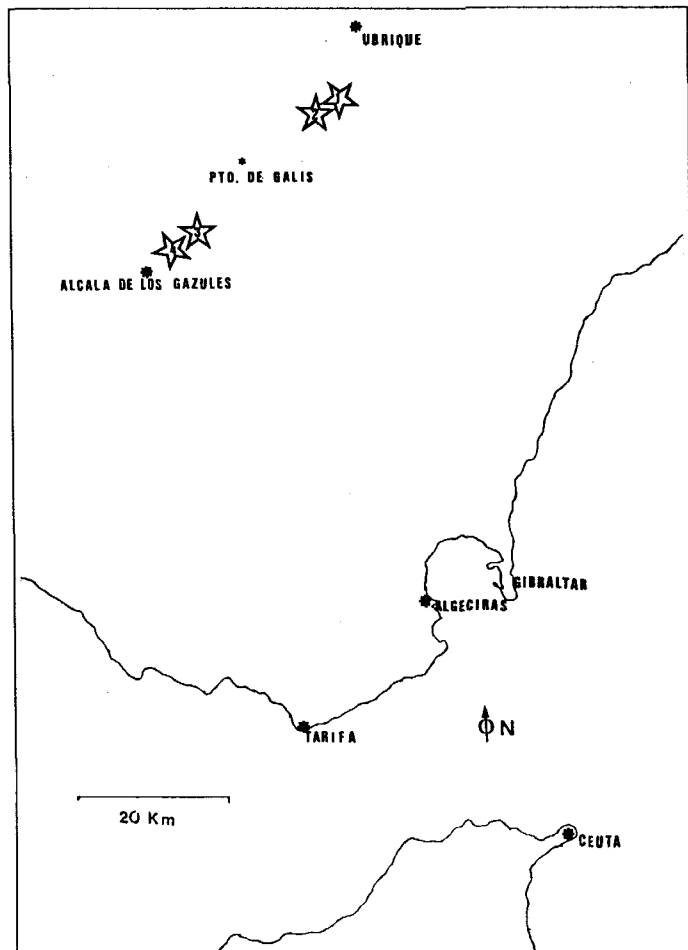


Figura 1. Área de Estudio. Se sitúan las cuatro comunidades seleccionadas (☆). 1 Brezal, 2 Alcornocal, 3 Quejigal, 4 Coscojar.

Es una zona montañosa cuyo punto más alto es el pico del Aljibe (1.092 msnm). Tanto la orografía de esta zona como su proximidad al mar juegan un papel importante en su climatología, oscilando la precipitación media anual entre 954 mm y 1.315 mm (GIL *et al.* 1985). Durante el verano, aunque son escasas las precipitaciones en forma de lluvia, los vientos de levante son muy frecuentes y determinan la presencia de nieblas persistentes que contribuyen a elevar la humedad ambiental. La cercanía del mar causa unos inviernos de temperaturas muy suaves que no limitan la actividad vegetal (ARROYO 1990).

Las principales comunidades leñosas son bosques perennifolios de *Quercus suber* (alcornocales) o marcescentes de *Quercus canariensis* (quejigares) y brezales seriales sobre areniscas. En las zonas más bajas y de suelos más profundos (bujeos) predominan los matorrales de leguminosas y los pastizales.

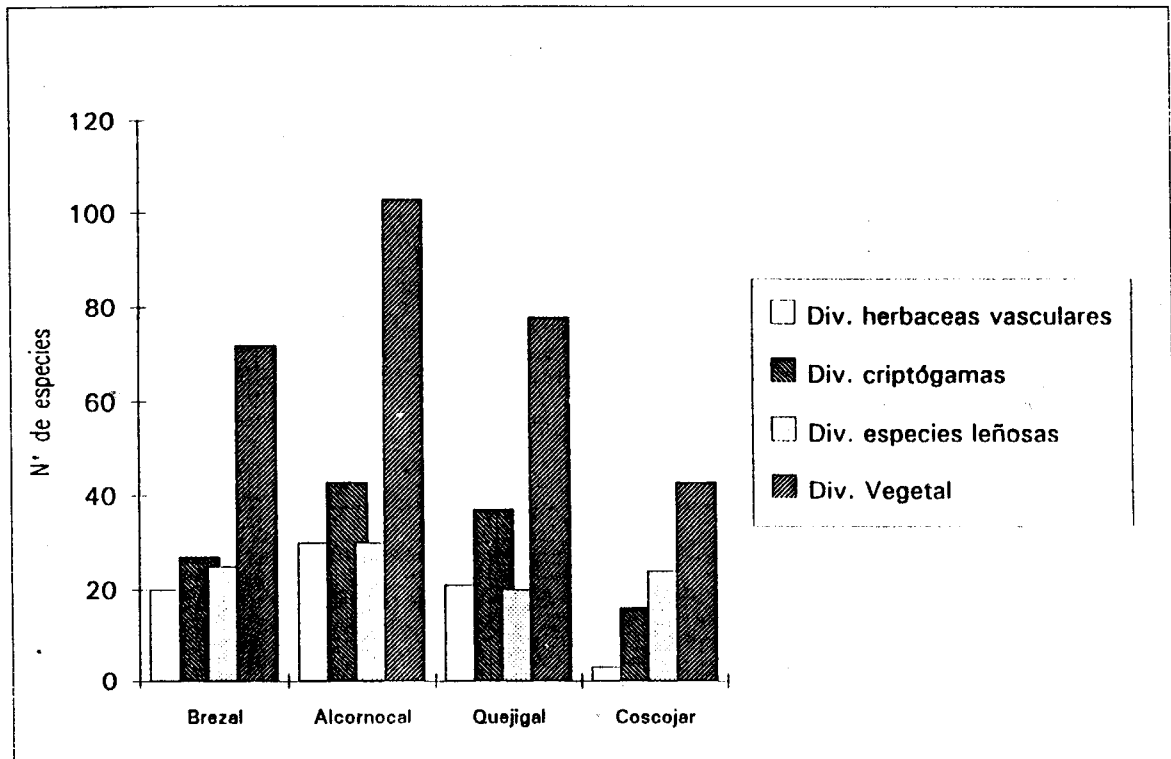


Figura 2. Diversidad Vegetal en las comunidades estudiadas.

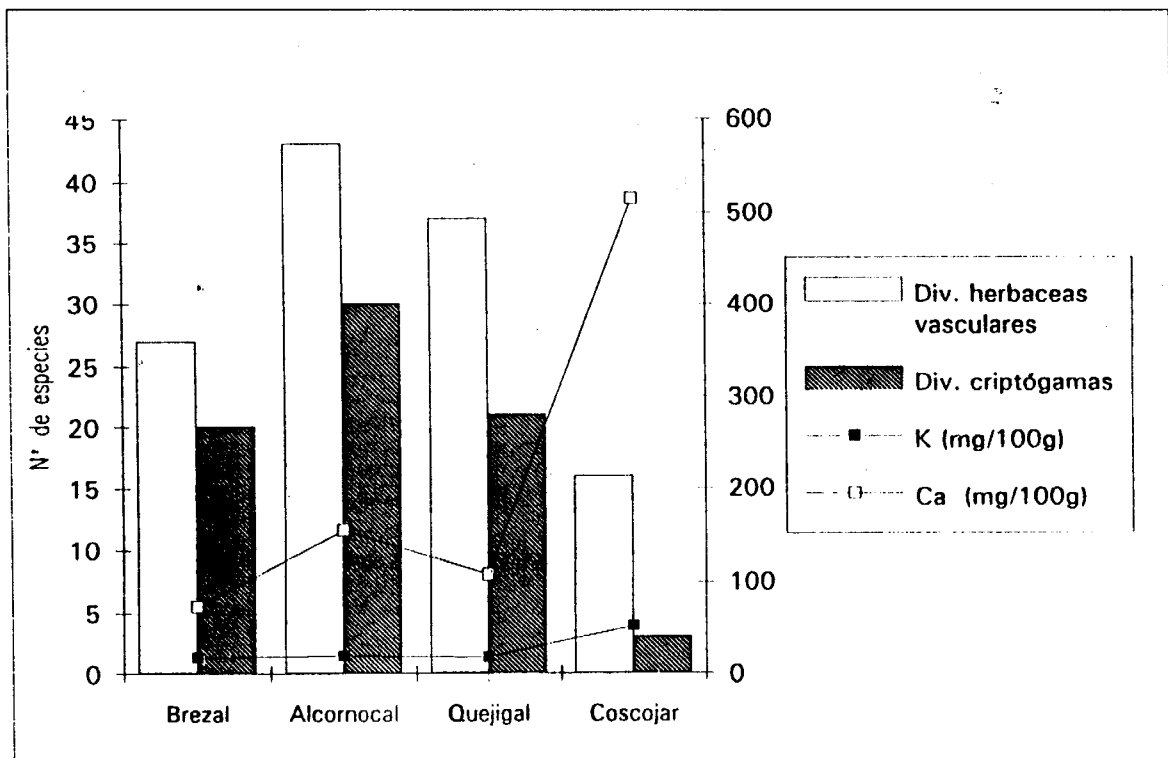


Figura 3. Relación entre diversidad y cantidad de potasio (mg KOH/100 g) y de calcio (mg Ca/100 g) en el suelo en las cuatro comunidades estudiadas.

Metodología.

Se seleccionaron cuatro parcelas representativas de cuatro de los grupos de comunidades descritos en la zona (un **brezal**, un **alcornocal** y un **quejigar** sobre suelos ácidos derivados de areniscas y un **coscojar** sobre suelo calizo (OJEDA, ARROYO & MARAÑÓN en prep.). Los valores de pH y fertilidad del suelo así como de diversidad y cobertura del componente leñoso se han extraído de ese estudio previo (Tabla 1). En cada una de ellas se delimitó un área de 50x20m² (0.1Ha) en las que se registró el número e identidad de especies vegetales herbáceas y leñosas vasculares y de criptógamas. Se estimó además la frecuencia de especies del estrato herbáceo utilizando el método de Marañón (1985) con modificaciones. Se distribuyeron 48 cuadros de 0.5x0.5m² en cada una de las parcelas en los que se registró la presencia/ausencia de las distintas especies, estimándose la frecuencia para cada una como el número de cuadros en los que aparece. El registro se completó incluyendo aquellas especies que, aunque no aparecieron en los cuadros, fueron detectadas en la parcela de 0.1Ha y se les asignó el valor 1, el valor mínimo de frecuencia. Este diseño se llevó a cabo desde Diciembre 1992 a Mayo 1993 con una periodicidad mensual. De este modo se registró la diversidad florística o riqueza en especies de cada una de las parcelas. No obstante, también se cuantificó la diversidad según el índice de Shannon-Wiener (H'), que combina el número de especies y su abundancia relativa.

$$H' = \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

donde p_i es la frecuencia relativa de la especie i -ésima.

Para el estudio biogeográfico han sido consideradas las siguientes áreas corológicas: gibraltárica (gib), suroeste ibérica y tingitana (sit), ibero-norteafricana (iba), mediterráneo-occidental (wme), circummediterránea (cme), mediterráneo-eurosiberiana (meu) y macaronésica (mac). Estas áreas corológicas se han extraído de la *Flora Vascular de Andalucía Occidental* (VALDÉS *et al.* 1987). Los espectros de distribución en cada parcela se han obtenido como el porcentaje de especies pertenecientes a cada uno de los tipos corológicos.

Resultados y discusión.

Las comunidades estudiadas presentan notables diferencias en la diversidad de sus tres componentes vegetales: herbáceas, criptógamas y leñosas (Tabla 2). La mayor diversidad vegetal corresponde al alcornocal, que presenta los valores más altos en los tres componentes (Fig. 2). Ello podría deberse a diversos factores del medio.

La parcela del coscojar, situada sobre sustrato calizo y fértil, rico en K y Ca, presenta una menor riqueza de especies. La riqueza de especies parece estar inversamente relacionada con la fertilidad del suelo (Fig. 3). En condiciones favorables dominan unas pocas especies, las más competitivas (GRIME 1979).

La acidez del suelo puede causar deficiencia de nutrientes y toxicidad debido a una mayor solubilidad de metales pesados (GIMINGHAM *et al.* 1979, WOOLHOUSE 1981). Este factor se asocia con un mayor porcentaje de materia orgánica en el suelo debido a una menor actividad de los descomponedores (GIMINGHAM 1979). Ambos factores, acidez y materia orgánica en suelo, se relacionan con una menor diversidad de herbáceas, como ocurre en las parcelas del brezal y el quejigar (Figs. 4 y 5). En condiciones extremas de estrés o perturbación se desarrollan sólo las especies más resistentes, disminuyendo los valores de diversidad (GRIME 1979).

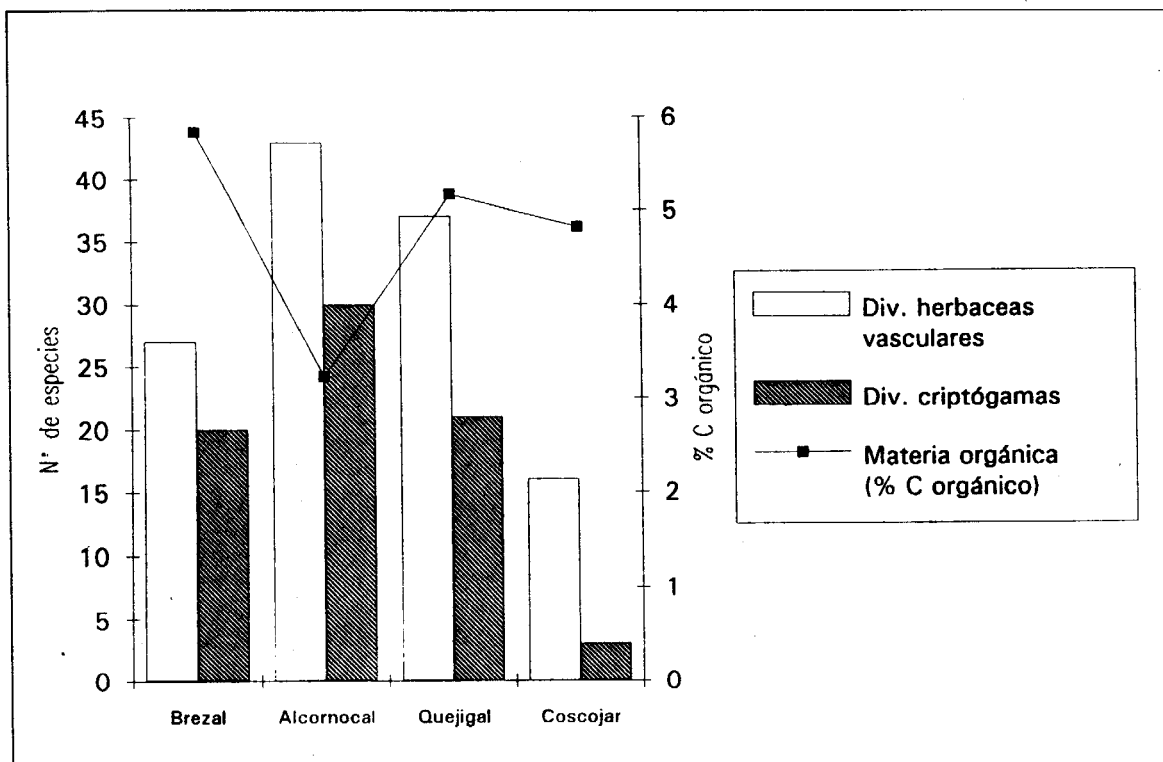


Figura 4. Relación entre la diversidad y la cantidad de materia orgánica (% C orgánico) en el suelo.

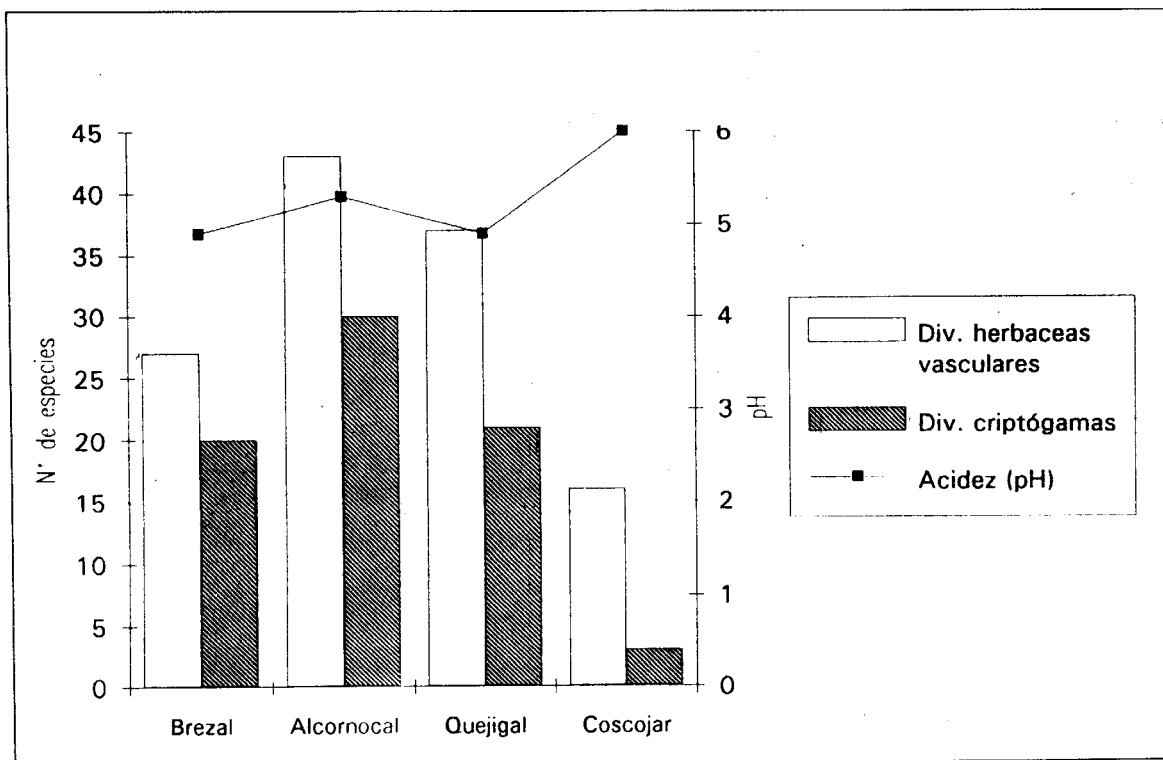


Figura 5. Relación entre la diversidad y la acidez (pH) del suelo.

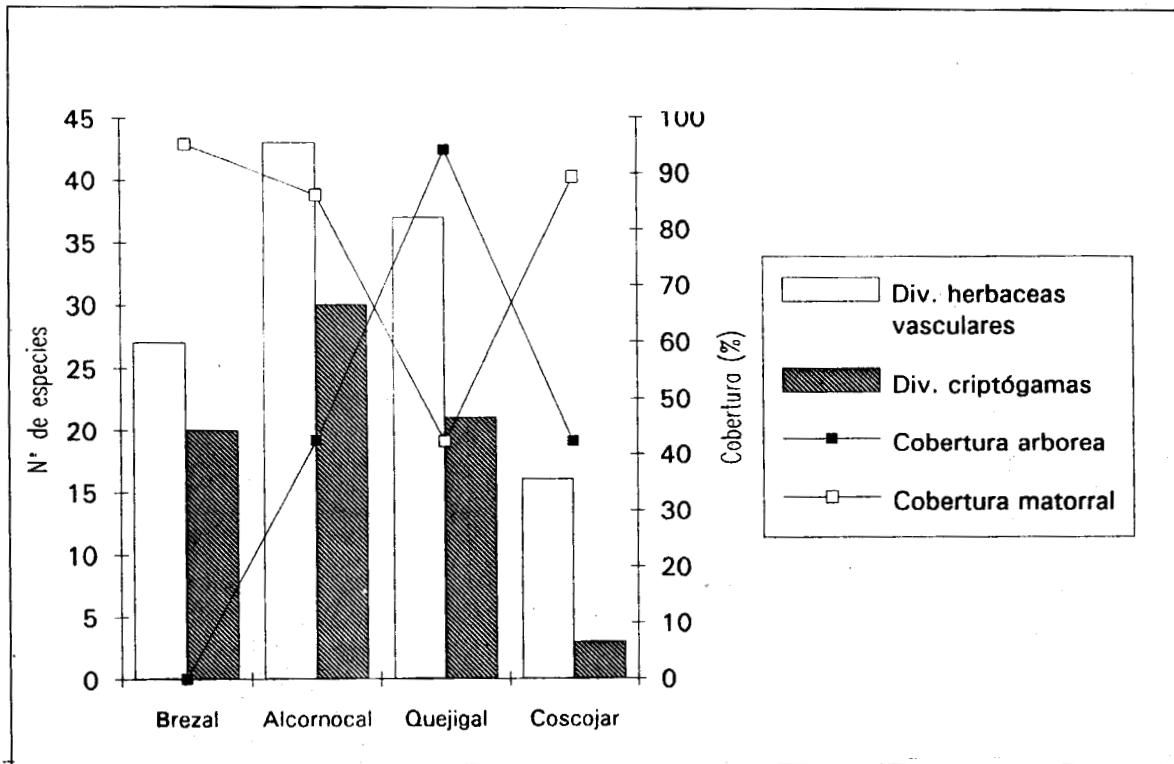


Figura 6. Relación entre la diversidad y la cobertura del componente leñoso en cada una de las comunidades.

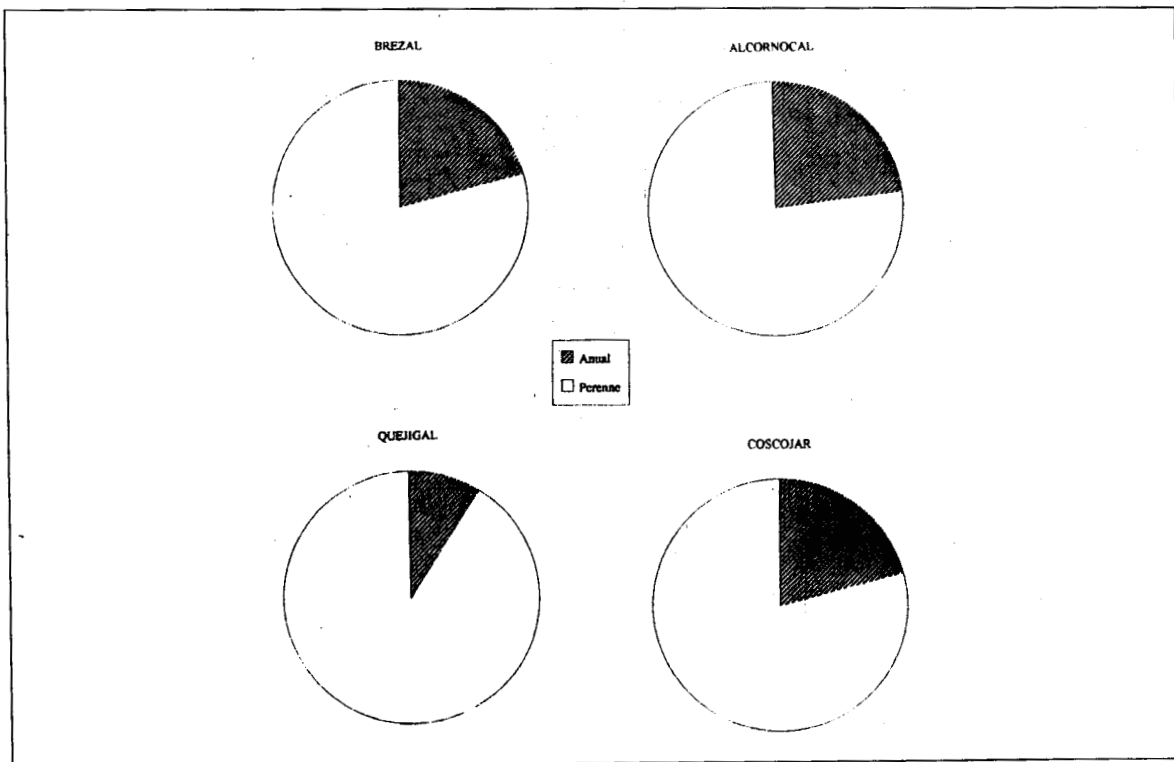


Figura 7. Hábito de las herbáceas vasculares en las cuatro comunidades.

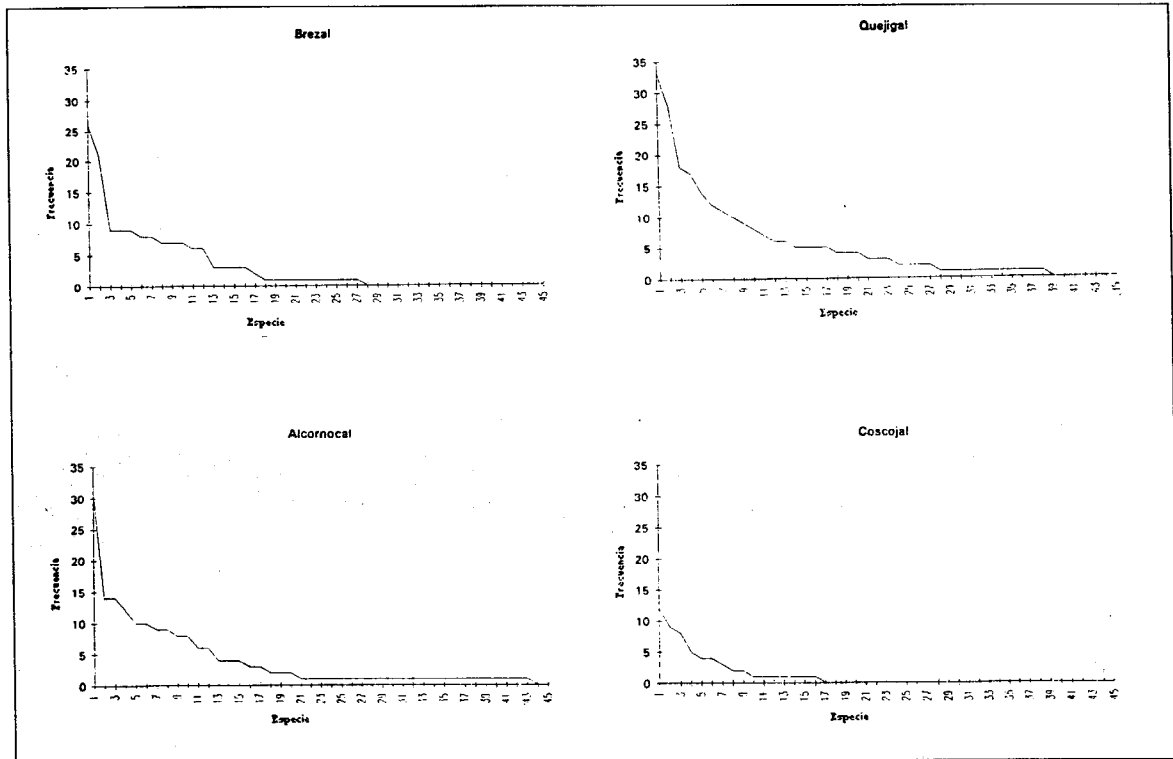


Figura 8. Representación gráfica del número de especies herbáceas vasculares y su frecuencia relativa de aparición en cada comunidad. El área resultante refleja en cierto modo el valor del índice de Shannon-Wiener.

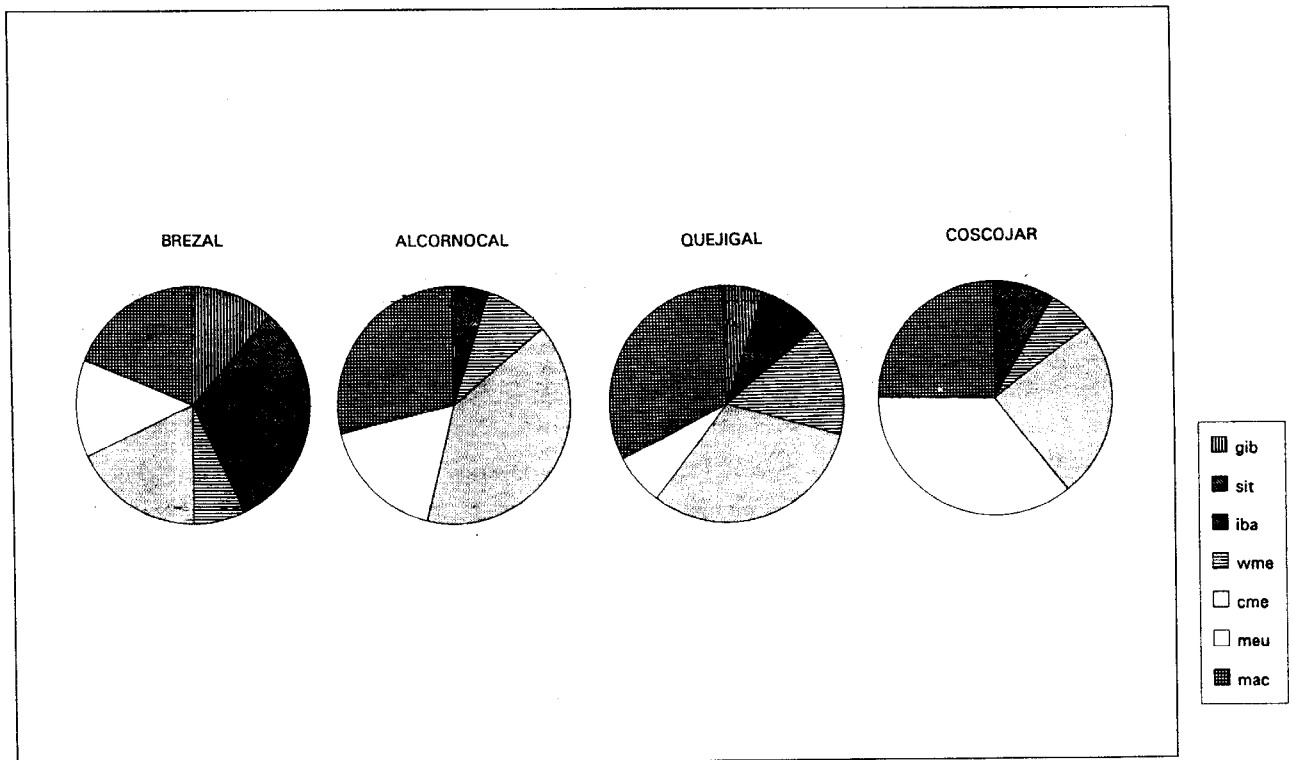


Figura 9. Espectros corológicos obtenidos para cada comunidad.

Otras Aportaciones

Los valores máximos de diversidad, como ocurre en el alcornocal, se corresponden con situaciones intermedias de cobertura del componente leñoso, que determinan la existencia de un ambiente más heterogéneo. Los valores máximos y mínimos de cobertura, en brezal y coscojar respectivamente, se asocian a una disminución de la diversidad. Asimismo, la menor diversidad de especies leñosas en el coscojar podría influir en la disminución de la diversidad de herbáceas (Fig. 6).

Las especies herbáceas pueden dividirse en dos grupos según su hábito o forma vital: hierbas anuales y hierbas perennes. Las primeras completan su ciclo en un período inferior a un año. Las segundas tienen una vida más prolongada gracias a órganos subterráneos de reserva y resistencia como rizomas, bulbos y tubérculos. El hábito anual se justifica con la estacionalidad climática, es decir, en climas con estacionalidad marcada, como sería el caso de la Región Mediterránea, la proporción de especies anuales es relevante (MARAÑÓN 1985, TILMAN 1988). A pesar de que las parcelas están situadas dentro de la Cuenca Mediterránea, el porcentaje de especies anuales en general es bajo en todas las parcelas como consecuencia de la estacionalidad poco marcada de la región del Estrecho (ver Área de Estudio). El quejigar se halla en una zona muy umbría, lo que contribuiría a amortiguar aún más la estacionalidad. Este hecho explicaría la baja proporción de anuales respecto a las restantes comunidades (Fig. 7).

En las parcelas sobre suelos derivados de arenisca (quejigar, brezal y alcornocal), si bien se han observado notables diferencias en sus valores de diversidad florística, no ocurre lo mismo con su diversidad ecológica (H'), siendo sus valores similares (Tabla 2). Esto puede deberse a la existencia de una complementariedad entre el número de especies y la abundancia relativa de las mismas, de forma que en las parcelas con menor número de especies, éstas son más abundantes. El índice de Shannon-Wiener (H') es una función logarítmica cuyo área que delimita respecto a los ejes es aproximada a la que se obtiene de representar el número de especies y su frecuencia (Fig. 8). Por otro lado, los valores de H' en estas comunidades sobre areniscas triplican el obtenido para el coscojar. Efectivamente, en esta comunidad de suelo fértil dominan sólo unas pocas especies (la diversidad vegetal es la menor, ver Fig. 2). Esto sería esperable (GRIME 1979). Pero hay que destacar también que el suelo de este coscojar es muy escaso, prácticamente un suelo rocoso o litosuelo donde las plantas encuentran dificultades para enraizar y desarrollarse, por lo que los valores de abundancia son también bajos comparados con los de las otras comunidades.

La presencia de areniscas en el Estrecho de Gibraltar, muy diferenciadas de los sustratos circundantes, determina una flora característica, con muchos taxones endémicos (OJEDA, ARROYO & MARAÑÓN en prep.).

El endemismo es mayor en el quejigar y el brezal, que son las comunidades asentadas en los suelos con valores más altos de acidez y menores de fertilidad (Fig. 9). Parece por tanto que el mecanismo de especiación en la zona es fundamentalmente edáfico.

Se ha observado una considerable representación del elemento Macaronésico en las cuatro comunidades, debido a la similitud de condiciones climatológicas del área con esa región biogeográfica (alta humedad y temperaturas moderadas, ARROYO & MARAÑÓN 1990).

Agradecimientos.

Queremos expresar nuestro agradecimiento al doctor Juan Arroyo por sus comentarios a este trabajo y revisión del manuscrito. Del mismo modo, queremos también agradecer a D. Fco. Javier Sánchez Gutiérrez, Director del Parque Natural de "Los Alcornocales" el interés por nuestro trabajo y las facilidades prestadas para la realización del mismo en terrenos del Parque. D. Fco. Javier Salgueiro nos asesoró eficazmente en la edición de las gráficas, para él también nuestro agradecimiento. Este artículo ha sido consecuencia de un trabajo práctico de curso realizado para la asignatura Geobotánica (Curso 92/93) impartida por el Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla. El proyecto DGICYT PB91-0894 ha financiado las investigaciones.

Bibliografía.

- ARROYO J.. Spatial variation of flowering phenology in the Mediterranean shrublands of Southern Spain. *Israel Journal of Botany* 39: 249-262 (1990).
- ARROYO J. & T. MARAÑÓN. Community Ecology and Distributional Spectra of Mediterranean Shrublands and Heathlands in Southern Spain. *Journal of Biogeography* 17: 163-176 (1990).
- COWLING R.M., P.M. HOLMES & A.G. REBELO. *Plant Diversity and Endemism*. En: R.M. COWLING (ed.), *The Ecology of Fynbos. Nutrients, Fire and Diversity* pp: 62-112. OUP. Cape Town (1992).
- FONTBOTE J.M.. *Mapa Geológico de España*, hoja nº 87 1:200.000, Algeciras. IGME, Madrid (1972).
- GIL J.M., J. ARROYO & J.A. DEVESA. Contribución al conocimiento florístico de las Sierras de Algeciras (Cádiz, España). *Acta Botánica Malacitana* 10:97-122 (1985).
- GIMINGHAM C.H., S.B. CHAPMAN & N.R. WEBB. *European Heathlands*. En: R.L. SPECHT (ed.), *Heathlands and Related Shrublands. Descriptive Studies*. Elsevier (1979).
- GRIME J.P.. *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley. Chichester (1979).
- GRUBB P.J.. *Global Trends in Species Richness in Terrestrial Vegetation: a View from the Northern Hemisphere*. En: J.H.R. GEE & P.S. GILLER (eds.), *Organization of Communities Past and Present*, pp: 99-118. Blackwell Scientific Publications. London (1987).
- MARAÑÓN T.. Diversidad florística y heterogeneidad ambiental en una dehesa de Sierra Morena. *Anales de Edafología y Agrobiología* 44: 1183-1197 (1985).
- MARGALEF R.. *Ecología*. Omega. Barcelona (1980).
- SPECHT R.L. & A. SPECHT. Species Richness of Sclerophyll (Heathy) Plant Communities in Australia -the Influence of Overstorey Cover. *Australian Journal of Botany* 37: 337-350 (1989).
- TILMAN D.. *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. Princeton University Press. New Jersey (1988).
- VALDÉS, B., S. TALAVERA & E. FERNÁNDEZ-GALIANO (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, 3 vols. Ketres, Barcelona (1987).
- WILSON J.B., W.G. LEE & A.F. MARK. Species diversity in relation to ultramafic substrate and to altitude in Southwestern New Zealand. *Vegetatio* 86: 15-20 (1990).
- WOOLHOUSE H.W.. *Soil Acidity, Aluminium Toxicity and Related Problems in the Nutrient environment of Heathlands*. En: R.L. SPECHT (ed.), *Heathlands and Related Shrublands. Analytical Studies*. Elsevier (1981).

Otras Aportaciones

Tabla 1. Variables ambientales y edáficas de las cuatro comunidades estudiadas (OJEDA, ARROYO & MARAÑÓN en prep.).

	BREZAL	ALCORNOCAL	QUEJIGAR	COSCOJAR
Sustrato geológico	Arenisca	Arenisca	Arenisca	Caliza
Altitud (msnm)	500	500	700	250
pH	4.9	5.3	4.9	6.0
Materia orgánica (%C org.)	5.84	3.23	5.17	4.82
K(mg/100g)	18	19	18	52
Ca(mg/100g)	74	154	108	515
Cobertura arbustiva(%)	95.3	86.2	42.3	89.3
Cobertura arbórea(%)	0	42.6	94.2	4.3

Tabla 2. Valores de diversidad florística (Número de especies en 0.1 Ha) y diversidad ecológica (Índice de Shannon-Wiener, H') en cada una de las cuatro comunidades.

	BREZAL	ALCORNOCAL	QUEJIGAR	COSCOJAR
Div. criptógamas	20	30	21	3
Div. hierbas vasculares	27	43	37	16
Div. leñosas	25	30	20	24
Div. vegetal	72	103	78	43
Div. ecológica (H)	5.0584	6.8359	7.4830	2.5521