Anales del Jardín Botánico de Madrid 61(1): 73-80
www.rjb.csic.es

Factores que condicionan el espectro de distribución del matorral mediterráneo de la Sierra de Grazalema, sur de España

por

Juan Bautista Gallego Fernández

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Apartado 1095, E-41080 Sevilla, España. galfer@us.es

Resumen

Se ha estudiado el patrón biogeográfico de comunidades de plantas leñosas tras el cese de la perturbación humana en la Sierra de Grazalema. Se han muestreado 137 transectos de vegetación de diferentes comunidades de matorral mediterráneo, donde se han identificado 74 especies. Se ha analizado en cada transecto la riqueza de especies y la composición corológica –número de especies y porcentaje de cobertura de cada tipo corológico– en función de la altitud, del tipo de pH del suelo –ácido o básico– y del tipo de perturbación humana existente antes de la declaración de la zona como área de reserva. Los resultados indican que existen diferencias en el número de especies y en el espectro de distribución de comunidades de matorral debido a diferencias en altitud y en los tipos de suelo (ácido o básico) en el que se desarrollan las comunidades, y que superpuesto a este patrón natural, la intervención humana ha tenido un papel determinante en la composición biogeográfica de las actuales comunidades de matorral mediterráneo de la Sierra de Grazalema. Los resultados de la influencia de la perturbación humana se discuten considerando las diferentes estrategias regenerativas que dominan en las especies de los tipos corológicos considerados.

Palabras clave: altitud, matorral mediterráneo, montañas béticas, patrón biogeográfico, perturbación, pH del suelo.

Abstract

The biogeographical pattern of woody plant communities after human disturbance cessation was studied at Grazalema Mountains. The sampling included 137 transects, with different communities of Mediterranean shrubland and a total of 74 species. Species richness and chorological composition –species number and relative cover of each chorological type– were analyzed at each transect considering the altitude range, soil pH –acid or basic– and human disturbance before the legal protection of the areas as natural reserve. Results show site differences on species richness and distribution spectra of communities in relation to altitude and pH. Beside these natural patterns, and superposed to them, human disturbance has played an important role in present biogeographical composition of Mediterranean shrubland communities in Grazalema mountains. To discuss human disturbance influence, we have considered the different regenerative strategies of species belonging to each chorological type.

Key words: altitude, Betic ranges, biogeographical pattern, disturbance, mediterranean shrubland, soil pH.

Introducción

La composición corológica de las comunidades vegetales se explica no sólo por procesos regionales y sucesos históricos (Ricklefts & Schluter, 1993), sino que también está relacionada, a escala local, por las restricciones que imponen los factores ecológicos (Ojeda & al., 1996).

El uso de los espectros de distribución como herramienta para caracterizar las comunidades de matorral mediterráneo ya fue utilizado por Arroyo & Marañón (1990) en un estudio comparativo a nivel regional en el sur de España. Dicho estudio concluyó que factores como la acidez del suelo y la altitud determinaban la composición corológica del matorral mediterráneo. Este trabajo también destacaba la importante presencia de especies de distribución limitada en zonas calizas altas y en brezales desarrollados sobre areniscas silíceas oligocenas, consecuencia de la escasez de nutrientes y de la presencia en el suelo de metales tóxicos

para las plantas. Posteriormente, Ojeda & al. (1995, 1996) aplicaron el concepto de diversidad corológica a la vegetación leñosa desarrollada sobre suelos ácidos de la Sierra del Aljibe y zonas montañosas del norte de Marruecos, revelando la importante presencia de táxones endémicos en los brezales de suelos pobres en nutrientes en las crestas montañosas, y el papel determinante del pequeño tamaño y fragmentación de las zonas de areniscas y de la intervención humana en el empobrecimiento de la diversidad de especies y del número de endemismos.

El trabajo que se presenta es un estudio a escala local de los factores determinantes de la composición corológica del matorral mediterráneo en montañas calizas de la Sierra de Grazalema. Estudios previos han sugerido que el patrón general de la distribución de especies y de la vegetación en el área de estudio está determinado principalmente por dos factores físicos, el pH del suelo y la altitud, además de por la perturbación antrópica (Gallego Fernández & García Novo, 1997; Gallego Fernández, 2003; Gallego Fernández & al., 2004).

A diferencia de los trabajos de Arroyo & Marañón (1990) y Ojeda & al. (1995, 1996), la vegetación estudiada en el presente artículo se desarrolla en su totalidad sobre calizas y dolomías, con suelos básicos, y sobre calizas descarbonatadas y arcillas y yesos con suelos moderadamente ácidos, en los que no existen las limitaciones de las areniscas del Aljibe en cuanto a pobreza en nutrientes y presencia de metales tóxicos para las plantas. Por otro lado, el estudio se ha realizado en el área de reserva del Parque Natural Sierra de Grazalema, donde la vegetación se ha desarrollado sin apenas intervención humana directa en los últimos 25 años, a excepción de incendios ocasionales. Por perturbación humana se ha considerado la que se producía antes de la declaración de Parque Natural, distinguiendo entre matorrales que eran rozados para la obtención de leña y carbón, y matorrales que se han desarrollado en zonas donde hubo cultivos y/o incendios recurrentes, a causa de los cuales la vegetación de matorral prácticamente había desaparecido. Son dos tipos de perturbación que han dado como resultado diferentes estrategias de sucesión del matorral (Gallego Fernández & al., 2004).

Los objetivos de este estudio son caracterizar el matorral mediterráneo de la Reserva del Parque Natural de la Sierra de Grazalema según el espectro de distribución de las especies y establecer si diferencias en dos factores físicos, altitud y tipo de pH del suelo, y en el tipo de perturbación humana condicionan la composición corológica de las comunidades de matorral.

Material y métodos

Área de estudio

El Parque Natural Sierra de Grazalema (Cádiz), localizado entre los paralelos 36º51' N y 36º36' N y los meridianos 5º32' W y 5º12' W, forma parte de la sierra norte de la provincia de Cádiz. El área de estudio se sitúa al norte del Parque Natural, con altitudes comprendidas entre los 650 y 1300 m; limita al norte con el valle del río Guadalete, al oeste con la Sierra del Labradillo y Sierra Margarita, al este con Monte Prieto y al sur con la Sierra del Pinar. El clima es de tipo mediterráneo; en la zona muestreada las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 1000 y 1800 mm, presentando un ombroclima húmedo (Aparicio, 1985). Existe una amplia diversidad de suelos, determinados fundamentalmente por la naturaleza del sustrato geológico, factores topográficos, climáticos y tipo de vegetación (Corral & al., 1980; CSIC-IARA, 1989). Dominan calizas y dolomías de edad jurásica (IGME 1990a, 1990b), sobre las que se desarrollan suelos de pH básico. Intercaladas con las anteriores hay calizas descarbonatadas de edad liásica y arcillas y yesos de edad triásica, sobre los que se desarrollan suelos de pH moderadamente ácido.

La flora de la Serranía de Grazalema ha sido bien estudiada. Está compuesta por unos 1353 táxones, lo que la hace una de las más ricas de Andalucía occidental (Aparicio & Silvestre, 1987). Corológicamente, la zona de estudio se enmarca dentro de la Región Mediterránea, Provincia Bética, Sector Rondeño (Rivas Martínez, 1988). Se pueden distinguir dos pisos bioclimáticos en función de sus características bioclimáticas (Rivas Martínez, 1983): Piso Termomediterráneo, que comprende desde las zonas más bajas hasta aproximadamente los 900 m, con táxones característicos como *Smilax aspera, Chamaerops humilis, Rhamnus lycioides* subsp. *oleoides, Pistacia lentiscus* y *Ceratonia siliqua;* y Piso Mesomediterráneo, que ocupa los terrenos comprendidos entre los 900 y 1400 m, con especies como *Abies pinsapo, Helichrysum italicum, Santolina chamaecyparissus* y *Lavandula lanata.*

Las principales comunidades leñosas que aparecen en el área de estudio son formaciones de pinsapar, quejigar, encinar y acebuchar, cuyo sotobosque varía en función del tipo de intervención humana sufrida; matorrales altos dominados por *Pistacia lentiscus, Juniperus phoenicea, Juniperus oxycedrus* o *Arbutus unedo,* y matorrales bajos, dominados bien por *Ulex baeticus,* bien por *Cistus albidus.* Todas las formaciones vegetales del Parque Natural, y por tanto del área de estudio, han sido sometidas a intervención humana, que en mayor o menor grado ha modificado la composición y abundancia de las especies de plantas.

Estudios previos de la zona muestreada mostraron que el rango de pH del suelo es de 5-8,08 (Gallego Fernández, 2003) y que la riqueza de especies oscila entre las 2 y 22 especies por transecto de 25 m, con diferencias significativas en riqueza de especies en función del pH del suelo, mayor en suelos básicos, y según el tipo de perturbación, con una mayor riqueza en matorrales que fueron rozados frente a los desarrollados sobre zonas que fueron cultivadas o incendiadas (Gallego Fernández & al., 2004).

Muestreo

Se localizaron 137 puntos de muestreo en el área de estudio. El método utilizado para la elección de cada punto consistió en la realización de un muestreo estratificado que recogiese la mayor variedad de comunidades vegetales desarrolladas sobre distintas clases de sustratos en áreas de diferente intervención humana, disponiendo transectos al azar dentro de cada estrato. La altitud de las zonas muestreadas varió entre los 650 y 1300 m. En cada punto de muestreo se estableció un transecto lineal de 25 m de longitud, a lo largo del cual se registró la identidad y cobertura relativa (intercepción lineal, Kent & Coker, 1992) de las especies leñosas interceptadas. Las variables ambientales registradas en cada punto de muestreo fueron altitud, pH del suelo –ácido o básico– y tipo de perturbación humana. Como perturbación humana se consideró el uso que había tenido la zona antes de su abandono: zonas cultivadas y/o incendiadas de forma intensa y recurrente, y zonas de matorral donde la perturbación principal fue la roza para la obtención de leña y carbón.

La contribución de los diferentes elementos biogeográficos a la comunidad se ha obtenido a partir de la elaboración del espectro de distribución de las especies registradas en cada transecto (Arroyo & Marañón, 1990). La información corológica se ha obtenido a partir de Valdés & al. (1987) y Aparicio & Silvestre (1987). Se han considerado nueve tipos corológicos, que de mayor a menor área son: Mediterráneo-Eurosiberiano, MEUR; Mediterráneo-Iranoturánico, MIRT; Circunmediterráneo, CMED; Mediterráneo Occidental, WMED; Ibérico-Mauritano, IBMA; Bético-Mauritano, BEMA; Ibérico, IBER; Bético, BETI, y Rondeño, ROND. Para cada transecto se ha obtenido también el nivel de endemismo (Ojeda & al., 1995). Se han considerado dos niveles de endemismo según el área geográfica considerada: endemismo *sensu lato,* que incluye las cinco últimas regiones corológicas (IBMA, BEMA, IBER, BETI, ROND), y otro, de carácter más restringido, que incluye las dos últimas regiones corológicas (BETI, ROND). El espectro de distribución se obtuvo para cada transecto como el número absoluto de táxones de cada tipo corológico y como el porcentaje de cobertura de cada tipo corológico, lo que permite mostrar la abundancia de cada tipo corológico en la comunidad.

La relación entre el número de especies y cobertura de cada tipo corológico y altitud se realizó mediante un análisis de correlación de Pearson. Para establecer si existían diferencias en el número de especies dentro de cada tipo corológico entre diferentes situaciones de pH del suelo y tipo de perturbación, se realizaron sendos análisis de la covarianza (ANCOVA) de dos factores, considerando ambos factores, pH (ácido vs. básico) y tipo de perturbación (roza vs. cultivo/incendio), como factores fijos, y como covariable, la altitud. En cada caso, la variable número de especies fue transformada mediante la raíz cuadrada, y la variable cobertura relativa, mediante la transformación angular, con el fin de alcanzar los requisitos de normalidad y homocedasticidad (Zar, 1996).

Resultados

Componentes biogeográficos

En la Tabla 1 se detalla la distribución corológica de las 74 especies inventariadas en todos los puntos de muestreo. La mayor parte de las especies (67,53%) fueron típicamente mediterráneas; el 36,46%, circunmediterráneas, y el 31,07%, de ámbito mediterráneo occidental. Los elementos endémicos, en sentido amplio, representaron un 18,95% de las especies (Rondeño: 1,40%; Bético: 5,39 %; Ibérico: 2,70%; Bético-Mauritano: 2,70%; Ibérico-Mauritano: 6,79%), siendo de ámbito restringido sólo un 6,76%. Los elementos de más amplia distribución (Mediterráneo Eurosiberiano e Iranoturánico) constituyeron un 13,42%, el 5,39% Mediterráneo-Eurosiberianas y el 8,09% Mediterráneo-Iranoturánicas.

Altitud

Un incremento en altitud está correlacionado con un aumento del número y cobertura de especies endémicas (Tabla 2), una disminución del número de especies WMED y CMED, y una disminución del número y cobertura de especies MEUR. Las especies MIRT no variaron significativamente a lo largo del rango de altitud. La Tabla 3 muestra los resultados del mismo análisis aplicado a los diferentes grupos de transectos en función del tipo de pH y de perturbación. En matorrales de suelos básicos rozados, todos los tipos corológicos registraron variaciones en el número de especies, con un incremento al aumentar la altitud de elementos de tipo MEUR y endémicos (éste muy significativo), y

Tabla 1. Lista de táxones leñosos indicando su distribución corológica: Mediterráneo-Eurosiberiano (MEUR), Mediterráneo-Irano-Turánico (MIRT), Circunmediterráneo (CMED), Mediterráneo Occidental (WMED), Ibérico-Mauritánino (IBMA), Bético-Mauritánico (BEMA), Ibérico (IBER), Bético (BETI) y Rondeño (ROND). Información obtenida a partir de Valdés & al. (1987) y Aparicio & Silvestre (1987)

Especie	Distribución	Especie	Distribución
Abies pinsapo Boiss.	ROND	*Lithodora fruticosa* (L.) Griseb.	WMED
Adenocarpus telonensis (Loisel.) DC.	WMED	*Lonicera etrusca* G. Santi	CMED
Anagyris phoetida L.	MIRT	*Lonicera implexa* Aiton	WMED
Anthyllis cytisoides L.	WMED	*Micromeria graeca* (L.) Bentham ex Richenb.	WMED
Arbutus unedo L.	MEUR	*Myrtus communis* L.	MIRT
Arenaria arundana Gallego	BETI	*Nerium oleander* L.	CMED
Asparragus acutifolius L.	CMED	*Olea europaea* L. (Miller) Lehr.	CMED
Biscutella frutescens Cosson	BEMA	*Ononis speciosa* Lag.	IBMA
Bupleurum gibraltaricum Lam.	IBMA	*Osyris alba* L.	CMED
Bupleurum spinosum Gouan	IBMA	*Phillyrea angustifolia* L.	CMED
Ceratonia siliqua L.	CMED	*Phillyrea latifolia* L.	CMED
Chamaerops humilis L.	WMED	*Phlomis purpurea* L.	WMED
Cistus albidus L.	WMED	*Phlomis* × *composita* Pau	BETI
Cistus crispus L.	WMED	*Pistacia lentiscus* L.	CMED
Cistus ladanifer L.	WMED	*Pistacia terebinthus* L.	CMED
Cistus salvifolius L.	MIRT	*Quercus coccifera* L.	CMED
Clematis cirrhosa L.	CMED	*Quercus faginea* Lam.	WMED
Clematis flammula L.	CMED	*Quercus rotundifolia* Lam.	CMED
Clematis vitalva L.	CMED	*Quercus suber* L.	WMED
Colutea atlantica Browicz	IBER	*Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss.	WMED
Crataegus monogyna Jacq.	WMED	*Rhamnus lycioides* L. subsp. *oleoides* (L.) Jahandiez & Maire	CMED
Cytisus baeticus (Webb) Steudel	BEMA	*Rosa micrantha* Borrer ex Sm.	MIRT
Daphne gnidium L.	CMED	*Rubia peregrina* L.	CMED
Dittrichia viscosa (L.) Greuter	CMED	*Rubus ulmifolius* Schott	MEUR
Dorycnium hirsutum (L.) Ser. in DC.	CMED	*Ruscus aculeatus* L.	MEUR
Erica arborea L.	WMED	*Ruta montana* (L.) L.	WMED
Fumana scoparia Pumel	CMED	*Santolina chamaecyparissus* L. subsp. *chamaecyparissus*	WMED
Globularia alypum L.	CMED	*Smilax aspera* L. var. *aspera*	MIRT
Halimium atriplicifolium (Lam.) Spach	IBER	*Staehelina dubia* L.	WMED
Hedera helix L.	MEUR	*Tamus communis* L.	MIRT
Helianthemum origanifolium (Lam.) Pers.	IBMA	*Teucrium fruticans* L.	WMED
Helichrysum italicum (Roth) G. Don Fil. subsp. *serotinum* (Boiss.) P. Fourn.	WMED	*Teucrium capitatum* L.	CMED
Jasminum fruticans L.	CMED	*Teucrium lusitanicum* Schreber	IBMA
Juniperus oxycedrus L. subsp. *oxycedrus*	CMED	*Thymus mastichina* L.	WMED
Juniperus phoenicia L. subsp. *phoenicea*	CMED	*Ulex baeticus* Boiss.	BETI
Lavandula lanata Boiss.	BETI	*Viburnum tinus* L.	WMED
Lavandula stoechas L.	CMED	*Vinca difformis* Pourret	WMED

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson entre la altitud de la zona muestreada y tipos corológicos

	Altitud			Altitud	
	Número	% cobertura		Número	% cobertura
Endemismo restr.	0,22**	0,21*	CMED	– 0,34***	– 0,10ns
Endemismo	0,18*	0,21*	MIRT	– 0,40***	– 0,30***
WMED	– 0,42***	0,01ns	MEUR	0,04ns	– 0,16(*)

Significación: ***P < 0,001; **P < 0,01; *P <0,05; (*)P < 0,1; ns = no significativo

una disminución significativa del resto de tipos corológicos. En cuanto a la cobertura, ésta aumentó en los elementos endémicos y disminuyó en el tipo MIRT, sin que se apreciaran variaciones significativas en el resto de los grupos. En matorrales de suelos básicos cultivados/incendiados, al ascender en altitud, los elementos endémicos aumentaron en número y cobertura, y las especies WMED disminuyeron en cobertura, no exis-

Tabla 3. Coeficiente de correlación de Pearson entre altitud y tipos corológicos (B, básico; A, ácido; R, roza; C, cultivado/incendiado)

Número	End r	END	WMED	CMED	MIRT	MEUR
B/R	0,69***	0,63**	– 0,39*	– 0,37*	– 0,40*	0,33*
B/C	0,41*	0,34*	– 0,22 ns	– 0,25 ns	– 0,28 ns	0,10 ns
A/R	– 0,04 ns	– 0,03 ns	– 0,39*	– 0,24 ns	– 0,25 ns	– 0,10 ns
A/C	0,18 ns	0,26 ns	– 0,37*	– 0,46**	– 0,57***	– 0,32 (*)
% Cobertura						
B/R	0,49**	0,42*	– 0,26 ns	– 0,11 ns	– 0,43**	– 0,21 ns
B/C	0,41**	0,43**	– 0,27*	0,16 ns	– 0,27 ns	0,01 ns
A/R	– 0,16 ns	– 0,16 ns	0,07 ns	0,10 ns	– 0,34 (*)	0,03 ns
A/C	0,22 ns	0,28 ns	– 0,21 ns	0,05 ns	– 0,29 (*)	– 0,10 ns

Significación: ***P <0,001; **P <0,01; *P <0,05; (*)P <0,1; ns = no significativo

Tabla 4. Valores medios del número de especies y del porcentaje de cobertura de cada tipo corológico de los cuatro casos considerados (valor ± medio desviación típica) según el tipo de perturbación del matorral y pH del suelo

	pH			
	Número		% Cobertura	
Tipo de perturbación	Básico	Ácido	Básico	Ácido
Rozas	n = 37	n = 28		
Endemismo restr.	1,76 ± 1,06	0,82 ± 0,55	15,25 ± 16,46	6,22 ± 8,26
Endemismo	2,65 ± 1,58	0,86 ± 0,59	19,45 ± 19,67	6,25 ± 8,27
WMED	3,84 ± 1,68	5,18 ± 1,63	15,63 ± 10,17	37,05 ± 14,42
CMED	6,92 ± 1,86	5,46 ± 1,43	57,61 ± 18,95	46,99 ± 20,70
MIRT	1,14 ± 1,06	1,04 ± 0,58	3,64 ± 5,64	4,96 ± 5,85
MEUR	0,70 ± 0,78	0,46 ± 0,64	3,68 ± 5,31	4,73 ± 5,94
Cultivo/Incendio	n = 37	n = 35		
Endemismo restr.	1,62 ± 0,86	1,00 ± 0,97	31,79 ± 25,01	15,64 ± 17,55
Endemismo	2,38 ± 1,48	1,17 ± 1,29	35,68 ± 26,07	17,02 ± 19,10
WMED	3,70 ± 1,39	3,66 ± 1,37	43,33 ± 28,91	53,45 ± 24,98
CMED	3,86 ± 2,08	2,66 ± 1,75	19,29 ± 17,11	27,19 ± 24,55
MIRT	0,51 ± 0,51	0,43 ± 0,50	0,92 ± 1,48	2,11 ± 2,75
MEUR	0,05 ± 0,23	0,06 ± 0,24	0,77 ± 2,95	0,23 ± 0,86

tiendo variaciones significativas en el resto. En matorrales sobre suelos ácidos no se detectaron variaciones significativas en cobertura, pero sí en número de especies: en los rozados se apreció una disminución significativa del tipo WMED, mientras que en los cultivados/incendiados fueron los tipos WMED, CMED y MIRT los que disminuyeron significativamente.

La Tabla 4 muestra el espectro de distribución de número y cobertura de las 74 especies leñosas inventariadas.

Los resultados de los ANCOVAS para el número y cobertura de cada tipo corológico se muestran en las Tablas 5 y 6. En ningún tipo corológico existió interacción significativa entre los factores, es decir, no se da ninguna relación especial entre los dos niveles de pH y los de perturbación. Los resultados de las pruebas son válidos para todo el rango de altitud considerado (test de homogeneidad de pendientes).

PH del suelo

Independientemente del tipo de perturbación, el número de especies endémicas y circunmediterráneas fue significativamente mayor en matorrales de suelos básicos, siendo significativamente más numerosas las especies del mediterráneo occidental en los matorrales de suelos ácidos. No existieron diferencias significativas en el número de especies de amplia distribución (MEUR y MIRT). La cobertura de especies endémicas fue mayor en matorrales sobre suelos básicos. Los elementos del mediterráneo occidental sin embargo presentaron una mayor cobertura en matorrales ácidos. En cuanto a los elementos circunmediterráneos no se detectaron dife-

Tabla 5. Análisis de la covarianza de dos vías (ANCOVA) para establecer si existen diferencias significativas en el espectro de distribución de las especies según los factores *perturbación* y *pH,* a lo largo de todo el rango de altitud estudiado (covarianza)

	Perturbación	PH	Interacción perturbación pH	Homogeneidad de pendiente
Endem. restr.	F(1,132) = 1,03ns	F(1,132) = 41,28***	F(1,132) = 0,45ns	F(1,131) = 1,64ns
Endemismo	F(1,132) = 1,20ns	F(1,132) = 65,96***	F(1,132) = 0,10ns	F(1,131) = 1,65ns
WMED	F(1,132) = 3,85(*)	F(1,132) = 14,25***	F(1,132) = 1,78ns	F(1,131) = 0,11ns
CMED	F(1,132) = 72,57***	F(1,132) = 8,33**	F(1,132) = 0,81ns	F(1,131) = 0,22ns
MIRT	F(1,132) = 15,78***	F(1,132) = 0,88ns	F(1,132) = 0,74ns	F(1,131) = 1,81ns
MEUR	F(1,132) = 41,28***	F(1,132) = 2,97(*)	F(1,132) = 0,53ns	F(1,131) = 3,30(*)
MEUR+MIRT	F(1,132) = 41,72***	F(1,132) = 0,03ns	F(1,132) = 1,00ns	F(1,131) = 0,00ns

Significación: ***P <0,001; **P <0,01; *P <0,05; (*)P <0,1; ns = no significativo

Tabla 6. Análisis de la covarianza de dos vías (ANCOVA) para establecer si existen diferencias significativas entre las coberturas de los distintos elementos biogeográficos según los factores *perturbación* y *pH,* a lo largo de todo el rango de altitud estudiado (covarianza)

	Perturbación	PH	Interacción perturbación pH	Homogeneidad de pendiente
Endem. restr.	F(1,132) = 5,87*	F(1,132) = 25,27***	F(1,132) = 2,93*	F(1,131) = 0,35ns
Endemismo	F(1,132) = 5,78*	F(1,132) = 33,56***	F(1,132) = 1,60ns	F(1,131) = 0,25ns
WMED	F(1,132) = 44,89***	F(1,132) = 33,49***	F(1,132) = 2,42ns	F(1,131) = 0,00ns
CMED	F(1,132) = 61,59***	F(1,132) = 0,00ns	F(1,132) = 3,59(*)	F(1,131) = 0,03ns
MIRT	F(1,132) = 10,06**	F(1,132) = 9,28**	F(1,132) = 0,39ns	F(1,131) = 0,72ns
MEUR	F(1,132) = 37,43***	F(1,132) = 0,17ns	F(1,132) = 0,24ns	F(1,131) = 0,36ns
MEUR+MIRT	F(1,132) = 30,73***	F(1,132) = 5,46*	F(1,132) = 0,01ns	F(1,131) = 0,94ns

Significación: ***P <0,001; **P <0,01; *P <0,05; (*)P <0,1; ns = no significativo

rencias significativas en los valores de cobertura. Considerados conjuntamente, los elementos de más amplia distribución (MEUR y MIRT) fueron significativamente más abundantes sobre suelos ácidos. Estas diferencias se deben a los elementos mediterráneo-iranoturánicos, principalmente *Cistus salvifolius,* cuya representación sobre matorrales de suelos ácidos fue mayor.

Tipo de perturbación

Independientemente del pH del suelo no se detectaron diferencias significativas en el número de especies de distribución más restringida (Endémicos y WMED) entre los matorrales rozados y los cultivados/incendiados. Sin embargo, el número de especies de amplia distribución (CMED, MIRT, MEUR) fue significativamente mayor en matorrales que sólo han sido rozados. Como máximo se inventarió una especie MIRT en parcelas cultivadas/incendiadas, que pudo ser *Anagyris phoetida, Rosa micrantha* o, sobre todo, *Cistus salvifolius.* De igual manera, en las parcelas cultivadas/incendiadas se observó un máximo de una especie MEUR, ya fuera *Arbutus unedo, Rubus ulmifolius* o *Hedera helix.* El tipo de perturbación afectó a la cobertura relativa de todos los elementos biogeográficos, siendo significativamente mayor el porcentaje de cobertura de endemismos en matorrales desarrollados en zonas cultivadas/incendiadas (debido fundamentalmente al incremento que experimentan especies como *Ulex baeticus* y, en menor medida, *Lavandula lanata* y *Halimium atriplicifolium).* Los elementos de distribución WMED tuvieron una mayor cobertura en matorrales cultivados/incendiados, al contrario que los elementos de distribución más amplia (CMED, MIRT, MEUR), que fueron menos abundantes en estos matorrales.

Discusión

Los resultados muestran que existen diferencias en el patrón biogeográfico de las comunidades en función del pH del suelo, altitud y tipo de perturbación humana (Gallego Fernández, 2003; Gallego Fernández & García Novo, 2003).

Todos los táxones registrados son típicamente mediterráneos, con una contribución muy importante, 18,95% del total, de los táxones endémicos. La pre-

sencia de especies endémicas no sólo está asociada a factores geográficos como la altitud, sino que también está directamente relacionada con el pH del suelo y la perturbación humana. El número y cobertura de especies endémicas en matorrales desarrollados sobre suelos básicos es mayor que en suelos ácidos, y alcanza los valores máximos en las zonas de pH cercanos a 8, sobre dolomías. El elemento endémico más importante, tanto en suelos básicos como ácidos, es el Bético, de distribución más restringida, con especies como *Ulex baeticus, Lavandula lanata* y *Phlomis* × *composita,* seguido del formado por especies de distribución Ibero-Mauritánicas como *Helianthemum origanifolium, Ononis speciosa, Bupleurum gibraltaricum, B. spinosum* y *Teucrium lusitanicum,* prácticamente inexistentes sobre suelos ácidos. El tipo de perturbación no afecta al número total de endemismos de las comunidades de matorral, aunque la cobertura de los elementos endémicos aumenta con la perturbación. En las antiguas zonas de cultivos o incendiadas, el incremento en cobertura de una única especie, *Ulex baeticus,* es responsable en todos los casos de la importante contribución del elemento endémico a la cobertura de la vegetación, que dobla su abundancia relativa tanto en comunidades de suelos ácidos como básicos.

Si consideramos sólo el número de especies de cada elemento biogeográfico, el tipo de sustrato no afecta a las especies de distribución más amplia (MIRT y MEUR), siendo sin embargo determinante en la abundancia del resto de los componentes. En suelos básicos no sólo hay más elementos endémicos, sino también un mayor número de especies de distribución circunmediterránea (CMED). En cambio, en matorrales de suelos ácidos el número de especies del mediterráneo occidental (WMED) es mayor.

Si bien el tipo de perturbación no afecta al número de especies del mediterráneo occidental (WMED), en matorrales desarrollados sobre antiguas zonas cultivadas/incendiadas este tipo corológico experimenta un importante aumento de su cobertura relativa, llegando en matorrales básicos a triplicar su abundancia. Las especies responsables de este aumento son principalmente *Cistus albidus* y *Phlomis purpurea.* Por el contrario, la abundancia en número y cobertura de especies de más amplia distribución (CMED, MIRT y MEUR) es menor en matorrales desarrollados en antiguas zonas cultivadas/incendiadas, llegando ser prácticamente nula su contribución a la vegetación.

La mayor cobertura de especies de distribución más estrecha (endemismos y WMED) en las zonas más perturbadas sugiere que este grupo está formado principalmente por especies que se ven favorecidas por dichas perturbaciones (Gallego Fernández & al., 2004). La mayor parte de estas especies muestran frente a la perturbación una estrategia germinadora (endémicas: 2 rebrotadoras/12 germinadoras; WMED: 8 rebrotadoras/15 germinadoras). Estas especies son las primeras en recolonizar espacios en los que la vegetación ha sido eliminada tras perturbaciones severas como la roturación para el cultivo o incendios frecuentes, ya que parecen adaptadas a procesos de sucesión secundaria tras una perturbación en la que se haya eliminado cualquier individuo o propágulo de la vegetación preexistente (Tatoni & Roche, 1994; Gallego Fernández & al., 2004). En las zonas donde la perturbación fue menor, como la roza, son las especies de más amplia distribución las que presentan mayor número y cobertura. Estas especies tienen predominantemente una estrategia rebrotadora frente a la perturbación (CMED: 20 rebrotadoras/7 germinadoras; MIRT: 4 rebrotadoras/2 germinadoras; MEUR: 4 rebrotadoras/0 germinadoras) (Tatoni & Roche, 1994; Gallego Fernández & al., 2004).

La influencia de la altitud sobre la composición y abundancia de especies es un hecho aceptado (Brown, 1988) y puesto de manifiesto para los matorrales del sur de España por Arroyo & Marañón (1990). En el presente trabajo se muestra que, efectivamente, la variación de altitud está relacionada con un cambio en el espectro de distribución de especies. Sin embargo, al considerar todas las comunidades muestreadas, la correlaciones obtenidas son muy bajas. Esto se puede deber a que la muestra seleccionada es muy heterogénea y se producen interferencias por otros dos factores ambientales cuya importancia ya ha sido puesta de manifiesto, el pH del suelo y el tipo de perturbación. La variación más relevante se ha detectado en el aumento del elemento endémico al ascender en altitud, si bien esto sólo se observa en matorrales desarrollados sobre suelos básicos, ya que en los de suelos ácidos la variación no es significativa, seguramente debido a la escasa representación del elemento endémico en este tipo de matorrales.

Agradecimientos

Agradezco a Fernando Ojeda y Rocío Fernández Alés la revisión de una versión previa del artículo.

Referencias bibliográficas

Aparicio, A. 1985. *Estudio florístico de la Serranía de Grazalema.* Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Aparicio, A. & Silvestre, S. 1987. *Flora del Parque Natural de la Sierra de Grazalema.* Junta de Andalucía. Sevilla.

Arroyo, J. & Marañón, T. 1990. Community ecology and distributional spectra of mediterranean shrublands and heathlands in Southern Spain. *Journal of Biogeography* 17: 163-176.

Brown, J.H. 1988. Species diversity. In: Myers, A.A. & Giller, P.S. (eds.), *Analytical biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions.* Chapman and Hall. London. 578 p.

Corral, L., Bellinfante, N. & Paneque, G. 1980. Estudio edafológico de la Sierra del Pinar, Grazalema (Cádiz). I. Factores ecológicos (geología, vegetación y clima). *Anales de Edafología y Agrobiología* 34: 803-811.

CSIC-IARA. 1989. *Mapa y memoria de los suelos de Andalucía.* Junta de Andalucía. Sevilla.

Gallego Fernández, J.B. 2003. Distribución de especies de matorral en suelos ácidos y básicos de la Sierra de Grazalema, sur de España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 60: 51-61.

Gallego Fernández, J.B. & García Novo, F. 1997. Shrub changes in the Sierra de Grazalema as a consequence of exploitation abandonment. *Lagascalia* 18: 599-605.

Gallego Fernández, J.B. & García Novo, F. 2004. Patrones de diversidad de matorrales mediterráneos en la Sierra de Grazalema, Cádiz. In: García Novo, F., Gómez Sal, A. & Díaz Pineda, F. (eds.) *Diversidad Biológica y Biodiversidad:* 83-94. Fundación Areces. Madrid.

Gallego Fernández, J.B., García Mora, M.R. & García Novo, F. (en prensa). Vegetation dynamics of Mediterranean shrublands in former cultural landscapes at Grazalema Mountains, South Spain. *Plant Ecology* 172(1).

IGME. 1990a. *Mapa geológico de España* (1:50.000) Olvera-1036. IGME. Madrid.

IGME. 1990b. *Mapa geológico de España* (1:50.000) Ubrique-1050. IGME. Madrid.

Kent, M. & Coker, P. 1992. *Vegetation description and analysis. A practical approach.* John Wiley & Sons Ltd.

Ojeda, F., Marañón, T. & Arroyo, J. 1995. Biodiversity components and conservation of mediterranean heathlands in Southern Spain. *Biological Conservation* 72: 61-72.

Ojeda, F., Arroyo, J. & Marañón, T. 1996. Patterns of ecological, corological and taxonomic diversity at both sides of the Gibraltar Strait. *Journal of Vegetation Science* 7: 63-72.

Ricklefs, R.E. & Schluter, D. 1993. Species diversity: regional and historical influences. In: Ricklefs, R.E. & Schluter, D. (eds.), *Species diversity in ecological communities. Historical and geographical perspectives,* pp. 350-363. The Chicago University Press. Chicago.

Rivas Martínez, S. 1983. Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa* 5: 33-43.

Rivas Martínez, S. 1988. Bioclimatología, biogeografía y series de vegetación de Andalucía Occidental. *Lagascalia* 15(extra): 91-120.

Tatoni, T. & Roche, P. 1994. Comparison of old field and forest revegetation dynamics in Provence. *Journal of Vegetation Science* 5: 295-302.

Valdés, B., Talavera, S. & Galiano, E.F. (eds.). 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental.* Ketres. Barcelona.

Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis.* 3 ed. Prentice-Hall. New Jersey.

Recibido: 12-III-2003
Aceptado: 30-I-2004