

La vegetación rupícola del Moncayo silíceo. Una aproximación basada en un Análisis Canónico de Correspondencias

Adrián Escudero (*) & Santiago Pajarón (**)

Resumen: Escudero, A. & Pajarón, S. *La vegetación rupícola del Moncayo silíceo. Una aproximación basada en un Análisis Canónico de Correspondencias.* Lazaroa 16: 105-132 (1996).

Se ha realizado un estudio florístico y ecológico de las comunidades rupícolas del Moncayo silíceo. Para ello se han inventariado sistemáticamente parcelas de vegetación, con una clara definición geomorfológica y se han considerado una serie de variables ambientales que podían tener importancia en la delimitación de los microhábitats (altitud, desarrollo edáfico, superficie, inclinación, zona de la pared, orientación, etc.). Los datos han sido tratados mediante diferentes técnicas de ordenación, tanto de gradiente indirecto (CA) como de gradiente directo (CCA) con el fin de desvelar su estructura interna, desde el punto de vista florístico, fitosociológico y ecológico, y se ha propuesto un modelo de explotación ecológica y espacial de los medios rupícolas silíceos del macizo del Moncayo. Las comunidades reconocidas han sido ocho:

- Comunidades humícolas y esciófilas de base de cantil y grandes grietas del horizonte oromediterráneo inferior.
- Comunidades graminoideas culminícolas y psicroxerófilas de las zonas más elevadas del macizo.
- Comunidades casmofíticas de los pisos supra- y oromediterráneo inferior.
- Comunidades comofíticas dominadas por crasuláceas de las repisas o zonas de baja inclinación.
- Comunidades casmofíticas de carácter transicional.
- Comunidades humícolas y esciófilas de base de cantil y grandes grietas en las zonas elevadas del macizo.
- Comunidades casmofíticas de las zonas elevadas del macizo.
- Comunidades nanofanerofíticas de grandes repisas y zonas cacuminales.

(*) Departamento de Biología Vegetal. EUIT Agrícola. Universidad Politécnica. E-28040 Madrid. España.

(**) Departamento de Biología Vegetal I. Facultad de Biología. Universidad Complutense. E-28040 Madrid. España.

Abstract: Escudero, A. & Pajarón, S. *The rupicolous vegetation of the silicicolous Moncayo. An approach based on Canonical Correspondence Analysis.* *Lazaroa* 16: 105-132 (1996).

The floristical and ecological relationships of the rupicolous vegetation of the silicicolous Moncayo have been established. An exhaustive sampling survey has been conducted covering every geomorphological feature of the mountain. The relevés were arisen following the Braun-Blanquet scheme, but completed with detailed environmental information (altitude, soil development, area, slope, cliff zone, exposure, etc). Data were analyzed through indirect (Correspondence Analysis) and direct (Canonical Correspondence Analysis) gradient techniques and the results were interpreted in floristic, phytosociological and ecological terms and, finally, lead the establishment of a rupicolous vegetation model for the silicicolous Moncayo massif. Eight communities have been recognized:

- Skiophytic communities located in the basal part of cliffs and in complex crevice systems in the low oromediterranean belt.
- Psycroserophytic and graminoid communities of the summital part of the cliffs above 1900 m.
- Chasmophytic communities in the supra- and low oromediterranean belts.
- Chomophytic communities on zones with low slope.
- Transitional chasmophytic communities.
- Skiophytic communities located in the basal part of cliffs and in complex crevice systems in the upper part of the mountain.
- Chasmophytic communities of the upper part of the mountain.
- Scrub communities.

INTRODUCCIÓN

Las dificultades que presenta el estudio de las comunidades rupícolas desde una perspectiva fitosociológica son numerosas (MEIER & BRAUN-BLANQUET, 1934; DAVIES, 1951; HEYWOOD, 1953; RIVAS-MARTÍNEZ, 1960) y hacen referencia fundamentalmente al reconocimiento de los microhábitats y la dificultad para determinar los nichos ecológicos de cada planta (PICKETT & WHITE, 1985), todo ello relacionado con la elevada heterogeneidad espacial de los medios rupestres. Por otro lado el interés biogeográfico e histórico de la flora rupícola (SNOGERUP, 1971), así como su especialización ecológica (VILLAR, 1977; MONTSERRAT, 1980) y sus adaptaciones biológicas, hacen básico su estudio para la conservación de la biodiversidad. Buena parte de la flora amenazada de la Península Ibérica se relaciona con estos medios (GÓMEZ-CAMPO, 1987). Estas premisas son las que nos han llevado a realizar un estudio sobre las comunidades saxícolas desde una perspectiva florística y ecológica (ESCUDERO, 1992; ESCUDERO & *al.*, 1994a, ESCUDERO & *al.*, 1994b; ESCUDERO & HERRERO, 1995).

En este trabajo presentamos los resultados de un estudio sobre las comunidades rupícolas del sector silíceo del Moncayo, completando, tanto florística como ecológicamente, los datos aportados por FUERTES & *al.*

(1984) y por NAVARRO (1989; 1990) sobre este tipo de comunidades, e intentando establecer un modelo sobre la explotación de los medios rupícolas silíceos.

MÉTODOS

Se han realizado 46 inventarios de parcelas de vegetación instaladas en paredes más o menos verticales de los circos glaciares del Moncayo (Cucharon, La Morca y San Gaudioso), así como de las escasas representaciones rupícolas que aparecen en el horizonte supramediterráneo de la sierra (véase PELLICER (1984) para una descripción de las características litológicas y geomorfológicas de la zona, y NAVARRO (1990) para las biogeográficas y bioclimáticas). Para evitar los problemas derivados de la heterogeneidad espacial de estos medios se inventariaron exclusivamente zonas geomorfológicamente homogéneas (repisas, grietas, zonas de acumulación, etc.). La cobertura se estimó según el esquema fitosociológico, pero antes de cualquier análisis los datos fueron transformados (WESTHOFF & VAN DER MAAREL, 1978). En cada uno de los inventarios se estimaron las siguientes variables:

- Altitud (m) en la cota inferior de la parcela.
- Orientación, en cuatro clases (N, S, E, O).
- Cobertura total de la vegetación (%).
- Inclinación (°) de la zona directamente ocupada por la vegetación.
- Superficie de la parcela.
- Suelo. Se ha utilizado una escala lineal de 5 pasos, donde 1 representa la ausencia de suelo, situación generalmente asociada a inventarios de *casmófitos* estrictos, y 5 implica un potente desarrollo edáfico, propio de zonas de acumulación. OKLAND (1990) utiliza una escala semejante.
- Zona de la pared. Los cantiles se subdividieron en cinco zonas correlativas basadas en el esquema de DAVIES (1951): la zona 5 corresponde al roquedo culminante llano; la zona 4 es la llambría culminante, donde se produce una disminución del efecto gravitacional; la zona 3 corresponde a la pared vertical; la zona 2 corresponde a la llambría basal inclinada y finalmente la zona 1 corresponde al paramento basal. Esta variable ha sido incluida en los análisis de forma cualitativa.

ANÁLISIS NUMÉRICO

Ambas matrices de datos, florística y ambiental, fueron sometidas a ordenaciones constreñidas (TER BRAAK, 1986) con una doble finalidad: análisis de gradiente directo (TER BRAAK, 1987; PALMER, 1993) y clasifica-

ción en el sentido de GAUCH & WHITTAKER (1981) (véase ESCUDERO & PAJARÓN, 1994). Para ello hemos seguido básicamente la rutina metodológica propuesta por TER BRAAK (1987). Los datos florísticos fueron examinados con un CA (Análisis de Correspondencias) para detectar inventarios desviantes (WILDI, 1989) y para medir la longitud de los gradientes florísticos (HILL & GAUCH, 1980) y discernir el modelo de respuesta (linear o unimodal) al que mejor se ajustan (TER BRAAK & PRENTICE, 1988; VETAAS, 1992).

Como han señalado OKSANEN & HUTTUNEN (1989), a veces los dos conjuntos de datos considerados, florístico y ambiental, pueden producir ordenaciones completamente diferentes, por lo que si la finalidad del estudio es descriptiva los resultados de una ordenación constreñida pueden ser francamente artificiosos. Para evitar este problema se realizó una ordenación parcial, de manera que sólo los tres primeros ejes han sido sometidos a las restricciones canónicas (TER BRAAK, 1988). Sólo cuando la información residual (vector propio del primer eje no canónico) era baja se procedió a realizar una partición sobre los diagramas de ordenación. La variable «superficie de la parcela» se introdujo en los análisis como covariable (DAVIES & TSO, 1982) para poder extraer su efecto (BORCARD & *al.*, 1992), debido a la fuerte heterogeneidad que presentaba.

Finalmente se realizó una partición sobre los planos extraídos de forma manual (GAUCH & WHITTAKER, 1981) teniendo en cuenta la posición de cada inventario en los diagramas de ordenación, sus afinidades fitosociológicas y la caracterización autoecológica de las plantas que reunía (WILDI, 1977; HEIKKILA, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número total de táxones observados fue de 82 especies y el número medio de especies por parcela fue de 11.79 ± 0.42 . Los valores resultaron inferiores a los obtenidos en parecidas condiciones para las unidades geomorfológicas calcáreas del Moncayo (en la Muela de Beratón, en 55 inventarios se anotaron 149 táxones y el valor medio por parcela fue de 13.08 táxones (ESCUDERO, 1992)). La menor riqueza florística de las paredes silíceas ya fue puesta de manifiesto por RIVAS-MARTÍNEZ (1960) al estructurar las comunidades rupícolas peninsulares.

En la Tabla 1 puede apreciarse que los comófitos son los elementos más frecuentes, destacando entre ellos *Sedum brevifolium*, que aparece en más del 70 % de los inventarios. Entre los táxones eminentemente rupícolas hay que destacar *Saxifraga willkommiana* y *S. moncayensis*, ambas con porcentajes que rondan el 40 %. También resultan frecuentes algunos elementos pasícolas oro y crioromediterráneos como *Festuca aragonensis* y *Deschampsia iberica*.

Tabla 1

Táxones con frecuencia superior al 30%.
En la primera columna aparece el porcentaje
de presencia y en la segunda la cobertura media

<i>Sedum brevifolium</i>	70.45	2.5
<i>Saxifraga willkommiana</i>	40.91	1.2
<i>Armeria microcephala</i>	40.91	0.8
<i>Polypodium vulgare</i>	40.91	1.3
<i>Saxifraga moncayensis</i>	38.64	1.5
<i>Silene elegans</i>	36.36	0.9
<i>Sedum hirsutum</i>	34.09	1.2
<i>Cerastium arvense</i>	34.09	0.8
<i>Deschampsia iberica</i>	34.09	1.0
<i>Festuca aragonensis</i>	30.64	1.6

RESULTADOS NUMÉRICOS

La longitud de los gradientes extraídos en el CA inicial recomendaba la utilización de técnicas que no asumieran modelos lineares. La inspección de los diagramas de ordenación permitió detectar un inventario claramente desviante, por lo que tras retirarlo se procedió a repetir el análisis (ordenaciones iterativas, cf. PEET, 1980; BRIDGEWATER, 1989). En este segundo CA (45 parcelas) los ejes extraídos eran algo menores (Tabla 2, CA'). En cualquier caso los vectores propios de cada eje acumulaban una cantidad de información similar (Tabla 3). Lógicamente el porcentaje de la varianza explicada aumentó ligeramente en este segundo CA (Tabla 4), puesto que la suma total de vectores (inercia) se había reducido. La correlación ejes-variables en este último CA es muy elevada (Tabla 5).

Tras esta inspección previa de los datos se procedió a realizar un CCA' (Canonical Correspondence Analysis) con las 45 parcelas. Los resultados del mismo parecen corroborar las restricciones impuestas por este tipo de análisis: se produce una reducción de los gradientes extraídos, en este caso poco significativa (Tabla 2) y un aumento de la correlación ejes-variables (Tabla 5), debido a que los ejes extraídos son combinaciones lineares de las variables consideradas. La información residual es muy baja, como prueba el hecho de que el vector propio del primer eje no canónico es igual al del primero canónico, (TER BRAAK, 1987), de manera que podemos confirmar que la adecuación entre los datos ambientales y florísticos es muy elevada (Tabla 3).

La interpretación de los ejes canónicos extraídos no resulta demasiado compleja (Tabla 6). El eje 1 parece relacionarse con la estructura geomorfológica, de manera que sitúa en su zona negativa las parcelas situadas a

Tabla 2
Longitud de los ejes medido en unidades
de desviación standar

	I	II	III
CA	5.88	5.98	3.97
CA'	4.38	5.14	4.04
CCA'	4.01	5.14	4.35

Tabla 3
Vectores directores obtenidos en la extracción de los
primeros ejes para cada una de las ordenaciones realiza-
das. CA' y CCA' corresponden a los resultados obteni-
dos en los análisis definitivos (ver texto)

	L1	L2	L3	L4
CA	0.59	0.52	0.45	
CA'	0.58	0.45	0.40	
CCA'	0.39	0.30	0.22	0.39

Tabla 4
Porcentajes de la varianza inicial absorbida
por cada uno de los ejes extraídos

	I	II	III
CA	20	31.7	40.9
CA'	20.3	33.7	39.1
CCA'	25	44.1	57.7

Tabla 5
Correlación especies-variables ambientales
en los ejes extraídos

	I	II	III
CA	0.75	0.61	0.58
CA'	0.74	0.68	0.46
CCA'	0.93	0.91	0.86

Tabla 6

A: Coeficientes canónicos del CCA'; B: Coeficientes de correlación «inter-set»
(sólo se indican las de valor absoluto mayor de 0.35)

	A			B		
	I	II	III	I	II	III
Altitud	-0.53	-0.37	0.19	-0.65	-0.51	*
Cobertura total	0.43	-0.45	-0.18	*	-0.49	*
Inclinación	0.24	-0.26	0.38	0.47	0.53	0.50
Suelo	0.10	0.13	0.18	*	*	*
Pared 5	-0.34	0.23	0.11	-0.53	*	*
Norte (N)	-0.58	-0.16	0.44	*	*	0.50
Sur (S)	0.27	-0.33	-0.36	*	*	-0.40

mayor altitud, generalmente en zona 5 de la pared y por consiguiente con valores muy bajos de inclinación. El eje 2 se relaciona vagamente con la estructura interna de la vegetación al aislar en su zona negativa las parcelas con mayor cobertura. Finalmente el eje 3 parece responder a factores topográficos, en los que la orientación y la cobertura son determinantes.

ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES

Sobre los diagramas de ordenación (partición manual) se han identificado los 8 grupos de parcelas que se describen a continuación.

Grupo A (Tabla A):

Se trata de uno de los grupos de más fácil identificación en los diagramas de ordenación (Fig. 1), por situarse a favor de los valores positivos del eje I. La Tabla recoge una serie de inventarios ricos en plantas de vocación húmica, realizados en las zonas bajas de las paredes (zonas 1 y 2), generalmente en el fondo de grietas de gran desarrollo, lo cual favorece un notable desarrollo edáfico (Fig. 2). Los inventarios fueron levantados a una altitud relativamente baja, aunque a veces aparecen en cotas más elevadas debido a modificaciones locales favorecidas por orientaciones soleadas. Esta nítida definición ecológica encuentra claro reflejo en los diagramas de ordenación.

Sin embargo, florísticamente la definición no es tan sencilla, aunque destaca la abundancia de pteridófitos (*Polystichum aculeatum*, *Asplenium adiantum-nigrum* y *Polypodium vulgare*). Los acusados requerimientos hídri-

Tabla A

Número de inventario	231	461	244	228	
Altitud ($\times 10$)	180	190	168	185	
Superficie (m ²)	2	4	3	1	
Cobertura (%)	80	70	80	70	
Inclinación (°)	45	30	65	10	
Suelo	5	5	4	5	
Zona de la pared	1	2	2	3	
Orientación	S	S	E	S	
Número de especies por inventario	7	13	9	13	
<i>Polypodium vulgare</i>	7	5	5	5	V
<i>Poa nemoralis</i>	7	3	5	3	V
<i>Teucrium scorodonia</i>	.	7	7	1	IV
<i>Polystichum aculeatum</i>	5	.	7	1	IV
<i>Asplenium septentrionale</i>	.	3	1	.	III
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	.	3	.	1	III
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	1	.	.	5	III
<i>Geranium robertianum</i>	8	1	.	.	III
<i>Saxifraga moncayensis</i>	1	.	3	7	IV
<i>Armeria microcephala</i>	.	1	.	.	II
<i>Sedum hirsutum</i>	.	.	1	.	II
<i>Veronica fruticans</i>	.	1	.	.	II
<i>Rubus idaeus</i>	.	3	5	.	III
<i>Asplenium trichomanes</i>	.	.	.	5	II
<i>Viola montcaunica</i>	.	.	.	3	II
<i>Arrhenatherum bulbosum</i>	.	.	.	5	II
<i>Umbilicus rupestris</i>	.	.	.	5	II
<i>Digitalis purpurea</i>	.	.	.	1	II
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	3	.	.	II
<i>Dryopteris oreades</i>	.	5	.	.	II
<i>Sedum album</i>	.	1	.	.	II
<i>Koeleria splendens</i>	1	1	.	.	III
<i>Valeriana tuberosa</i>	.	.	3	.	II

Número medio de especies por inventario: 10.25

Desviación estándar de la media: 1.702

Localidades: 231: La Morca, WM9826, 25-VII-89; 461: Cucharón, WM9727, 3-VII-91; 244: Santuario, WM9827, 25-VII-89; 228: La Morca, WM9826, 25-VII-89.

cos de la comunidad, denunciados por estos helechos, permiten la presencia constante de ciertos elementos nemorales de *Quercus-Fagetea* ocasionalmente orófilos, como *Teucrium scorodonia*, *Geranium robertianum* o *Poa nemoralis*.

Aunque la biomasa de la comunidad responde a estos elementos, también aparecen plantas rupícolas como *Saxifraga moncayensis* y *Asplenium septentrionale*, y plantas escionitrófilas como *Chaerophyllum hirsutum*. Ello

debe ser debido a que estas grietas recogen por arrastre todos los aportes, incluidos los ornitocoprófilos, presentes en la roca.

Fitosociológicamente no resulta posible, dada la exigüedad y heterogeneidad de la tabla, avanzar ninguna conclusión definitiva. Pese a la presencia de *Polystichum aculeatum* y *Saxifraga moncayensis*, parece razonable relacionar la tabla con el *Asplenietum septentrionale-billotii*, asociación carpetana de requerimientos saxícolas bastante amplios y de composición florística claramente pteridofítica, sobre todo si tenemos en cuenta la presencia de *Asplenium billotii* en el territorio (NAVARRO, 1990) y el cortejo nemoral que suele presentarse en dicha comunidad (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 1988).

Grupo B (Tabla B):

Se trata de un grupo con una gran homogeneidad florística y ecológica, aunque se pueden señalar algunas desviaciones que aparecen bien marcadas en los diagramas de ordenación (Fig. 1). La comunidad ocupa las zonas de mayor altitud en las zonas cacuminales (zona 5 de la pared), formando pastizales psicroxerófilos que se estructuran de forma heterogénea con las comunidades recogidas en el grupo F, en el límite superior de los cantiles que rodean los circos glaciares. Además, también pueden aparecer en repisas de acumulación de la zona vertical de la pared (zona 3), alternando en este caso con las comunidades del *Saxifragetum wilkommianae*, que veremos más adelante. En cualquier caso la inclinación es siempre baja, lo cual parece favorecer una edafogénesis incipiente que origina suelos muy pedregosos dadas las adversas condiciones macroclimáticas que soportan estas localidades (Fig. 2).

El número medio de especies es relativamente alto (13.2) como suele ocurrir en las comunidades cacuminales o pre-cacuminales en todas las unidades que hemos estudiado (ESCUDERO, 1992). Probablemente la atenuación del potente efecto gravitacional que sufren el resto de comunidades rupícolas es la causa de esta mayor riqueza florística. Pese a ello, la cobertura de la vegetación es muy baja, lo que debe ser consecuencia de las condiciones bioclimáticas (oromediterráneo superior y crioromediterráneo) y las dificultades para el desarrollo edáfico.

Florísticamente destaca la presencia de elementos típicos de los pastizales oro y crioromediterráneos del territorio como son *Antennaria dioica*, *Festuca aragonensis*, *Hieracium vahlii*, *Veronica fruticans*, etc. En los inventarios realizados en repisas son también muy abundantes ciertos elementos rupícolas como *Sedum brevifolium*, *Silene elegans* y *Saxifraga willkommiana*.

Fitosociológicamente se trata del *Antennario-Festucetum aragonensis* subas. *armerietosum microcephalae* (NAVARRO, 1990), comunidad climática del piso crioromediterráneo del Moncayo. En las repisas de las zonas

Tabla B

Número de inventario	474	476	475	193	198	326	
Altitud (× 10)	215	209	195	200	206	161	
Superficie (m ²)	4	3	4	2	2	2	
Cobertura (%)	50	70	60	70	50	10	
Inclinación (°)	10	15	5	5	30	5	
Suelo	1	2	2	2	3	1	
Zona de la pared	5	4	5	4	5	3	
Orientación	S	E	E	S	E	N	
Número de especies por inventario	17	12	12	15	14	9	
<i>Antennaria dioica</i>	5	3	5	3	1	1	V
<i>Festuca aragonensis</i>	7	5	7	7	5	.	V
<i>Luzula hispanica</i>	5	3	3	5	3	.	V
<i>Armeria microcephala</i>	3	3	.	3	3	.	IV
<i>Silene elegans</i>	.	1	.	3	3	1	IV
<i>Sedum brevifolium</i>	5	.	.	3	5	3	IV
<i>Jasione centralis</i>	5	.	1	5	3	.	IV
<i>Deschampsia iberica</i>	3	5	3	.	.	1	IV
<i>Veronica fruticans</i>	3	5	5	.	3	.	IV
<i>Solidago fallit-tirones</i>	1	.	1	1	1	.	IV
<i>Hieracium vahlii</i>	5	3	1	.	.	.	III
<i>Saxifraga willkommiana</i>	1	.	.	1	3	.	III
<i>Alchemilla saxatilis</i>	.	.	.	3	7	.	II
<i>Festuca costei</i>	.	.	.	.	.	3	I
<i>Hieracium amplexicaule</i>	.	.	.	3	.	.	I
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	1	.	.	I
<i>Cryptogramma crispa</i>	3	.	3	.	1	.	III
<i>Biscutella pyrenaica</i>	1	3	3	.	.	.	III
<i>Rumex angiocarpus</i>	.	.	1	.	.	.	I
<i>Juniperus alpina</i>	1	.	.	.	3	.	II
<i>Agrostis rupestris</i>	.	.	.	.	1	.	I
<i>Viola montcaunica</i>	.	.	.	1	.	.	I
<i>Saxifraga granulata</i>	1	.	.	.	.	.	I
<i>Arrhenatherum bulbosum</i>	.	.	.	.	.	1	I
<i>Scleranthus perennis</i>	3	3	.	.	.	.	II
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	.	1	I
<i>Koeleria crassipes</i>	.	.	.	.	.	3	I
<i>Cynosurus echinatus</i>	3	1	1	.	.	.	III
<i>Epilobium lanceolatum</i>	.	.	.	1	.	.	I
<i>Hieracium castellanum</i>	1	.	.	.	.	1	I

Número medio de especies por inventario: 13.17

Desviación estándar de la media: 1.138

Localidades: 474: Cucharón, WM9726, 23-VII-89; 476: S. Gaudioso, WM9726, 23-VII-89; 475: La Morca, WM9825, 24-VII-89; 193: Cucharón, WM9726, 23-VII-89; 198: Cucharón, WM9726, 23-VII-89; 326: Santuario, WM9827, 17-VI-90.

verticales los inventarios se enriquecen en *Saxifraga willkommiana* lo que, sin duda, marca una transición hacia las comunidades casmofíticas del *Saxifragetum willkommianae*. En este sentido es interesante señalar que DE LA

FUENTE (1986) y FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ (1988) comentan la entrada de elementos psicoxerófilos en repisas de paredes subverticales en el ámbito del *Saxifragetum willkommianae*.

Grupo C (Tabla C):

Recogemos en esta Tabla un nutrido grupo de inventarios realizados en situaciones marcadamente rupícolas, pero con unas notables variaciones internas en cuanto a sus requerimientos microecológicos. Se presentan desde situaciones con baja cobertura y muy poco suelo que sólo pueden explotar casmófitos muy especializados, como *Saxifraga moncayensis* y *Asplenium septentrionale*, a situaciones de poca inclinación, donde el acúmulo de suelo permite la instalación de elementos montanos de amplio espectro; del mismo modo, la disponibilidad de agua puede condicionar algunas diferencias. Ello hace que la composición florística de la Tabla sea muy heterogénea y que el número de especies por inventario varíe desde 7 a 17. El hecho de mantenerlos juntos se debe a su posición en la zona positiva del eje I (Fig. 1).

El denominador ecológico común parece ser el horizonte bioclimático en el que se desarrollan, no superando en ningún caso el piso oromediterráneo inferior (ver eje de «altitud»). Por consiguiente no se presentan en las zonas de embolsamiento de aire frío de las cubetas glaciares, las cuales se sitúan por encima de los 1800 metros. En el circo de la Morca hemos realizado inventarios de la comunidad a mayor altitud pero en orientaciones meridionales.

Desde el punto de vista florístico destaca la presencia de *Saxifraga moncayensis*, *Sedum hirsutum*, *S. brevifolium* y *Asplenium septentrionale*. También aparecen nanofanerófitos orófilos que se refugian en estas paredes.

Fitosociológicamente se corresponde con el *Alchemillo saxatilis-Saxifragetum moncayensis* descrito por FUERTES & al. (1984) de las inmediaciones del Santuario de la Virgen del Moncayo. NAVARRO (1989) consideró que dicha Tabla podía interpretarse como una variante de grietas anchas de una asociación más amplia que denominó *Sedo hirsuti-Saxifragetum moncayensis*. Posteriormente, el mismo autor (NAVARRO, 1990) reconsideró nomenclaturalmente el planteamiento y sinonimizó su asociación a la de dichas autoras, criterio que compartimos. DÍAZ-GONZÁLEZ (1989) y FERNÁNDEZ-ARECES (1989) consideran la asociación de FUERTES & al. (1984) como una subasociación del *Saxifragetum willkommianae*, alternativa difícilmente sostenible, dadas las marcadas diferencias florísticas que presentan. Por otro lado la inclusión de la asociación en *Saxifragion willkommianae* hecha por FUERTES & al. (1984) parece la solución más coherente pese a la ausencia de los elementos característicos de la alianza. NAVARRO (1990) incluyó dicha

<i>Sorbus aria</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Erysimum grandiflorum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
<i>Aconitum vulparia</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	1

Número medio de especies por inventario: 12.44

Desviación estándar de la media: 1.015

Localidades: 232: La Morca, WM9825, 25-VII-89; 235: La Morca, WM9825, 25-VII-89; 230: La Morca, WM9826, 25-VII-89; 237: Santuario, WM9827, 25-VII-89; 229: La Morca, WM9825, 25-VII-89; 469: Santuario, WM9827 20-VII-90; 470: Barranco Morana, XM0225, 15-VII-90; 326: Santuario, WM9827, 25-VII-89.

asociación en *Cheilantion hispanicae* debido a las dificultades florísticas y biogeográficas para mantener la asociación en *Saxifragion willkommiana* y la presencia de plantas como *Asplenium billotii*.

Hemos incluido en este grupo el inventario 470 claramente desviante del resto debido a la presencia de ciertos elementos calcícolas, entre los que destaca *Silene barduliensis*. Sintaxonómicamente debe corresponder a la subasociación *saxifragetosum securae*, de carácter transicional hacia las comunidades rupícolas calcícolas del *Saxifragetum securae-moncayensis*.

Grupo D (Tabla D):

Este grupo se ha identificado fundamentalmente por sus características florísticas, ya que su posición cerca del origen en los diagramas de ordenación resulta difícil de interpretar en términos ecológicos (TER BRAAK & PRENTICE, 1988). Se trata de comunidades comofíticas dominadas por crasuláceas como *Sedum brevifolium* y *Sedum hirsutum*, más un conjunto de gramíneas de amplios requerimientos ecológicos que aprovechan el liviano suelo que pueden sujetar estas plantas. Además, aparecen elementos de amplio espectro que enriquecen los inventarios aumentando la heterogeneidad de la Tabla.

La capacidad del CCA para individualizar florísticamente estos inventarios frente a los del grupo C u otros posteriores, es muy baja. Sólo la ausencia de *Saxifraga moncayensis*, *S. willkommiana* y otros elementos rupícolas permiten caracterizar este grupo.

Fitosociológicamente sólo es posible relacionar este grupo con el *Alchemillo-Saxifragetum moncayensis*, tratándose de una variante de naturaleza comofita y por consiguiente francamente empobrecida respecto a aquella. Del mismo modo los inventarios más orófilos se pueden relacionar con el *Saxifragetum willkommiana* (invents. 233 y 243). En nuestra opinión esta comunidad podría incluirse en *Sedion pyrenaici* dado su comportamiento comofítico y su riqueza en elementos crasuláceos.

Tabla D

Número de inventario	239	240	226	243	233	
Altitud ($\times 10$)	164	164	168	167	188	
Superficie (m ²)	1	3	3	2	4	
Cobertura (%)	70	60	60	40	60	
Inclinación (°)	30	70	65	50	15	
Suelo	5	3	3	3	3	
Zona de la pared	2	3	2	3	3	
Orientación	N	N	E	S	S	
Número de especies por inventario	10	9	14	12	16	
<i>Sedum brevifolium</i>	7	3	3	5	5	V
<i>Sedum hirsutum</i>	7	5	3	5	.	IV
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3	3	1	.	1	IV
<i>Festuca aragonensis</i>	.	.	5	3	5	III
<i>Festuca costei</i>	5	3	.	.	3	III
<i>Deschampsia iberica</i>	1	5	.	5	.	III
<i>Rubus idaeus</i>	.	3	7	1	.	III
<i>Poa nemoralis</i>	.	1	3	.	.	II
<i>Saxifraga willkommiana</i>	.	.	1	.	.	I
<i>Saxifraga moncayensis</i>	.	.	.	.	1	I
<i>Silene elegans</i>	.	.	.	.	1	I
<i>Polypodium vulgare</i>	.	3	5	.	.	II
<i>Alchemilla saxatilis</i>	3	.	.	.	.	I
<i>Cerastium arvense</i>	.	.	3	.	3	II
<i>Hieracium amplexicaule</i>	.	.	5	.	.	I
<i>Asplenium septentrionale</i>	.	.	.	1	.	I
<i>Hieracium glaucinum</i>	.	.	.	3	1	II
<i>Alchemilla alpina</i>	.	.	1	.	.	I
<i>Jasione centralis</i>	.	.	.	.	1	I
<i>Biscutella pyrenaica</i>	.	.	.	.	5	I
<i>Rumex angiocarpus</i>	.	.	.	3	.	I
<i>Agrostis rupestris</i>	.	.	.	1	.	I
<i>Armeria arenaria</i>	.	5	5	.	.	II
<i>Acinos alpinus</i>	1	.	.	.	3	II
<i>Umbilicus rupestris</i>	5	.	.	.	.	I
<i>Digitalis purpurea</i>	3	.	.	.	.	I
<i>Scleranthus perennis</i>	.	.	.	3	1	II
<i>Sedum album</i>	.	.	.	.	7	I
<i>Rumex scutatus</i>	.	.	.	.	3	I
<i>Poa bulbosa</i>	.	.	5	.	.	I
<i>Cytisus oromediterraneus</i>	.	.	1	.	.	I
<i>Polystichum aculeatum</i>	.	.	.	1	.	I
<i>Silene nutans</i>	.	.	.	.	5	I
<i>Thymus polytrichus</i>	.	.	.	.	5	I
<i>Erica arborea</i>	3	.	.	.	.	I

Número medio de especies por inventario: 12.20

Desviación estándar de la media: 1.281

Localidades: 239: Santuario, WM9827, 25-VII-89; 240: Santuario, WM9827, 25-VII-89; 226: La Morca, WM9826, 25-VII-89; 243: Santuario, WM9827, 25-VII-89; 233, La Morca. WM9826, 25-VII-89.

Tabla E

Número de inventario	238	331	234	
Altitud ($\times 10$)	162	165	192	
Superficie (m^2)	4	3	4	
Cobertura (%)	20	80	30	
Inclinación ($^\circ$)	75	0	80	
Suelo	2	5	3	
Zona de la pared	3	3	3	
Orientación	N	N	S	
Número de especies por inventario	13	14	9	
<i>Saxifraga moncayensis</i>	5	5	1	V
<i>Saxifraga willkommiana</i>	1	1	1	V
<i>Sedum brevifolium</i>	3	3	3	V
<i>Sedum hirsutum</i>	3	3	3	V
<i>Silene elegans</i>	3	1	3	V
<i>Hieracium amplexicaule</i>	3	3	3	V
<i>Festuca aragonensis</i>	3	3	.	IV
<i>Polypodium vulgare</i>	.	1	.	II
<i>Alchemilla saxatilis</i>	.	3	.	II
<i>Deschampsia iberica</i>	1	.	1	IV
<i>Veronica fruticans</i>	1	.	.	II
<i>Solidago fallit-tirones</i>	3	.	.	II
<i>Hieracium glaucinum</i>	.	1	.	II
<i>Ranunculus ollisiponensis</i>	.	1	.	II
<i>Alchemilla alpina</i>	1	.	.	II
<i>Cryptogramma crispa</i>	1	.	1	IV
<i>Agrostis rupestris</i>	.	3	.	II
<i>Arrhenatherum bulbosum</i>	.	1	.	II
<i>Poa bulbosa</i>	.	1	.	II
<i>Agrostis rupestris</i>	3	.	.	II
<i>Jasione centralis</i>	.	.	3	II

Número medio de especies por inventario: 12.00

Desviación estándar de la media: 1.517

Localidades: 238: Santuario, WM9827, 25-VII-89; 331: Santuario, WM9827, 17-VI-90; 234: La Morca, WM9826, 25-VII-89.

Grupo E (Tabla E):

Se trata de un grupo de muy pocos inventarios, todos realizados en condiciones de alta verticalidad y muy relacionados con los del *Alchemillo-Saxifragetum moncayensis*. Tal como se puede ver en los diagramas de ordenación, los inventarios se sitúan relativamente próximos al centroide del grupo C, marcando una cierta transición hacia la comunidad casmofítica y orófila del grupo G (*Saxifragetum willkommiana*). El contacto entre ambas comunidades rupícolas (*Alchemillo-Saxifragetum moncayensis* y *Saxifragetum willkommiana*), que fue interpretado por NAVARRO (1990) a través de la subasociación *Saxifragetum willkommiana saxifragetosum mon-*

cayensis, se revela más emparentado con la primera asociación en el análisis numérico (Fig. 1, grupos C y E). La frecuencia de plantas no culminícolas como *Sedum hirsutum* y la escasa vocación orófila de las plantas recogidas en la Tabla también parecen apoyar esta relación. La cohabitación de *Saxifraga moncayensis* y *S. willkommiana* es rara y puntual, y el híbrido entre ambas (*S. × davidis-webbii*) muy escaso (VARGAS, 1987). Los inventarios 4 y 5 de la Tabla original del *Alchemillo-Saxifragetum* (FUERTES & *al.*, 1984) deben corresponder a la subasociación ecotónica, por la presencia de *S. willkommiana* y ciertos táxones alpinos y por las altitudes de procedencia.

Grupo F (Tabla F):

Reúne una serie de inventarios realizados a bastante altitud (Fig. 2) y que están muy relacionados en los diagramas de ordenación con los del grupo G, de los que se separan fundamentalmente por del vector de cobertura (Fig. 1).

Como se comentó en el grupo A, las condiciones de humedad y la acumulación de aportes exógenos de todo tipo, propias de algunas grietas, favorecen el dominio de los elementos pteridofíticos (*Cystopteris fragilis*, *Cryptogramma crista* y *Dryopteris oreades*), pero a diferencia de lo que ocurría en aquel caso aquí faltan las plantas nemorales de vocación montana, como consecuencia de la mayor altitud.

Fitosociológicamente sólo se puede relacionar vagamente con las comunidades de grandes bloques del *Cryptogrammo crispae-Dryopteridetum oreadis*. Evidentemente las relaciones ecológicas son manifiestas, pero en este caso, la riqueza florística es mucho mayor que en los hábitats originales de la asociación (RIVAS-MARTÍNEZ & COSTA, 1970; RIVAS-MARTÍNEZ, 1977). Algunos inventarios se podrían aproximar a la asociación comofítica y supramediterránea *Sedo hirsuti-Saxifragetum continentalis* dada la presencia abundante de esta última saxifraga en algunos inventarios. Sin embargo faltan la mayoría de los elementos que son característicos de dicho sintaxon, debido a la altitud en la que hemos tomado los inventarios. En el Moncayo no hemos identificado las comunidades comofíticas del *Sedo hirsuti-Saxifragetum continentalis*, probablemente debido a la escasez de paredes en las zonas supramediterráneas. Tanto en Urbión (NAVARRO, 1986) como en la Demanda (MENDIOLA, 1983) se han localizado estas comunidades comofíticas del *Saxifragion continentalis*. Creemos que las poblaciones ibérico-moncayenses de esta planta deberían relacionarse mejor con la subas. *saxifragetosum continentalis* del *Saxifragetum willkommianae* tal como señala NAVARRO (1986) para Urbión, donde las poblaciones de esta saxifraga llegan a alcanzar la cima. Sin embargo, pese a inventariar situaciones homólogas en el Moncayo este mismo autor no comenta dicha subasociación

Tabla F

Número de inventario	192	462	463	195	196	197	
Altitud ($\times 10$)	200	197	197	202	204	204	
Superficie (m ²)	3	2	3	2	4	3	
Cobertura (%)	60	50	90	40	60	90	
Inclinación (°)	70	75	70	40	45	5	
Suelo	4	2	5	3	5	4	
Zona de la pared	3	3	4	3	3	3	
Orientación	N	S	E	N	N	N	
Número de especie por inventario	8	12	13	11	14	14	
<i>Cystopteris fragilis</i>	.	1	5	3	1	3	IV
<i>Cryptogramma crispa</i>	7	3	5	.	.	.	III
<i>Dryopteris oreades</i>	.	1	7	1	.	.	III
<i>Saxifraga continentalis</i>	.	1	3	5	.	.	III
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	5	3	3	5	IV
<i>Saxifraga willkommiana</i>	1	1	1	.	.	.	III
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	.	.	.	.	7	.	I
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	7	I
<i>Silene elegans</i>	3	.	.	3	1	3	IV
<i>Armeria microcephala</i>	1	.	.	1	1	1	IV
<i>Cerastium arvense</i>	.	3	3	3	1	5	V
<i>Alchemilla alpina</i>	3	1	3	.	1	.	III
<i>Viola montcaunica</i>	1	.	1	.	.	3	III
<i>Armeria arenaria</i>	3	.	.	.	1	3	III
<i>Saxifraga granulata</i>	.	.	.	5	5	.	III
<i>Luzula hispanica</i>	.	3	.	1	1	.	III
<i>Sedum brevifolium</i>	5	.	.	.	.	1	III
<i>Festuca aragonensis</i>	.	.	.	1	3	.	III
<i>Polypodium vulgare</i>	.	.	.	3	.	.	II
<i>Alchemilla saxatilis</i>	.	.	.	1	.	3	III
<i>Festuca costei</i>	.	.	.	.	1	3	II
<i>Deschampsia iberica</i>	.	.	7	.	.	.	I
<i>Hieracium amplexicaule</i>	.	3	.	.	.	.	I
<i>Veronica fruticans</i>	.	3	.	.	3	.	II
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	1	3	II
<i>Solidago fallit-tirones</i>	.	5	5	.	.	5	III
<i>Hieracium glaucinum</i>	.	5	.	.	.	.	I
<i>Ranunculus ollisiponensis</i>	.	.	1	.	.	.	II
<i>Digitalis purpurea</i>	.	.	1	.	.	.	I
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	1	.	.	.	.	I
<i>Cytisus oromediterraneus</i>	.	1	.	.	.	.	I
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	.	.	.	.	.	1	I

Número medio de especies por inventario: 12.0

Desviación estándar de la media: 0.79

Localidades: 192: Cucharón, WM9726, 23-VII-89; 462: Cucharón, WM9726, 3-VII-91; 463: Cucharón, WM9626, 3-VII-91; 195: Cucharón, WM9626, 23-VII-89; 196: Cucharón, WM9626, 23-VII-89; 197: Cucharón, WM9626, 23-VII-89.

en la zona (NAVARRO, 1990). Parece evidente que en el Sistema Ibérico no existe la separación altitudinal que se da en el Sistema Central entre ambas saxifragas (RIVAS-MARTÍNEZ, 1963; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 1988), aunque en este sentido hay que recordar que GONZÁLEZ-ALBO (1941) presenta inventarios guadarrámicos muy heterogéneos donde conviven ambas plantas y que permitieron a DÍAZ & *al.* (1991) describir una variante orófila del *Sedo-Saxifragetum continentalis*.

Grupo G (Tabla G):

En esta Tabla se recogen una serie de inventarios francamente rupícolas, pero cuya delimitación frente a los grupos adyacentes es bastante compleja. Es una comunidad que ocupa las paredes situadas en las cotas más elevadas (límite inferior en el piso oromediterráneo medio). La separación frente al otro grupo estrictamente casmofítico (grupo C) se realiza a través del vector de altitud (Fig. 1). En estas localidades las condiciones se hacen muy adversas y como consecuencia, disminuye el número de especies por inventario.

Desde el punto de vista florístico destaca, sobre todo, la presencia *Saxifraga willkommiana* y *Armeria microcephala*, junto a otras plantas de carácter alpino. La presencia abundante de *Alchemilla alpina* parece estar relacionada con zonas de mayor innivación en la pared, condiciones bajo las cuales la comunidad se enriquece florísticamente. Estas pequeñas variaciones locales se pueden estudiar muy bien en los diagramas de ordenación (Fig. 1 y 2). Así se puede constatar que la amplitud que presenta el grupo para las variables estudiadas es muy grande; sin embargo el componente florístico se mantiene prácticamente constante.

Fitosociológicamente corresponde al *Saxifragetum willkommianae*, aunque la presencia de algunos táxones raros o ausentes en el Sistema Central pueda marcar algunas diferencias. El inventario 473 se corresponde sin ninguna duda a lo que NAVARRO (1990) señala como *saxifragetosum moncayensis* que marcaría la transición hacia las comunidades supramediterráneas y oromediterráneas inferiores del *Alchemillo-Saxifragetum moncayensis*. Como vemos esta transición es notablemente diferente de la que recogíamos en el grupo E y mucho más puntual.

Mantenemos el epíteto de Rivas Martínez, *Saxifragetum willkommianae* (véase RIVAS-MARTÍNEZ, 1963), tal como consideran RIVAS-MARTÍNEZ & *al.* (1990) al aceptar el criterio taxonómico sobre *Saxifraga willkommiana* expuesto en RIVAS-MARTÍNEZ & *al.* (1988); y posteriormente en FERNÁNDEZ-ARECES & *al.* (1992) y pese a las correcciones sintaxonómicas propuestas de forma provisional (DE LA FUENTE, 1986), así como a la interpretación taxonómica sostenida por diferentes autores (VARGAS, 1987; VARGAS & LUCEÑO, 1988; FERNÁNDEZ-CASAS, 1988).

Tabla G

Número de inventario	471	194	472	473	466	460	245	464	465
Altitud ($\times 10$)	207	199	195	188	210	195	179	200	203
Superficie (m ²)	4	3	3	4	1	2	4	4	5
Cobertura (%)	20	80	50	60	80	70	15	50	60
Inclinación (°)	45	30	60	70	10	15	75	5	45
Suelo	2	3	2	2	4	3	1	2	1
Zona de la pared	3	3	3	3	3	5	3	5	3
Orientación	S	N	N	W	N	S	N	N	E
Número de especies por inventario	10	11	6	10	8	11	7	12	7
<i>Sedum brevifolium</i>	1	5	5	3	3	1	3	5	V
<i>Saxifraga willkommiana</i>	5	3	7	7	5	5	1	7	V
<i>Armeria microcephala</i>	3	3	1	.	5	.	1	3	IV
<i>Alchemilla saxatilis</i>	1	1	3	5	5	.	.	1	IV
<i>Poa nemoralis</i>	.	5	.	.	3	3	.	3	III
<i>Cerastium arvense</i>	1	3	.	.	3	1	.	.	III
<i>Asplenium septentrionale</i>	.	.	.	1	.	3	3	.	III
<i>Hieracium glaucinum</i>	.	.	1	1	.	3	.	.	III
<i>Hieracium amplexicaule</i>	1	.	.	.	.	.	3	3	II
<i>Saxifraga moncayensis</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	I
<i>Silene elegans</i>	.	1	.	.	3	.	.	.	I
<i>Polypodium vulgare</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	II
<i>Festuca costei</i>	.	.	.	.	.	5	1	.	II
<i>Veronica fruticans</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	I
<i>Solidago fallit-tirones</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	I
<i>Ranunculus ollisiponensis</i>	1	3	.	.	.	3	.	.	II
<i>Cryptogramma crispa</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Biscutella pyrenaica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	I
<i>Rumex angiocarpus</i>	.	.	.	.	.	1	.	1	I
<i>Juniperus alpina</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	I
<i>Agrostis rupestris</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Cystopteris fragilis</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	I
<i>Saxifraga granulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	I
<i>Acinos alpinus</i>	.	.	.	.	.	5	.	1	II
<i>Hieracium vahlii</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	I
<i>Dryopteris oreades</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	I
<i>Sedum album</i>	.	.	.	.	.	5	.	.	I
<i>Saxifraga continentalis</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	II
<i>Koeleria splendens</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	I
<i>Vaccinium myrtilus</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	I
<i>Festuca aragonensis</i>	.	5	.	.	.	.	.	.	I

Número medio de especies por inventario: 8.87

Desviación estándar de la media: 0.829

Localidades: 471: La Morca, WM9725, 24-VII-89; 472: Morca, WM9725, 24-VII-89; 473: Cucharón, WM9726, 24-VII-89; 194: Cucharón, WM9626, 23-VII-89; 466: Cucharón, WM9626, 3-VII-91; 460: Cucharón, WM9626, 3-VII-91; 245: San Gaudioso, WM9726, 25-VII-89; 464: Cucharón, WM9626, 3-VII-91; 465: Cucharón, WM9626, 3-VII-91.

Tabla H

Número de inventario	227	241	467	
Altitud ($\times 10$)	173	166	155	
Superficie (m ²)	4	2	2	
Cobertura (%)	40	60	40	
Inclinación (°)	5	0	5	
Suelo	2	3	2	
Zona de la pared	5	5	5	
Orientación	S	.	.	
Número de especies por inventario	18	14	13	
<i>Juniperus alpina</i>	3	5	7	V
<i>Cytisus oromediterraneus</i>	3	.	5	IV
<i>Sedum brevifolium</i>	5	5	5	V
<i>Festuca aragonensis</i>	1	3	1	V
<i>Silene elegans</i>	.	3	.	II
<i>Alchemilla saxatilis</i>	.	3	.	II
<i>Festuca costei</i>	.	5	.	II
<i>Sedum hirsutum</i>	3	.	.	II
<i>Cerastium arvense</i>	1	.	.	II
<i>Deschampsia iberica</i>	5	.	.	II
<i>Hieracium amplexicaule</i>	.	3	.	II
<i>Veronica fruticans</i>	.	1	.	II
<i>Solidago fallit-tirones</i>	.	1	.	II
<i>Asplenium septentrionale</i>	.	.	1	II
<i>Jasione centralis</i>	.	3	1	IV
<i>Antennaria dioica</i>	.	1	.	II
<i>Biscutella pyrenaica</i>	1	.	.	II
<i>Rumex angiocarpus</i>	1	5	.	IV
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3	.	.	II
<i>Acinos alpinus</i>	1	.	.	II
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	.	3	II
<i>Scleranthus perennis</i>	.	1	.	II
<i>Hieracium vahlii</i>	.	1	.	II
<i>Koeleria splendens</i>	5	.	.	II
<i>Thymus polytrichus</i>	1	.	.	II
<i>Erica arborea</i>	3	.	.	II
<i>Koeleria crassipes</i>	.	.	3	II
<i>Rhamnus saxatilis</i>	.	.	3	II
<i>Erinacea anthyllis</i>	.	.	3	II
<i>Juniperus sabina</i>	.	.	1	II
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	1	.	.	II
<i>Thymus zygis</i>	.	.	5	II
<i>Sedum tenuifolium</i>	1	.	.	II
<i>Avenula sulcata</i>	1	.	.	II
<i>Arenaria montana</i>	.	.	1	II

Número medio de especies por inventario: 15.00

Desviación estándar de la media: 1.528

Localidades: 227: La Morca, WM9826, 25-VII-89; 241: Santuario.

WM9727, 25-VII-89; 467: Añón, WM0123, 17-VI-90.

Grupo H (Tabla H):

En algunas ocasiones los enebrales climácicos del piso oromediterráneo consiguen encaramarse a estas paredes. En este grupo hemos reunido tres inventarios que se realizaron en la zona superior de los cantiles (ver centroide de zona de pared en la Fig. 1). Parecen formar una banda por detrás de las comunidades psicroxerófilas del *Antennario-Festucetum* que ocupan el borde del cantil en aquellas zonas donde se llega a desarrollar algo de suelo. Esta situación topográfica hace que se enriquezcan en elementos rupícolas.

Fitosociológicamente se corresponde con el *Vaccinio myrtilli-Juniperetum nanae* subas. *alchemilletosum saxatilis*, raza moncayense de los enebrales ibérico-sorianos pero muy relacionada con los del Sistema Central.

El inventario 467 debe adscribirse a la subas. *juniperetosum sabiniae*, que marca la transición hacia los sabinares rastreros oromediterráneos del Moncayo calcáreo, tal como denuncian la presencia de *Juniperus sabinia* y *Erinacea anthyllis*.

CONCLUSIONES

Pese a las indudables dificultades que se presentan a la hora de señalar grupos de inventarios florísticamente homogéneos, se han podido delimitar ocho grupos, los cuales se estructuran en las paredes según el siguiente patrón.

En las zonas basales de las paredes, donde la discontinuidad con la ladera suele ser muy fuerte, se encuentra normalmente una comunidad pteridofítica de grandes requerimientos hídricos y edáficos, lo cual es determinante para que la cobertura total sea muy elevada. En general parece preferir exposiciones meridionales y/o cotas relativamente bajas (Fig. 2). Por esta razón, el cortejo de elementos nemorales de *Quercus-Fagetum* está muy diversificado (Grupo A).

El reducido número de casmófitos estrictos se debe a que las situaciones inventariables no suelen ser estrictamente fisurícolas y a que los parches de vegetación se sitúan en biótotos originados por la actividad colonizadora de comófitos (*Sedum brevifolium* aparece en cerca del 75 % de los inventarios); de ahí que el desarrollo edáfico sea algo más elevado que en comunidades equivalentes de las paredes calcáreas del Moncayo (Escudero, 1992). El grupo C ocupa las cotas más bajas, no superando generalmente los 1900 m. En los circos glaciares y en las paredes que se sitúan por encima de dicho límite se localizan los inventarios recogidos en el grupo G, que ocupa segmentos ambientales más amplios en los diagramas de ordenación, probablemente como respuesta a las duras condiciones que imperan en las zonas de mayor altitud. Su separación frente al grupo anterior resulta muy patente en los diagramas de ordenación al estudiar el vector de altitud (Figs. 1 y 2). El ligero aumento de cobertura debe de ser una respuesta a la intensa

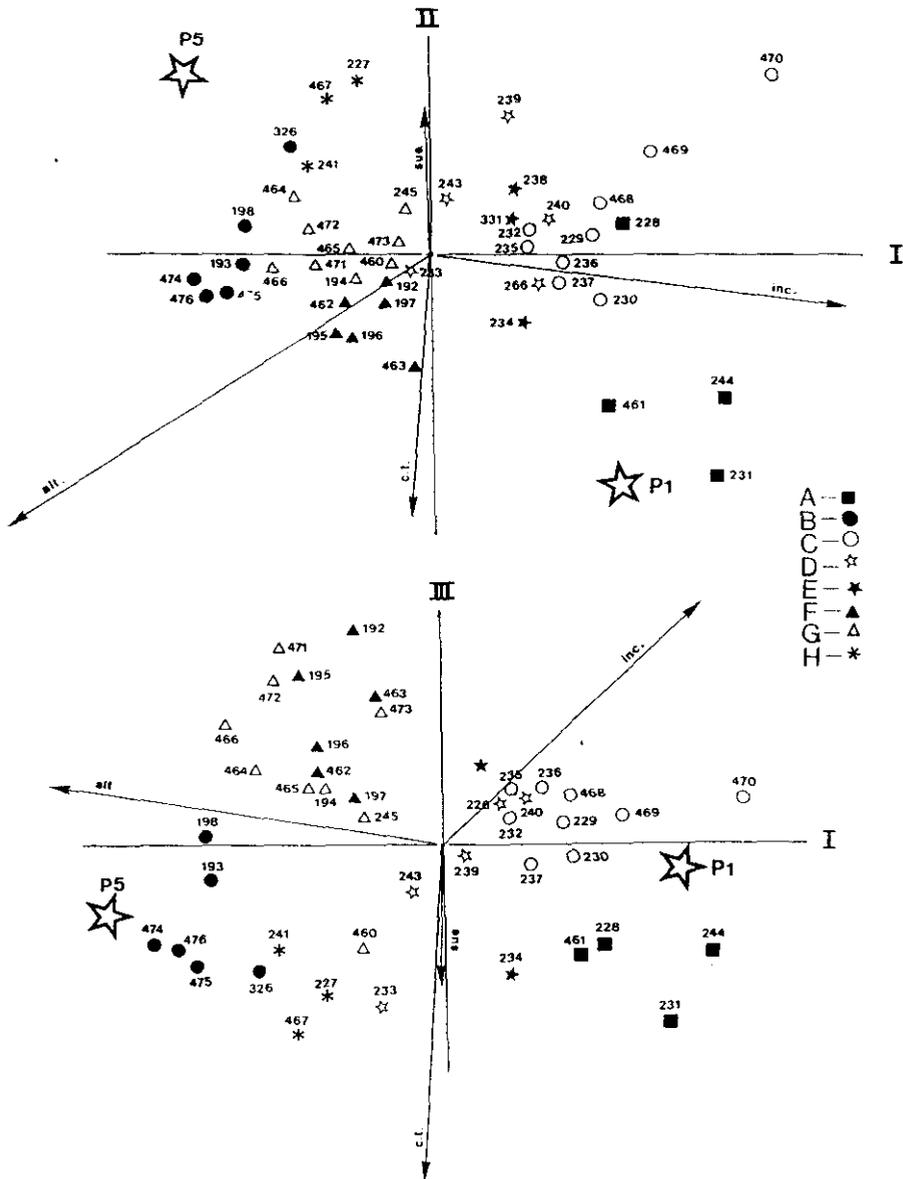


Figura 1.—Planos de ordenación del CCA'. Vectores ambientales: alt.: altitud; inc.: inclinación; sue.: desarrollo edáfico; c.t.: cobertura total. Centroides ambientales: P1: pie de la pared; P5: zona cacuminal.

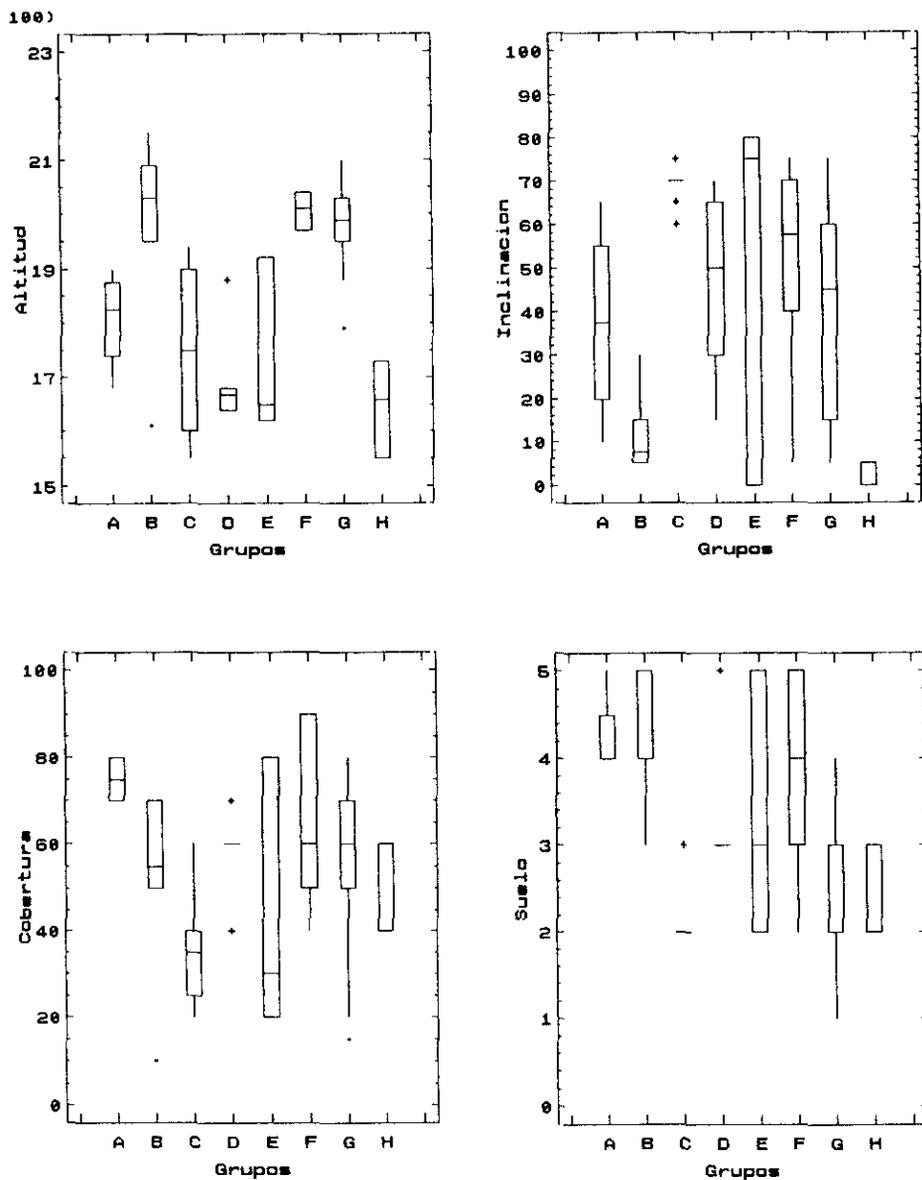


Figura 2.—Valores de cada uno de los grupos para cada una de las variables cuantitativas consideradas, altitud, inclinación, cobertura y desarrollo edáfico.

explotación de las escasas zonas favorables, menos numerosas a medida que aumenta la altitud, debido al rigor de las condiciones macroclimáticas y al descenso de situaciones estrictamente casmofíticas de baja cobertura. Por esta razón también aparecen combinaciones muy heterogéneas, ricas en casmófitos, en las zonas cacuminales (Tabla G y Fig. 2) y la separación entre las comunidades climatófilas y las rupícolas permanentes es mucho más difícil de establecer.

En contacto con este último grupo, en zonas basales de acumulación edáfica de la pared, y a veces también en grandes sistemas de fisuras de las zonas más altas de la montaña, se encuentran las comunidades pteridofíticas reunidas en el grupo F. Normalmente ocupan biótopos umbrosos y protegidos, por lo que la cobertura total y el desarrollo edáfico son elevados; se diferencian bien del grupo A por su altitud, aunque las relaciones ecológicas son evidentes. Los solapamientos con las comunidades típicamente casmofíticas llegan a ser muy intensos (plano I/III de la Fig.1).

Entre los grupos rupícolas que hemos comentado (C y G) se sitúa en una posición altitudinalmente intermedia el grupo E, con una composición florística transicional.

Finalmente, en las zonas verticales de la pared sólo resta comentar la comunidad pionera del grupo D, rica en comófitos crasuláceos y elementos graminoides. Se sitúa en repisas y rampas de escasa inclinación en las que se desarrolla un suelo liviano y superficial. Desde el punto de vista espacial alterna generalmente con las comunidades del grupo C. No suelen alcanzar cotas elevadas, por lo menos con su composición florística característica, aunque en crestones soleados superan los 2000 m y a mayor altitud pueden hallarse comunidades prácticamente monoespecíficas de *Sedum brevifolium*. Al ascender, así como en las repisas más expuestas de la zona superior de las paredes, aparecen las comunidades pascícolas psicroxerófilas incluidas en el grupo B.

Como no parece distinguirse un grupo precacuminal equivalente al de las paredes calcáreas (NAVARRO, 1990; ESCUDERO, 1992; ESCUDERO & *al.*, 1994a), cuando la pared pierde verticalidad se instala sin ninguna transición la comunidad culminícola del grupo B, que como hemos visto también puede explotar repisas de la zona más alta de la montaña. El desarrollo edáfico es muy débil y fragmentario por lo que esta comunidad ocupa de forma discontinua los bordes del cantil; dependiendo de la exposición puede descender bastante pese a la vocación crioromediterránea de muchos de sus elementos característicos.

Formando una banda más alejada de las zonas verticales de la pared aparecen los enebrales climatófilos del grupo H, los cuales en ocasiones también ocupan repisas anchas de la zona vertical de la pared. Es en estas zonas, junto con algunas grandes pedreras del macizo, donde se encuentran los enebrales oromediterráneos mejor conservados, probablemente como consecuencia de su inaccesibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Salvador Rivas-Martínez y a Federico Fernández-González la revisión exhaustiva del trabajo, ya que sus acertados comentarios han mejorado notablemente el resultado final. Este agradecimiento también los queremos hacer extensivo a los evaluadores del trabajo.

ESQUEMA SINTAXONÓMICO

- JUNCETEA TRIFIDI* Hadac in Klika & Hadac 1944
Festucetalia indigestae Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1987
Minuartio-Festucion indigestae Rivas-Martínez 1963
Antemario dioicae-Festucetum aragonensis Rivas-Martínez 1967
armerietosum microcephalae Rivas-Martínez & G. Navarro in G. Navarro 1989
- PINO-JUNIPEREI* Rivas-Martínez 1964
Pino-Juniperetalia Rivas-Martínez 1964
Cytisus oromediterranei Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. Rivas-Martínez 1967
Vaccinio myrtilli-Juniperetum nanae Rivas-Martínez 1964
alchemilletosum saxatilis G. Navarro 1990
juniperetosum sabiniae G. Navarro 1990
- ASPLENIEIATRICHOMANIS* (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934) Oberdorfer 1977
Androsacetalia vandellii Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. corr. Br.-Bl. 1948
Cheilanthon hispanicae Rivas-Goday 1955
Asplenietum septentrionali-hillotii Fernández-González inéd.
Saxifragion willkommianae Rivas-Martínez 1963
Alchemillo saxatilis-Saxifragetum moncayensis Fuertes & al. 1984
Saxifragetum willkommianae Rivas-Martínez 1963
typicum
saxifragetosum continentalis G. Navarro inéd.
saxifragetosum moncayensis G. Navarro 1990
- THLASPIETEA ROTUNDFOLII* Br.-Bl. 1947
Polystichetalia lonchitidis Rivas-Martínez & al. 1984
Dryopteridion oreadis Rivas-Martínez 1977 nom. mut.
Cryptogrammo crispae-Dryopteridetum oreadis Rivas-Martínez in Rivas-Martínez & Costa 1970

APÉNDICE FLORÍSTICO

De forma general se ha seguido las propuestas nomenclaturales recogidas en Flora Iberica 1-4 (CASTROVIEJO & al. (eds.), 1986-1993. Madrid), o en su defecto en la Med-Checklist 1, 3 & 4 (GREUTER, BURDET & LONG (eds.), 1984-1989. Ginebra) y en Flora Europaea 1-5 (TUTIN & al. (eds.), 1964-1980. Cambridge), salvo en los táxones que se recogen a continuación.

Armeria microcephala: *A. bigerrensis* (Pau ex Vicioso & Beltrán) Rivas-Martínez subsp. *microcephala* (Willk.) Nieto-Feliner, Anales Jard. Bot. Madrid 44(2): 343. 1987.

Cytisus oromediterraneus Rivas-Martínez, T. E. Díaz, Fernández-Prieto, Loidi & Penas, Los Picos de Europa: 264. 1984.

Deschampsia iberica: *D. flexuosa* (L.) Trin subsp. *iberica* Rivas-Martínez, Anales Inst. Bot. Cavanilles 21 (1): 279. 1963.

Festuca aragonensis: *F. indigesta* Boiss. subsp. *aragonensis* (Willk.) Kerguélen

- Jasiones centralis*: *J. crispa* (Pour) Samp. subsp. *centralis* (Rivas-Martínez) Rivas-Martínez
Juniperus alpina: *Juniperus communis* L. subsp. *alpina* (Suter) Celak
Poa nemoralis: incluye *P. nemoralis* L. subsp. *glauca* (Rouy) Gaud
Saxifraga × *davidis-webbii* Vargas, *Anales Jard. Bot. Madrid* 44(2): 541. 1987.
Saxifraga willkommiana Boiss. ex Leresche in Leresche & Levier, *Deux excurs. bot.*: 189-190.1880.
Silene barduliensis: *Silene boryi* Boiss. subsp. *barduliensis* Romo, *Fol. Bot. Misc.* 3: 59. 1982.
Silene elegans: *S. ciliata* Pourr. subsp. *elegans* (Link. ex. Brot.) Rivas-Martínez, *Anales Jard. Bot. Madrid* 36: 308. 1980.
Solidago fallit-tirones: *S. virgaurea* L. subsp. *fallit-tirones* (Font Quer) Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata, *Opusc. Bot. Pharm. Complutensis* 2: 118. 1986.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borcard, D., Legendre, P. & Drapeau, P. —1992— Partialling out the spatial component of ecological variation — *Ecology* 73(3): 1045-1055.
 Bridgewater, P. B. —1989— Syntaxonomy of australian mangal, refined through iterative ordinations — *Vegetatio* 81: 159-168.
 Davies, P. H. —1951— Cliff vegetation in the eastern mediterranean — *J. Ecol.* 39: 63-72.
 Davies, P. T. & Tso. M. K. S. —1982— Procedures for reduced-rank regression — *Appl. Statist.* 31: 244-255.
 De la Fuente, V. —1986— Vegetación orófila del occidente de la provincia de Guadalajara — *Lazaroa* 8: 123-219.
 Díaz González, T. E. —1989— Biogeografía y sintaxonomía de las comunidades rupícolas (ensayo preliminar para una revisión de la clase *Asplenietea trichomanis* en la península Ibérica, Baleares y Canarias) — Comunicación, IX Jornadas de Fitosociología, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid.
 Díaz González, T., Fernández-Prieto, J. A., Fernández-González, F. & Rivas-Martínez, S. —1991— Hieracietum carpetani e Hieracium carpetani versus Saxifragetum willkommianae y Saxifragion willkommianae — *Lazaroa* 12: 386-391.
 Escudero, A. —1992— Estudio fitoecológico de las comunidades rupícolas y glerícolas del macizo del Moncayo — Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
 Escudero, A. & Pajarón, S. —1993— Numerical syntaxonomy of the *Asplenietalia petrarchae* in the Iberian Peninsula — *J. Veg. Sci.* 5(1): 205-214.
 Escudero, A., Gavilán, R. & Pajarón, S. —1994a— Saxicolous communities in the Sierra del Moncayo (Spain). A classificatory approach — *Coenoses* 9(1): 15-24.
 Escudero, A. & Herrero, A. —1995— Algunas comunidades saxícolas del Moncayo — *Lazaroa* 15: 193-204.
 Escudero, S., Pajarón, S., Herrero, A. & Alvarez-Fernández, I. —1994b— Comentarios sobre la flora rupestre del Moncayo — *Bot. Complutensis* 19: 89-108.
 Fernández-Areces, M. P. —1989— Flora y vegetación rupícola de la Cordillera Cantábrica, Montes de León y cuenca alta del río Ebro. Revisión taxonómica del género *Saxifraga* L. sección *Dactyloides* Tausch., en el norte de la Península Ibérica — Tesis doctoral, Universidad de León.
 Fernández-Areces, M. P., Díaz-González, T. E. & Pérez-Carro, F. J. —1992— Revisión del género *Saxifraga* L., sect. *Dactyloides* Tausch en el centro y norte de la Península Ibérica — *Lazaroa* 13: 49-109.
 Fernández-Casas, J. —1988— Mapa 101. In: Fernández-Casas (ed.), *Asientos para un atlas corológico de la Flora occidental*, 9 — *Fontqueria* 18: 34-37.
 Fernández-González, F. —1988— Estudio florístico y fitosociológico del valle del Paular — Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

- Fuertes, E., Mendiola, M. A. & Burgaz, A. R. --1984— Nueva comunidad de la sierra del Moncayo — *Anales Jard. Bot. Madrid* 40(2): 433-435.
- Gauch, H. G. & Whittaker, R. H. —1981— Hierarchical classification of community data — *J. Ecol.* 69: 537-557.
- Gómez-Campo, C. —1987— Libro Rojo de las especies vegetales amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares — ICONA, Madrid.
- González-Albo, J. —1941— Datos sobre la flora y fitosociología de la provincia de Madrid — *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* 38: 9-18.
- Heikkilä, H. — 1987— The vegetation and ecology of mesotrophic and eutrophic fens in western Finland — *Ann. Bot. Fenn.* 24(1): 155-176.
- Heywood, V. H. —1953— El concepto de asociación en las comunidades rupícolas — *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 11(2): 463-481.
- Hill, M. O. & Gauch, H. G. —1980— Detrended correspondence analysis: An improvement ordination technique — *Vegetatio* 42: 47-58.
- Meier, H. & Braun-Blanquet, J. —1934— Prodrôme des groupements végétaux. 2. (Classe des Asplenietales rupestres-Groupements rupicoles) — Montpellier.
- Montserrat, P. —1980— Continentalidades climáticas pirenaicas — *Publ. Centro Pirenaico Biol. Exp.* 12: 63-83.
- Mendiola, M. A. —1983— Estudio de la flora y vegetación en La Rioja (S.^o Cebollera) — CSIC-Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.
- Navarro, G. —1986— Flora y vegetación de las sierras de Urbión, Neila y Cabrejas — Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Navarro, G. —1989— Datos sobre la vegetación del Moncayo — *Turiaso* 9: 423-431.
- Navarro, G. —1990— Contribución al conocimiento de la flora del Moncayo — *Opusc. Bot. Pharm. Complutensis* 5: 5-64.
- Okland, R. H. —1990— Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia — *Sommerfeltia* suppl. 1: 9-233.
- Oksanen, J. & Huttunen, P. —1989— Finding a common ordination for several data sets by individual differences scaling — *Vegetatio* 83: 137-145.
- Palmer, M. W. —1993— Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis — *Ecology* 74: 2215-2230.
- Peet, R. K. —1980— Ordination as a tool for analysing complex data sets. *Vegetatio* 42: 171-174.
- Pellicer, F. —1984— Geomorfología de las cadenas Ibéricas entre el Jalón y el Moncayo — *Cuad. Estud. Borjanos (Zaragoza)* 11-12.
- Pickett, S. T. A. & White, P. S. —1985— The ecology of natural disturbance and patch dynamics — Academic Press, London.
- Rivas-Martínez, S. —1960— Roca, clima y comunidades rupícolas. Sinopsis de las alianzas hispanas de *Asplenietea rupestris* — *Anales Real Acad. Farm.* 26: 153-168.
- Rivas-Martínez, S. —1963— Estudio de la vegetación y flora de la Sierra de Gredos y Guadarrama — *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 21(1): 5-325.
- Rivas-Martínez, S. —1977— La vegetación de los pedregales de los Pirineos (*Thlaspietea rotundifolii*) — *Phytocoenologia* 4(1): 14-34.
- Rivas-Martínez, S., Cantó, P., Fernández-González, F., Navarro, G. & Sánchez-Mata, D. —1988— Sinopsis de la vegetación saxícola del Sistema Central — *Folia Bot. Matritensis* 6: 1-21.
- Rivas-Martínez, S. & Costa, M. —1970— El *Polytrichetum* norvegici y otras comunidades del macizo del Neuville-Pic Long (Pirineo francés) — *Trab. Dep. Bot. Fisiol. Veg.* 2:17-28.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Sánchez-Mata, D. & Pizarro, J. —1990— Vegetación de la Sierra de Guadarrama — *Itinera Geobot.* 4: 3-132.
- Snogerup, S. —1971— Evolutionary and plant geographical aspects of chasmophytic communities — In: Davis, P. H., Harper, P. C. & Hedge, I. C. (eds.), *Plant life of South-West Asia*: 157-170. Edinburgh.

- Ter Braak, C. J. F. —1986— Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis — *Ecology* 67: 1167-1179.
- Ter Braak, C. J. F. —1987— The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis — *Vegetatio* 69: 69-77.
- Ter Braak, C. J. F. —1988— CANOCO - an extension of DECORANA to analyze species-environment relationships — *Vegetatio* 75: 159-160.
- Ter Braak, C. & Prentice, I. —1988— A theory of gradient analysis — *Advances Ecol. Res.* 18: 271-317.
- Vargas, P. —1987— *Saxifraga x davidis-webbii*, híbrido nuevo y precisiones sobre la distribución de uno de sus progenitores (*S. moncayensis* D.A. Webb) — *Anales Jard. Bot. Madrid* 44(2): 540-542.
- Vargas, P. & Luceño, M. —1988— Consideraciones taxonómicas acerca de la *Saxifraga losae* Senen y sus relaciones con *S. pentadactylis* Lapeyr. — *Anales Jard. Bot. Madrid* 45(1): 121-133.
- Vetaás, O. R. —1992— Gradients in field-layer vegetation on an arid misty mountain plateau in the Sudan — *J. Veg. Sci.* 3(4): 527-534.
- Villar, L. —1977— Algunos aspectos sobre solifluxión, crioturbación, flora y vegetación — *Actas de la II reunión del grupo de Trabajo del Cuaternario* (Jaca): 130-140.
- Westhoff, W. & van der Maarel, E. —1978— The Braun Blanquet approach — In: Whittaker, R. H. (ed.), *Classification of Plant Communities*: 617-726, 2nd ed., Junk, The Hague.
- Wildi, O. —1977— Beschreibung exzentrisches Hochmoore mit Hilfe quantitativer Methoden — *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 59.
- Wildi, O. —1989— A new numerical solution to traditional phytosociological tabular classification — *Vegetatio* 81: 95-106.