

REVISIÓN SINTAXONÓMICA A NIVEL DE SUBALIANZA DEL ORDEN *HELIANTHEMETALIA GUTTATI* EN LA PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES

David PÉREZ PRIETO y Xavier FONT

RESUMEN. *Revisión sintaxonómica a nivel de subalianza del orden Helianthemetalia guttati en la Península Ibérica e Islas Baleares* A partir de 840 inventarios extraídos de la bibliografía, y mediante técnicas estadísticas multivariantes (análisis de coordenadas principales y K-means), se realiza una revisión sintaxonómica a nivel de subalianza del orden *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 (= *Tuberarietalia guttati*), en el ámbito de la península Ibérica e islas Baleares. Se propone la combinación nueva *Sedion caespitosi* (Rivas Martínez 1978) Pérez Prieto & X. Font, se describe la nueva subalianza *Evacenion carpetanae* Pérez Prieto & X. Font (para agrupar los pastizales de tendencia mesomediterránea y que pueden marcar el tránsito hacia los supramediterráneos) y se rechaza la alianza *Sedion pedicellato-andegavensis*. El orden queda así integrado por un total de cuatro alianzas: *Molineriellion laevis*, *Thero-Airion*, *Sedion caespitosi* y *Helianthemion guttati*. En esta última alianza se reconocen dos subalianzas, *Helianthemion guttati* y *Evacenion carpetanae*.

Palabras clave. Fitosociología, *Helianthemetalia guttati*, *Tuberarietalia guttati*, análisis multivariante, pastizales silicícolas.

SUMMARY. *Review to suballiance level of the order Helianthemetalia guttati in the Iberian Peninsula and Balearic Islands.* Using 840 relevés extracted of the bibliography and multivariate statistical techniques (principal coordinate analysis and K-means), a review of the order *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 (= *Tuberarietalia guttati*) is fulfilled, in the area of Iberian Peninsula and Balearic islands. In this paper we propose a new combination (*Sedion caespitosi* (Rivas Martínez 1978) Pérez Prieto & X. Font), we describe a new suballiance (*Evacenion carpetanae* Pérez Prieto & X. Font, mesomediterranean grasslands commonly acting as a transition to supramediterranean grasslands) and one alliance is rejected (*Sedion pedicellato-andegavensis*). Resulting of this, the order is composed by four alliances: *Molineriellion laevis*, *Thero-Airion*, *Sedion caespitosi* and *Helianthemion guttati*. The last one is divided in two suballiances, *Helianthemion guttati* and *Evacenion carpetanae*.

Key words. Phytosociology, *Helianthemetalia guttati*, *Tuberarietalia guttati*, multivariate analysis, acidophilous grasslands.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los suelos poco evolucionados ofrecen pocas expectativas de vida para la mayoría

de plantas. Suelen ser de textura más o menos gruesa, poco cohesionados y de poca potencia. Estos factores provocan que tengan poca capacidad de retención hídrica, y que

el agua de lluvia no pueda ser aprovechada a largo plazo por las plantas. Además, el contenido de materia orgánica también suele ser bajo. Todos estos condicionantes, sin duda restrictivos para el desarrollo de las plantas, dibujan un escenario apto únicamente para los terófitos. Este tipo de plantas son capaces de germinar y crecer con celeridad cuando las condiciones son favorables, fructificando antes que se agoten los efímeros recursos (Franquesa, 1995). Los pastizales ricos en terófitos difieren significativamente en relación a la naturaleza del suelo a partir del cual se desarrollan. Si se originan a partir de rocas tales como granitos, esquistos o pizarras, su pH será más o menos ácido, de manera que en este caso aparecerá una cohorte de plantas específicas de suelos ácidos, las llamadas especies silicícolas, acompañadas de otro grupo de plantas indiferentes a este factor (Braun-Blanquet *et al.*, 1940).

Los pastizales terófiticos silicícolas de tales características se agrupan fitosociológicamente en el orden *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 (= *Tuberarietalia guttati*). Cuando el suelo es arenoso prosperan terófitos de carácter psamófilo, constituyendo las comunidades del orden *Malcolmietalia* Rivas Goday 1958. Si el suelo es carbonatado, se desarrollarán las plantas basófilas que caracterizan al orden *Trachynietalia distachyae* Rivas-Martínez 1978. Este tipo de pastizales suelen tener carácter pionero y constituyen la etapa más temprana de la sucesión de la vegetación en los lugares donde se desarrollan. Con la estructuración del suelo, pronto aparecen hemicriptófitos que aceleran este proceso, por lo que normalmente en este tipo de comunidades no solo están presentes los terófitos, sino que también se hallan, en mayor o menor medida, caméfitos, geófitos y sobre todo hemicriptófitos (Rivas Martínez, 1978), que

pueden puntualmente llegar a ser dominantes en algunas asociaciones. Eso no implica una desaparición a largo plazo de estos pastizales de anuales, ya que pueden tener carácter permanente en los lugares donde, debido a peculiaridades edáficas, el suelo no pueda evolucionar o lo haga muy lentamente. Encontramos, pues, que estos pastizales de anuales forman mosaicos con las comunidades seriales a las que preceden (Braun-Blanquet *et al.*, 1940), ya sean éstas arbóreas, arbustivas o pratenses.

La sintaxonomía del orden *Helianthemetalia guttati* ha sufrido muchos cambios, debido a la dificultad intrínseca de tipificar este tipo de comunidades tan inestables. Entre los factores que influyen en la complejidad de estos pastizales hay que destacar, su gran riqueza florística y la amplia e irregular distribución de alguno de los taxones que los componen. También hay que señalar la tendencia a formar mosaicos con otros tipos de formaciones, tales como comunidades arbóreas (*Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950, *Querceto-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937), arbustivas (*Calluno-Ulicetea* Br.-Bl. & R. Tx. 1943, *Cytisetea scopario-striati* Rivas Martínez 1974, *Cisto-Lavanduletea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940) o pratenses (*Ammophiletea* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946, *Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949, *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946), lo que provoca numerosas introgresiones mutuas de especies. La primera propuesta de una clase de vegetación que reuniera gran parte de estos pastizales fue obra de Braun-Blanquet (*Helianthemetea annuae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952), que en principio contenía un único orden y una única alianza (*Helianthemetalia guttati* Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 y *Helianthemion guttati* Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner

1940, respectivamente). Su existencia no ha sido nunca cuestionada y la clase creada por Braun-Blanquet se ha mantenido como tal hasta nuestros días, en cambio su composición y subdivisión ha sufrido muchos cambios en la actualidad. Braun-Blanquet incluyó dentro de esta clase los pastizales dominados por anuales de afinidad estrictamente mediterránea que había descrito años atrás, con el nombre de *Helianthemion guttati*. La siguiente alianza en describirse fue el *Molineriellion laevis* Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952. Esta segunda alianza se creó para agrupar comunidades mesomediterráneas o supramediterráneas del Sistema Ibérico Central, que pueden estar caracterizadas por hemicriptófitos (algunos, endémicos de esta zona). Pese al tiempo transcurrido desde su tipificación, es una de las alianzas menos estudiadas. Su encuadre sintaxonómico ha sido muy variable, aunque sus autores originales la adscribieron al orden que estudiamos. Poco después de reconocerse la anterior alianza, Tüxen (1951) describió del sur de Suecia el *Thero-Airion*, para agrupar los pastizales terofíticos eurosiberianos o atlánticos que forman mosaicos con formaciones vivaces de la clase *Festuco-Brometea*. Por esta razón, fue inicialmente subordinada a esta clase, aunque años después Rivas Martínez (1978) la encuadraría en el orden que estudiamos aquí. La última de las alianzas en describirse fue el *Sedion pedicellato-andegavensis* Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986. Su relativa reciente creación y su localizada distribución han hecho que no dispongamos de muchos datos sobre ella. Las comunidades de esta alianza tienen en común su óptimo supramediterráneo, su escaso desarrollo vegetal y bajo recubrimiento, su comportamiento claramente pionero y la dominancia de pequeñas crasuláceas (algunas de distribución muy restringida).

Estas cuatro alianzas son en las que, según Rivas Martínez *et al.* (2002), se divide el orden *Helianthemetalia guttati* en el área de estudio. Se han descrito otras alianzas y subalianzas, que en la actualidad se consideran inválidas o sinónimas de éstas (*cf.* Rivas Martínez, 1978; Rivas Goday, 1957; Foucault, 1999; Franquesa, 1995). A nivel de subalianza, se reconocen en el *Helianthemion* dos subalianzas, la típica (*Helianthemion*) y otra propia de zonas más expuestas y dominada por crasuláceas (*Sedion caespitosi* Rivas Martínez 1978).

El objetivo del presente estudio es realizar una revisión sintaxonómica crítica de los pastizales de anuales silicícolas incluidos en el orden *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. *in* Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 de la península Ibérica e islas Baleares. Como resultado de tal revisión se pretende generar una sintaxonomía con base estadística y comparar ésta con las ya existentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha efectuado una búsqueda bibliográfica de obras, tanto publicadas como inéditas, con inventarios o información sobre los sintaxones a estudiar. El resultado de ésta ha sido la recopilación de 840 inventarios de vegetación, correspondientes a 52 asociaciones. Todos los inventarios se informatizaron mediante el módulo “Quercus” del paquete de programas “VegAna” (Cáceres *et al.*, 2003).

Como hipótesis de partida se utiliza la propuesta sintaxonómica de Rivas Martínez *et al.* (2002), por tratarse de la propuesta más reciente que abarca toda la zona de estudio. Además de las asociaciones incluidas en el orden *Helianthemetalia guttati* por el trabajo antes mencionado, se consideraron también otras asociaciones estrechamente relacionadas con las estudiadas. Se

incluyeron por su innegable similitud florística (presentan muchas especies características de *Helianthemalia* o de alguno de los sintaxones de rango inferior), y por que en la mayoría de casos, tales asociaciones fueron clasificadas originalmente dentro de *Helianthemetalia*. Son los casos de *Lino bienne-Gaudinietum fragilis* T. Franquesa 1995 y de *Agrostio-Sedetum forsterani* R. Tx. et Oberd. 1956 (clasificadas ambas por Rivas Martínez *et al.* (2002) en *Stipo-Agrostietea* Rivas Martínez, Fernández González & Loidi 1999), de *Tuberario-Brachypodietum retusi* Aubert et Loisel 1951 (clasificada en *Lygeo-Stipetea* Rivas-Martínez 1978 por Rivas Martínez *et al.*, op. cit.), de *Koelerio pyramidatae-Trifolietum molinieri* Franquesa 1995 (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949 según Rivas Martínez *et al.*, op. cit.) y de *Airo-Crassuletum tillaeae* Romo 1984 (*Polygono-Poetea* Rivas Martínez 1975 según Rivas Martínez *et al.*, op. cit.). También incluimos dos asociaciones que no aparecían en Rivas Martínez *et al.* (op. cit.), pero que fueron descritas en el orden que estudiamos y de las que poseemos inventarios ibéricos. Son *Tillaeetum muscosae* Mol. et Tallon 1950 y *Vulpio myuri-Trifolietum arvensis* Susplugas 1942.

No se han tenido en consideración las asociaciones de las que no hemos podido recopilar ningún inventario, como el *Senecioni minuti-Linarietum amethysteae* López Vélez & Alcaraz in López Vélez 1996 o el *Helianthemo guttati-Ophioglossetum lusitanici* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940. Tampoco nos ha sido posible incluir en los análisis las asociaciones descritas después del año 2001 como *Andryalo integrifoliae-Agrostietum castellanae* J. Font *et al.* 2002 y *Ornithopo isthmocarpae-Anthoxantheum ovatae* Pérez Latorre & Cabezudo in Pérez Latorre *et al.* 2002 (ambas clasificadas por sus autores

dentro de la alianza *Helianthemion*).

Un punto básico antes de emprender cualquier tipo de análisis sintético como el que presentamos aquí es resolver el problema de la nomenclatura de los taxones. Debido al gran número de autores de los inventarios recopilados, los criterios taxonómicos adoptados son muy diferentes. Para afrontar esta dificultad se elaboró una lista de todos los nombres de taxones que aparecían en los inventarios (1153 nombres). Con la ayuda de diversas floras (Bolòs & Vigo, 1985, 1990, 1995 y 2001; Castroviejo *et al.*, 1986-2001; Tutin *et al.*, 1964-1980), se procedió a la normalización taxonómica y nomenclatural.

Una vez unificada la nomenclatura, se fusionaron todas las tablas de inventarios en una sola, con el fin de poder efectuar análisis estadísticos. Previamente a ello se aplicaron una serie de filtros: eliminación de los taxones determinados a nivel supra-específico, en sentido amplio o de forma dudosa, suma de los taxones sinónimos, unión de todas las categorías infraespecíficas y suma de sus valores de recubrimiento a los taxones de rango superior (especies) y eliminación de las especies que sólo aparecían en un inventario. De esta forma, el número final de especies a analizar se redujo a 658, incluyendo características, diferenciales y compañeras.

Por último, para poder operar con los valores de abundancia de los inventarios fitosociológicos se transformaron estos índices a valores numéricos. Con tal fin se optó por la transformación combinada de van der Maarel (1979).

Para discriminar los grupos de comunidades se ha utilizado la técnica de análisis K-means (MacQueen, 1967). La utilidad de este método en la fitosociología está contrastada (Cáceres, 2005), aunque hasta la fecha no se ha usado con profusión para la clasificación de comunidades vegetales. El K-means establece una

partición (no jerárquica) en grupos o clústeres sobre el conjunto total de objetos (inventarios) de los que se dispone de una información multivariante (el recubrimiento de los taxones presentes). Se trata de un método iterativo que minimiza la dispersión interna de los grupos formados tras cada iteración (en nuestro caso, se hicieron 1200). El algoritmo se basa en el cálculo de las posiciones de los centroides de los clústeres y en la reasignación de cada objeto al clúster más cercano. Para el cálculo de la matriz de distancias de partida se utilizó la distancia de la cuerda o “Chord Distance”. Está demostrado que el uso combinado de los análisis K-means y de la distancia de la cuerda da buenos resultados, en cuanto a la clasificación de comunidades se refiere, y se generan, en general, unos grupos muy afines a los obtenidos por el método fitosociológico clásico (Cáceres, 2005).

Como la partición final depende en cierta manera de la configuración inicial de los clústeres (se puede llegar a mínimos locales), se aplicó el algoritmo “seed randomization”, que a cada iteración escoge una configuración inicial de los clústeres diferente.

Un aspecto criticable del K-means radica en que el investigador ha de establecer de partida cuantos grupos quiere que se generen. En el presente estudio se ensayaron varias combinaciones de grupos (de 2 hasta 8), y se aceptó la partición más concordante con los conocimientos fitosociológicos previos del orden y que tuviera un reflejo florístico más significativo (contrastado mediante tablas sintéticas).

Como la segregación de inventarios usando la partición correspondiente del K-means se hace para cada inventario, ha habido algunos casos en que inventarios adscritos originalmente a una misma asociación han quedado separados en dos o más alianzas. En estos casos, para clasificar

una asociación en uno u otro grupo, se recurrió al inventario tipo o si éste falta a la tabla original, debido a que algunas tablas publicadas por autores distintos a los originales resultaron estar mal determinadas. En caso de no disponer del inventario o tabla tipo, se tuvieron en cuenta los inventarios más típicos, descartando los más desviantes. Sólo en tres asociaciones (que se comentaran debidamente más adelante), la clasificación es totalmente provisional debido a tipos de problemas expuestos anteriormente.

El método matemático utilizado para visualizar los grupos generados por el K-means fue el análisis de coordenadas principales (PCoA). El PCoA permite la representación de un conjunto de datos originales en un espacio de dimensiones reducidas, perdiendo la mínima información posible. Con este fin, el algoritmo construye unas nuevas variables que tratan de recoger la máxima varianza de los datos. Escogiendo las tres variables que representan más varianza, podemos representar en un espacio tridimensional los inventarios. La separación física de los inventarios da una idea de su similaridad florística.

En los diagramas PCoA se aprecian agrupaciones de puntos (inventarios) correspondientes a diferentes sintaxones. Sin embargo, los análisis K-means han sido la única herramienta utilizada para agrupar y clasificar los inventarios. De los grupos reconocidos se realizaron tablas sintéticas para caracterizarlos florísticamente. Estas tablas proporcionan información sobre si la partición escogida para definir los sintaxones es la más adecuada en función de sus características florísticas.

Los diagramas PCoA permiten a menudo deducir el significado de cada eje (componente biogeográfico, gradiente de xerofilia, de altitud...), ya que esta información está implícita en cada especie (Valls, 2003).

RESULTADOS

La partición de K-means que se ha considerado que tiene mayor reflejo fitosociológico y base florística ha sido la de cuatro grupos. La figura 1 muestra, mediante un PCoA, la partición generada por el K-means; se representan los tres primeros ejes que explican el 14,11% de la varianza total (cifra relativamente baja, pero atribuible al tipo de comunidades estudiadas y al gran volumen de datos analizados). En esta figura se puede apreciar una gran acumulación de puntos (inventarios) en su parte central, cerca del origen de coordenadas. Este grupo está compuesto por las asociaciones de la alianza *Helianthemion guttati*, corresponden a las comunidades florísticamente peor caracterizadas. Hacia la parte superior del diagrama se diferencia claramente un grupo de puntos correspondientes a la alianza *Molineriellion laevis*. Este grupo es el mejor definido y florísticamente más separado del resto.

Hacia la parte inferior de la figura se agrupan los inventarios de la alianza *Thero-Airion*. Su nivel de diferenciación florística no es tan grande como pudiera deducirse de la figura, ya que se trata de una alianza con muy pocos taxones característicos como veremos más adelante. Los inventarios situados en el extremo de este grupo pertenecen mayoritariamente a *Susplugas* (1942), y se realizaron usando una área de estudio excesivamente grande para este tipo de comunidades (de hasta 50 m²), lo cual explica la alta presencia de taxones como *Festuca ovina* L., *Achillea millefolium* L., *Potentilla neumanniana* Rchb., *Taraxacum laevigatum* (Willd.) DC. o *Rhinanthus mediterraneus* (Sterneck) Adamovic, característicos de las formaciones vivaces entre los que se intercalan los pastizales de anuales. Otros inventarios de la misma zona del diagrama, como los de Zeller (1958) o

Romo (1989), pese a estar realizados en áreas más adecuadas, presentan igualmente una gran cantidad de taxones transgresivos, que son los que separan estos inventarios del resto de los del *Thero-Airion*.

Un cuarto grupo se identifica en el fondo del diagrama, segregado del resto mediante el tercer eje del PCoA. A este grupo pertenecen los inventarios de la subalianza *Sedion caespitosi*. Su buena caracterización florística nos hace considerar un cambio de nivel sintaxonómico, elevando este sintaxon a nivel de alianza. La llamaremos *Sedion caespitosi* (Rivas Martínez 1978) Pérez Prieto & X. Font *stat. nov.* (*Holosyntypus: Crassulo tillaeae-Sedetum caespitosi* Rivas Goday 1958, Nuevos órdenes y alianzas de *Helianthemetea annuae* Br. Bl. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 15: 582). Así pues, este grupo queda al mismo nivel sintaxonómico que los otros grupos comentados anteriormente.

En la figura 1, no se aprecia ninguna agrupación de puntos que contenga las asociaciones de la alianza *Sedion pedicellato-andegavensis* Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986, quedando éstas diseminadas indistintamente en las alianzas *Molineriellion*, *Helianthemion* y *Sedion caespitosi*. Como hemos comentado, se realizaron otros análisis K-means con un número diferente de grupos y en ningún caso se aprecian agrupadas las asociaciones de esta alianza, lo que refleja una ausencia de taxones característicos. El tipo nomenclatural del *Sedion pedicellato-andegavensis*, el *Polytricho piliferi-Sedetum pedicellati*, aparece en nuestro análisis clasificado en el grupo del *Molineriellion laevis*, por ello proponemos su sinonimización al *Molineriellion laevis*, ya que es la alianza más antigua válidamente descrita.

Una vez establecidas las alianzas del

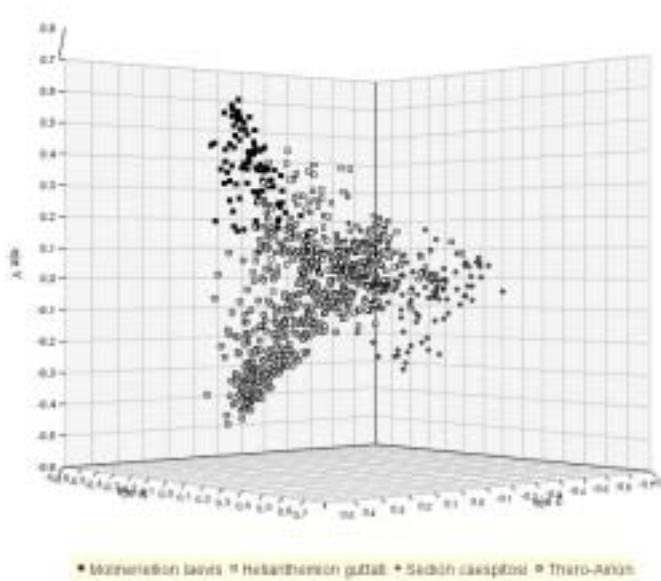


Figura 1. Análisis de Coordenadas Principales (PCoA) de todos los inventarios recopilados mostrando la partición de cuatro grupos generada por el K-means. Se representan los tres primeros ejes, que explican el 14,11% de la varianza total. *Principal Coordinate Analysis (PCoA) of the compiled relevés showing the partition of four groups generated by K-means. First three axis are represented, that explained 14,11% of total variance)*

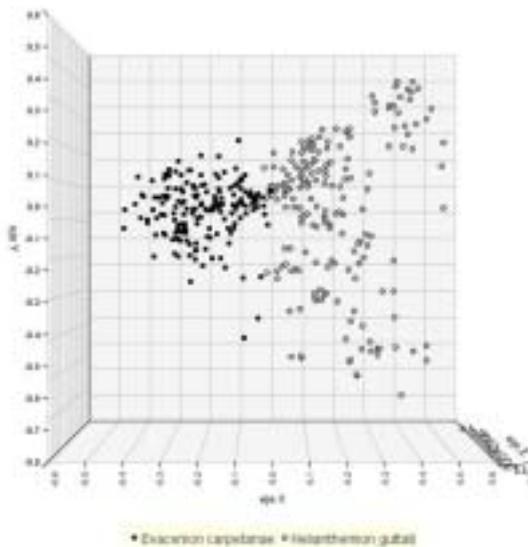


Figura 2. Análisis de Coordenadas Principales (PCoA) de los inventarios de la alianza *Helianthemion guttati* mostrando la partición de dos grupos generada por el K-means. Se representan los tres primeros ejes, que explican el 17,44% de la varianza total. *Principal Coordinate Analysis (PCoA) of the relevés of the alliance Helianthemion guttati showing the partition of two groups generated by K-means. First three axis are represented and explained 17,44% of total variance.*

orden *Helianthemetalia guttati*, se procedió a clasificar las comunidades en tales grupos. La mayoría de ellas podían ser directamente encuadrables en una u otra alianza dependiendo de su ubicación en uno u otro grupo de la partición del K-means (fig. 1). Pero como se puede apreciar en el gráfico, el límite entre las cuatro alianzas no está claramente definido ya que en este tipo de comunidades las situaciones de tránsito pueden ser relativamente frecuentes. Además, muchos inventarios carecen de un número de especies características suficiente que permita su correcto encuadre fitosociológico.

A continuación se realizaron nuevos análisis estadísticos (K-means y PCoA) para cada una de las alianzas aceptadas para ver si se podían definir subalianzas que tuvieran significado florístico, ecológico o corológico. Para las alianzas *Thero-Airion* y *Molineriellion*, no se observaron grupos bien definidos y constantes. Para el *Sedion caespitosi*, se reconocieron dos grupos de asociaciones, pero únicamente se diferenciaban por la mayor presencia de *Sedum caespitosum* (Cav.) DC. y *S. andegavense* (DC.) Desv. en el primer grupo y de *Crassula tillaea* Lest.-Garl. en el otro. Tal hecho no nos parece suficiente para reconocer subalianza alguna.

En el análisis del *Helianthemion* se observan dos grupos bien definidos (fig. 2). El más diferenciado (hacia la parte derecha de la figura) agrupa comunidades de baja altitud (entorno a los 300 m.), caracterizadas por una constancia en las especies más estrictamente mediterráneas, que corresponde al sentido más clásico de la alianza. Como contiene su asociación tipo (*Helianthemetum guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940), designamos este grupo como subalianza *Helianthemion guttati*. El otro grupo está aglomerado hacia la izquierda de la figura, y aglutina

comunidades de tipo más orófilo, más típicas de montaña media (entorno de los 1000 m). Por tal razón carece de los taxones más termófilos y se enriquece de algunos propios de mayores altitudes (pertenecientes muchas veces al *Molineriellion*). Hemos designado este grupo como subalianza *Evacenion carpetanae* Pérez Prieto & X. Font *subal. nova* (*Holosyntypus*: *Arenario conimbricensis-Airopsietum tenellae* A. Velasco 1983, De vegetazione Toletana. *Lazaroa* 4: 196).

Interpretación de los ejes. Como ya hemos comentado anteriormente, muchas veces es posible interpretar el significado de los ejes de los análisis de ordenación. En nuestro caso, el primer eje o 'x' (fig. 1) representa, de izquierda a derecha un gradiente de higrofilia-xerofilia, pasando de las comunidades del *Molineriellion* y *Thero-Airion* hacia las del *Helianthemion* y algunas del *Sedion caespitosi*. Como bien es sabido, a este gradiente también está asociado un gradiente de altitud, hecho que queda refrendado en el diagrama del PCoA, ya que un extremo (para este eje) lo ocupan inventarios del *Trisetum-Agrostietum trunculatae* Rivas Goday 1958 de Sánchez Mata (1989) realizados entorno de los 1600 m, y en el otro extremo inventarios del *Trifolio-Plantaginetum bellardii* Rivas Goday 1958 de Franquesa (1995) levantados hacia los 100. Por otro lado, el significado de los ejes Y y Z no es tan directo y claro.

DISCUSIÓN

Con la partición generada por el K-means de las cuatro alianzas y dos subalianzas, se realizó una tabla sintética de los sintaxones del orden *Helianthemetalia guttati* hasta nivel de subalianza (tabla 1). En ella se muestran los taxones considerados

característicos y diferenciales para cada sintaxon. Seguidamente comentamos cada uno de ellos:

Thero-Airion Tüxen 1951 em. Rivas Martínez 1978. En la tabla sintética se pone de manifiesto la ausencia casi absoluta de especies características del *Thero-Airion*, por lo que solo podemos caracterizar este grupo por taxones diferenciales. Algunas diferenciales, como *Veronica arvensis* L. o *Hypochoeris radicata* L., pueden considerarse indiferentes a la acidez del sustrato (por tanto presentan una ecología más amplia). Otros taxones como *Scleranthus perennis* L. o *Sedum album* L. son transgresivos de comunidades de *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955, comunidades con las que el *Thero-Airion* forma mosaicos frecuentemente. Solo *Trifolium striatum* L. y *Cerastium diffusum* Pers. son lo más parecido a especies características, pero su baja presencia en conjunto las hace poco útiles para caracterizar por sí solas esta alianza.

Esta pobreza en especies características se ha puesto también de manifiesto comparando nuestros resultados con la lista de especies características propuestas por otros autores. De los taxones característicos del *Thero-Airion* que proponen Rivas Martínez *et al.* (2002), encontramos que unos son ausentes casi por completo en nuestra tabla sintética (*Veronica dillenii* Crantz, *Silene scabriflora* Brot. subsp. *megacalycina* Talavera o *Apera interrupta* (L.) P. Beauv.) y otros no muestran preferencia alguna por el *Thero-Airion* (*Myosotis stricta* Roemer & Schultes, *Spergula morisonii* Boreau -que nosotros consideramos característica del *Molineriellion-*, *Aira caryophyllea* L. subsp. *multiculmis* (Dumort.) Bonnier & Layens y *Aira praecox* L.).

En este mismo sentido es ilustrativa la caracterización florística que hacen Tüxen

& Oberdorfer (1958) del *Thero-Airion* en la península Ibérica. Consideran características de esta alianza (eurosiberiana y atlántica en su concepción) plantas de carácter mediterráneo muchas de ellas, como *Hypochoeris glabra* L., *Filago gallica* L., *Helianthemum guttatum* (L.) Mill., *Filago minima* (Sm.) Pers., *Aira caryophyllea* L., *Scleranthus polycarpus* L., *Vulpia myuros* (L.) C.C.Gmel., *V.bromoides* (L.) Gray, *Moenchia erecta* (L.) P. Gaertn., B. Mey. & Schreb., y otras que aparecen indistintamente en inventarios de las cuatro alianzas (tab. 1). La única coincidencia con nuestros resultados es *Trifolium striatum*.

Esta pobreza en taxones característicos podría indicar que estas comunidades no tienen entidad como tal a nivel de alianza. Puede que se trate de una irradiación extrema de unos terófitos silicícolas cuyo óptimo se encuentra en latitudes más meridionales de las localidades centroeuropeas donde se estudiaron inicialmente. Este extremo ha sido apuntado también por otros autores (Foucault, 1999). Solo prosperarían en las comunidades del *Thero-Airion* centroeuropeo los taxones que en las latitudes más meridionales prosperan en situaciones microclimáticas más ombrófilas. Esto explicaría el hecho que muchas de las especies que son consideradas características del *Thero-Airion* por autores como Tüxen & Oberdorfer (1958) en nuestra área de estudio puedan encontrarse indistintamente en todas las alianzas del orden estudiado (por lo que a menudo las hemos considerado características de orden). Pese a esta problemática, las comunidades de la alianza *Thero-Airion* están bien delimitadas en el campo, y forman mosaicos con pastos vivaces eurosiberianos o atlánticos.

Otro problema que plantea esta alianza es su encuadre fitosociológico. Hemos aceptado *a priori* su pertenencia a la clase *Helianthemetea guttati*, cosa que no

podemos corroborar con el presente estudio. Muchos autores han disentido de esta clasificación, establecida por Rivas Martínez (1978), y han incluido el *Thero-Airion* en la clase *Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tüxen 1943 (la cual agrupa comunidades pratenses eurosiberianas terofíticas y vivaces) o en *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955 (engloba tanto comunidades terofíticas como de caméfitos suculentos). Como hemos comentado anteriormente, son precisamente las plantas propias de estos sintaxones los que más hacen segregarse el *Thero-Airion* de las demás alianzas de nuestro orden. Cabe la posibilidad que no actúen como transgresivas, sino que se podrían considerar características de las unidades superiores *Festuco-Brometea* y *Sedo-Scleranthetalia*. Habría que realizar estudios comparativos entre las dos clases comentadas para asegurar la posición sintaxonómica del *Thero-Airion*.

Molineriellion laevis Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952.

Sin duda alguna, resulta el grupo mejor caracterizado florísticamente. Son constantes una serie de taxones, que resultan ser casi exclusivos, como *Agrostis delicatula* Pourr. ex Lapeyr., *Linaria elegans* Cav., *Cerastium ramosissimum* Boiss., *Spergula morisonii* Boreau y *Holcus gayanus* Boiss. También existen taxones compartidos con la subalianza *Evacenion carpetanae* (alianza *Helianthemion*), debido a su similaridad ecológica, como *Anthoxanthum aristatum* Boiss., *Hispidella hispanica* Barnadez ex Lam. e incluso *Evax carpetana* Lange.

Su presencia en el piso supramediterráneo es bien conocida en el Sistema Ibérico Central, pero su conocimiento fuera de este sistema montañoso es muy parcial. Es especialmente relevante el caso de la vertiente cantábrica de la península Ibérica, donde tradicionalmente se han asignado, muchas

veces erróneamente, inventarios dentro de la alianza

Thero-Airion que, según nuestro criterio, han de referirse a comunidades de la alianza *Molineriellion* (como ocurre en Loidi *et al.*, 1997, Pérez Morales, 1985 o Puente, 1985). En estos casos la confusión está provocada por una interpretación *sensu lato* de la asociación *Filagini minima-Airetum praecocis* Watzek, Géhu & Foucault 1978. Esto nos hace pensar la presencia más importante de lo que hasta ahora se conocía de asociaciones del *Molineriellion* en la Cordillera Cantábrica, ya que solo la conocemos de la región sur-oeste (Penas & Díaz González, 1985, Llamas, 1984). Son necesarios, pues, más estudios de este tipo de comunidades en este sistema montañoso (Lence, 2001).

También hay que notar que la asociación que se cita una y otra vez en toda el área de la alianza sea una sola, el *Trisetum ovati-Agrostietum truncatulae* Rivas Goday 1958. El resto de asociaciones no han sido demasiado estudiadas, y apenas se conocen en zonas diferentes de las que se describieron originalmente. Ello nos hace suponer que existe una diversidad de comunidades acorde con el alto número de taxones característicos, y que el conocimiento de esta alianza es también incompleto en este sentido.

En el ámbito nomenclatural, hay que destacar que esta alianza incluye el holotipo de la alianza *Sedion pedicellato-andegavensis*, alianza que de acuerdo con nuestros análisis no tiene entidad. Dado que el nombre de *Molineriellion laevis* Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952 es el más antiguo válidamente publicado, prevalece sobre el de *Sedion pedicellato-andegavensis*.

Sedion caespitosi (Rivas Martínez 1978) Pérez Prieto & X. Font *stat. nov.*

Constituye la alianza con una ecología y dinámica más definidas. Agrupa

asociaciones dominadas por crasuláceas que constituyen muchas veces la primera fase de la sucesión y que frecuentemente evolucionan hacia comunidades de la alianza *Helianthemion*. Este hecho tiene un reflejo florístico, como se puede apreciar en la tabla sintética, que es la aparición de especies características de estadios sucesionales postreros. De esta manera, estos pastizales se enriquecen de especies del *Helianthemion*, lo que explica la similitud florística entre estos dos sintaxones. Pese a ello, son buenas características las crasuláceas *Crassula tillaea* Lest.-Garl., *Sedum caespitosum* (Cav.) DC., *Sedum andegavense* (DC.) Desv. y *Crassula campestris* (Eckl. & Zeyh.) Endl. ex Walp.

Hay que indicar que existe una combinación anterior de este sintaxon, realizada por Foucault (1999), a nivel de alianza (*Crassulo-Sedion caespitosi* (Rivas Martínez 1978) Foucault 1999). Dado que este autor no respetó el nombre del sintaxon original de Rivas Martínez, incumple el art. 27 del código de nomenclatura fitosociológica (Webber *et al.*, 2000). Por lo tanto, este nombre no puede ser válido, y pasa a la sinonimia del nombre que aquí proponemos.

Helianthemion guttati Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

Es la alianza que más asociaciones engloba, más de 25. Resultaría lógico por ello pensar que el número de taxones en común de estas comunidades sea bajo. Pero, a tenor de los resultados, la alianza tiene un carácter florístico muy definido, con taxones característicos tales como *Briza maxima* L., *Ornithopus pinnatus* (Mill.) Druce o *Galium divaricatum* Pourr. ex Lam.

Según nuestros resultados, es posible reconocer en el *Helianthemion* dos subalianzas, la típica (*Helianthemion*) y la nueva *Evacenion carpetanae*. El

Helianthemion se diferencia por ser una subalianza de carácter más marcadamente mediterráneo, con un buen número de especies termófilas que escasean o desaparecen conforme se sube de altitud, por tal razón las comunidades de este grupo solo suelen alcanzar los 500 m (excepcionalmente hasta los 800 m). Como taxones que indican estas preferencias eco-climáticas podemos citar *Aira cupaniana* Guss., *Plantago bellardi* All., *Linum trigynum* L. o *Stachys arvensis* (L.) L.

El *Evacenion carpetanae* Pérez Prieto & X. Font **subal. nova**, por el contrario, tiene su óptimo en la montaña media, con un rango altitudinal entre los 400 y los 1300 m. Por esta razón, a estos pastizales les faltan los elementos a los que antes hacíamos referencia, y se ven enriquecidos de otros más exigentes en cuanto al grado de humedad. En su límite altitudinal superior contacta con las comunidades del *Molineriellion* en los sistemas montañosos del interior ibérico, razón por la cual hay un intercambio mutuo de especies entre los dos sintaxones. Aunque caracterizan bien esta subalianza *Evax carpetana* Lange, *Coronilla dura* (Cav.) Boiss., *Linaria spartea* (L.) Willd. y diversas transgresivas del *Molineriellion*, uno de los hechos que más la diferencian frente al *Helianthemion* es la ausencia de especies estrictamente mediterráneas.

Sintaxonomía. El esquema resultante de los análisis efectuados se muestra en el Apéndice sintaxonómico. En él se proponen una serie de cambios en la sintaxonomía de algunas asociaciones en comparación con las tesis más recientes (Rivas Martínez *et al.*, 2002). Los principales cambios vienen condicionados por la supresión de la alianza *Sedion pedicellato-andegavensis*, quedando sus asociaciones englobadas en las otras tres

Tabla 1

	TA	ML	EC	HG	SC
Nº de inventarios	263	93	171	185	128
Caract. y dif. de la alianza Thero-Airion					
<i>Veronica arvensis</i> *	32	1	6	6	4
<i>Hypochoeris radicata</i> *	24	4	3	3	2
<i>Trifolium striatum</i>	20	4	8	1	.
<i>Sedum rupestre</i> *	20	.	3	2	.
<i>Sedum album</i> *	21	.	.	2	1
<i>Scleranthus perennis</i> *	8	.	.	.	.
<i>Cerastium diffusum</i>	5	.	2	.	.
Caract. y dif. de la alianza Molineriellion laevis					
<i>Agrostis delicatula</i>	.	81	12	.	.
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	5	53	12	.	1
<i>Arnosotis minima</i> *	1	46	18	1	.
<i>Linaria elegans</i>	.	41	1	.	.
<i>Cerastium ramosissimum</i>	.	38	.	.	.
<i>Anthoxanthum aristatum</i>	2	33	24*	1	3
<i>Spergula morisonii</i>	.	33	.	.	.
<i>Corynephorus canescens</i> *	1	30	6	.	.
<i>Molineriella laevis</i>	1	11	14*	2	3
<i>Polytrichum piliferum</i> *	.	18	1	2	.
<i>Veronica verna</i>	1	16	5	.	.
<i>Periballia involucrata</i>	.	15	1	.	.
<i>Hispidella hispanica</i>	.	13	15*	.	.
<i>Trisetum ovatum</i>	2	13	5	.	.
<i>Holcus gayanus</i>	.	10	.	.	.
<i>Sedum pedicellatum</i>	.	4	1	.	.
Caract. y dif. de la alianza Helianthemion guttati					
<i>Hypochoeris glabra</i>	9	9	41	45	21
<i>Tolpis barbata</i>	2	3	36	49	11
<i>Trifolium glomeratum</i> *	4	4	19	41	3
<i>Briza maxima</i>	5	1	22	35	.
<i>Galium divaricatum</i>	1	4	25	10	2
<i>Ornithopus pinnatus</i>	3	.	10	15	.
<i>Paronychia cymosa</i>	.	.	5	3	.
<i>Aira tenorii</i>	.	.	.	3	.
<i>Prolongoa hispanica</i>	.	.	2	.	.
Caract. y dif. de la subalianza Evacenion carpetanae					
<i>Evax carpetana</i>	.	11	34	1	9
<i>Coronilla dura</i>	1	.	18	4	1
<i>Linaria spartea</i>	.	1	18	3	.
<i>Silene scabriflora</i>	.	1	15	.	.
<i>Airopsis tenella</i>	1	1	13	.	.
<i>Ctenopsis delicatula</i>	.	3	10	.	.
<i>Eryngium tenue</i>	.	2	11	.	.
<i>Pseudoscabiosa diandra</i>	.	.	8	1	3
Caract. y dif. de la subalianza Helianthemion					
<i>Aira cupaniana</i>	2	.	9	60	9
<i>Filago gallica</i> *	5	6	16	55	16
<i>Plantago bellardii</i>	.	.	6	42	6
<i>Trifolium cherleri</i> *	.	.	2	38	3
<i>Linum trigynum</i>	3	.	.	28	1
<i>Vulpia muralis</i>	4	.	5	27	4
<i>Psilurus incurvus</i>	5	2	4	23	2
<i>Stachys arvensis</i>	.	.	1	10	4
<i>Paronychia echinulata</i>	.	.	2	10	.
<i>Trifolium bocconeii</i>	.	.	1	10	.
<i>Linaria pelissieriana</i>	.	.	1	7	.
Caract. y dif. de la alianza Sedion caespitosa					
<i>Crassula tillaea</i>	.	.	1	11	82
<i>Sedum caespitosum</i>	7	.	4	2	48
<i>Aphanes microcarpa</i>	1	2	7	2	24
<i>Sedum andegavense</i>	.	.	1	4	22
<i>Mibora minima</i>	1	1	3	.	20
<i>Spergula pentandra</i> *	5	4	6	1	16
<i>Malcolmia triloba</i>*	.	.	.	.	11
<i>Spergula arvensis</i> *	.	1	1	2	9
<i>Crassula campestris</i>	.	.	.	.	6
Caract. del orden Helianthemetalia guttati					
<i>Helianthemum guttatum</i>	6	14	96	87	54
<i>Trifolium arvense</i>	45	7	44	42	35
<i>Aira caryophylla</i>	47	20	56	16	32
<i>Micropyrum tenellum</i>	12	76	29	9	9
<i>Filago minima</i>	31	20	59	4	17
<i>Vulpia myuros</i>	36	17	37	14	22
<i>Ornithopus compressus</i>	5	8	41	38	30
<i>Vulpia bromoides</i>	10	4	35	21	19
<i>Jasione montana</i>	14	10	30	14	1
<i>Crucianella angustifolia</i>	11	17	24	15	.
<i>Anthyllis lotoides</i>	1	2	20	12	25
<i>Scleranthus polycarpus</i>	20	20	8	.	9
<i>Moenchia erecta</i>	6	15	19	10	6
<i>Teesdalia coronopifolia</i>	5	4	27	8	9
<i>Aira praecox</i>	7	23	18	.	3
<i>Rumex bucephalophorus</i>	6	5	16	16	8
<i>Ornithopus perpusillus</i>	10	16	18	.	2
<i>Lathyrus angulatus</i>	1	.	12	12	6
<i>Campanula lusitanica</i>	.	10	9	3	.
<i>Corynephorus divaricatus</i>	1	.	4	9	3
<i>Silene portensis</i>	.	4	8	2	3
<i>Molineriella minuta</i>	.	.	9	1	3
<i>Trifolium strictum</i>	6	2	3	.	.
<i>Helianthemum aegyptiacum</i>	.	.	8	.	2
<i>Holcus setigulus</i>	.	2	8	.	.
<i>Anthyllis cornicina</i>	.	.	1	2	6
<i>Lathyrus sphaericus</i>	2	.	4	2	.
<i>Aphanes cornucopioides</i>	3	.	4	.	.
<i>Senecio minutus</i>	1	2	4	.	.
<i>Briza minor</i>	.	.	3	4	.
<i>Scleranthus delortii</i>	.	1	1	1	2
<i>Micropyrum patens</i>	1	.	3	.	.
<i>Lotus comimbricensis</i>	.	.	2	1	.
<i>Silene psammitis</i>	.	.	2	.	.
Caract. de la clase Helianthemetea guttati					
<i>Leontodon taraxacoides</i>	22	3	31	45	23
<i>Asterolinon linum-stellatum</i>	11	2	23	37	9
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	46	6	10	6	2
<i>Cerastium pumilum</i>	18	3	6	8	11
<i>Galium parisiense s.l.</i>	6	1	4	22	4
<i>Erophila verna</i>	14	2	8	2	9
<i>Herniaria hirsuta</i>	.	1	8	1	21
<i>Medicago minima</i>	11	1	3	8	2
<i>Cerastium semidecandrum</i>	4	.	5	3	6
<i>Helianthemum salicifolium</i>	5	.	6	1	5
<i>Cerastium brachypetalum</i>	5	.	6	1	4
<i>Minuartia hybrida</i>	3	.	9	3	.
<i>Vicia lathyroides</i>	3	.	2	4	3
<i>Minuartia dichotoma</i>	3	.	2	.	5

<i>Veronica praecox</i>	.	7	.	.	.
<i>Alyssum simplex</i>	1	.	.	.	6
<i>Satureja acinos</i>	4	.	.	.	.
<i>Arenaria conimbricensis</i>	.	.	4	.	.
Compañeras					
<i>Rumex acetosella</i>	25	63	34	14	16
<i>Trifolium campestre</i>	40	3	34	51	9
<i>Poa bulbosa</i>	16	21	20	12	14
<i>Petrorhagia prolifera</i>	31	1	22	22	3
<i>Vulpia ciliata</i>	6	.	18	29	9
<i>Erodium cicutarium</i>	18	1	2	15	25
<i>Silene gallica</i>	8	1	6	32	11
<i>Plantago lanceolata</i>	44	1	2	7	3
<i>Sanguisorba minor</i>	31	2	7	13	1
<i>Sherardia arvensis</i>	14	.	4	28	3
<i>Trifolium scabrum</i>	12	1	4	28	4
<i>Arabidopsis thaliana</i>	16	2	6	8	15
<i>Agrostis capillaris</i>	20	10	14	2	.
<i>Dactylis glomerata</i>	10	3	.	24	3
<i>Sagina apetala</i>	6	.	4	8	20
<i>Sedum sedifforme</i>	12	.	.	20	6
<i>Bromus hordeaceus</i>	23	2	2	10	.
<i>Plantago coronopus</i>	4	1	.	20	11
<i>Anagallis arvensis</i>	6	.	.	23	5
<i>Sedum arenarium</i>	1	10	10	.	13
<i>Cynosurus echinatus</i>	5	5	11	11	1
<i>Lotus corniculatus</i>	19	1	8	.	5
<i>Cerastium glomeratum</i>	1	.	8	14	9
<i>Trifolium angustifolium</i>	3	1	6	22	.
<i>Andryala integrifolia</i>	8	.	7	15	1
<i>Brachypodium retusum</i>	3	.	.	23	4
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	7	.	2	12	8
<i>Eryngium campestre</i>	17	.	.	11	.
<i>Desmazeria rigida</i>	7	.	2	15	3
<i>Filago pyramidata</i>	7	.	5	11	4
<i>Hypericum perforatum</i>	14	.	.	10	.
<i>Scleranthus annuus s.l.</i>	12	2	1	.	9
<i>Euphorbia exigua</i>	2	1	1	17	2
<i>Filago arvensis</i>	9	1	.	1	12
<i>Gaudinia fragilis</i>	4	.	.	18	1
<i>Linaria arvensis</i>	9	.	3	8	3
<i>Alyssum alyssoides</i>	18	1	1	2	.
<i>Crepis capillaris</i>	4	2	11	5	.
<i>Herniaria glabra</i>	11	1	2	2	6
<i>Poa annua</i>	5	.	1	.	16
<i>Potentilla neumanniana</i>	21	.	.	.	.
<i>Brachypodium distachyon</i>	.	.	3	17	.
<i>Plantago subulata</i>	14	6	.	.	.
<i>Antirrhinum orontium</i>	.	.	.	7	12
<i>Carlina corymbosa</i>	4	1	2	12	.
<i>Cistus monspeliensis</i>	1	.	.	17	1
<i>Lavandula stoechas</i>	1	.	1	15	2
<i>Paronychia argentea</i>	3	.	1	8	7
<i>Thymus serpyllum</i>	19	.	.	.	.
<i>Thymus vulgaris</i>	7	.	.	12	.
<i>Plantago lagopus</i>	2	.	.	12	4
<i>Reichardia picroides</i>	1	.	.	17	.
<i>Anthemis arvensis</i>	6	2	6	3	.
<i>Bromus tectorum</i>	5	4	5	.	3
<i>Senecio vulgaris</i>	1	.	.	6	10
<i>Vicia sativa</i>	9	.	4	4	.
<i>Achillea millefolium</i>	16	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	9	.	.	7	.
<i>Juncus capitatus</i>	1	1	9	5	.
<i>Linum bienne</i>	5	.	2	9	.
<i>Parentucellia latifolia</i>	6	1	3	2	4
<i>Ranunculus bulbosus</i>	12	3	.	1	.
<i>Trifolium stellatum</i>	1	.	.	15	.
<i>Urospermum dalechampii</i>	.	.	1	15	.
<i>Achillea odorata</i>	15	.	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	9	.	6	.	.
<i>Dipcadi serotinum</i>	5	1	1	6	2
<i>Lotus angustissimus</i>	2	.	2	11	.
<i>Myosotis ramosissima</i>	9	.	.	6	.
<i>Spergularia rubra</i>	.	5	.	2	8
<i>Centaurium maritimum</i>	1	.	4	9	.
<i>Gastridium ventricosum</i>	.	.	2	12	.
<i>Sedum brevifolium</i>	1	10	1	.	2
<i>Spergularia purpurea</i>	.	.	4	3	7
<i>Festuca ovina</i>	11	2	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	13	.	.	.	.
<i>Trifolium subterraneum</i>	1	.	1	11	.
<i>Carex caryophylla</i>	11	.	.	.	1
<i>Cynodon dactylon</i>	5	.	.	4	3
<i>Senecio lividus</i>	.	1	5	4	2
<i>Trifolium repens</i>	12	.	.	.	.
<i>Viola tricolor</i>	3	2	3	4	.
<i>Scandix microcarpa</i>	.	.	1	.	11
<i>Aphanes arvensis</i>	6	.	.	2	3
<i>Biserrula pelecinus</i>	.	.	3	6	2
<i>Cistus salvifolius</i>	1	.	1	9	.
<i>Galactites tomentosa</i>	1	.	.	10	.
<i>Helianthemum nummularium</i>	11	.	.	.	.
<i>Romulea columnae</i>	1	.	.	9	1
<i>Trifolium hirtum</i>	5	.	1	5	.
<i>Alyssum granatense</i>	5	.	4	1	.
<i>Arenaria tetraquetra</i>	.	9	1	.	.
<i>Avena barbata</i>	1	.	1	8	.
<i>Lithospermum apulum</i>	1	.	2	1	6
<i>Sedum acre</i>	10	.	.	.	.
<i>Trifolium nigrescens</i>	3	.	1	1	5
<i>Vicia hirsuta</i>	5	.	.	5	.

Tabla 1. Tabla sintética a nivel de subalianza del orden *Helianthemetalia guttati*. Los asteriscos (*) indican taxones diferenciales, a nivel de alianza o de subalianza. TA: *Thero-Airion*; ML: *Molineriellion laevis*; EC: *Evacenion carpetanae*; HG: *Helianthemion guttati*; SC: *Sedion caespitosi*. Synoptic table to suballiance level of the order *Helianthemetalia guttati*. Asterisks indicate differential taxa, to alliance or suballiance level

alianzas (*Molineriellion* y *Sedion caespitosi* fundamentalmente). Otras modificaciones significativas son el cambio de adscripción de dos asociaciones del *Molineriellion* al *Helianthemion* (*Hispidello hispanicae-Tuberarietum guttatae* Rivas Martínez *et al.* 1990 y *Ctenopsietum delicatulae* Sardinero & Fernández González *in* Rivas Martínez *et al.* 2002), de una del *Thero-Airion* al *Helianthemion* (*Galio parisiensis-Logfietum minimae* Izco & Ortiz 1985) y una del *Helianthemion* al *Thero-Airion* (*Sedo-Aphanetum cornucopioidis* Molero 1984).

Asociaciones problemáticas. En el esquema sintaxonómico que presentamos mostramos la clasificación de todas las asociaciones que se han analizado estadísticamente y algunas más que no hemos podido analizar. Los siguientes casos son especialmente problemáticos:

***Astero aragonensis-Agrostietum truncatulae* Rivas Goday 1958**

Clasificada tradicionalmente dentro del *Molineriellion*, fue descrita en base a dos inventarios (sin que se estableciera un *syntypus*). En nuestros análisis, uno de ellos se segrega hacia el *Molineriellion* y el otro hacia el *Evacenion*, ya que estos inventarios presentan características del *Molineriellion* (*Agrostis delicatula* Pourr. *ex* Lapeyr., *Periballia involucrata* (Cav.) Janka o *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv.) y del *Evacenion* (*Airopsis tenella* (Cav.) Asch. & Graebn. o *Eryngium tenue* Lam.). Como las especies del *Molineriellion* tienen más presencia e importancia en los inventarios, clasificaremos esta asociación en la citada alianza. Para ello proponemos como *lectosyntypus* el inventario nº 10 de la tabla 32 de Rivas Goday (1957, Nuevos órdenes y alianzas de *Helianthemetea annuae* Br. Bl. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 15: 637).

***Airo praecocis-Sedum arenarii* Izco, Guitián & Amigo 1986**

Fue incluida originalmente en el *Thero-Airion* y posteriormente en el *Sedion pedicellato-andegavensis* (Rivas Martínez *et al.*, 2002). Resulta una asociación muy pobre en especies características; *Sedum arenarium* Brot. y *Aira praecox* L. que, según nuestros resultados, aparecen indistintamente en comunidades del *Molineriellion*, *Helianthemion* y *Sedion caespitosi*. De los siete inventarios de la tabla original, según la partición K-means dos quedan clasificados en el *Molineriellion* (incluyendo el inventario tipo) y cinco en el *Evacenion*. En este caso debe de prevalecer el inventario tipo de la asociación, aunque este es pobre en taxones característicos, solo está presente *Hypochoeris glabra* L. (*Helianthemion*), por lo tanto la encuadramos con muchas reservas dentro de *Molineriellion laevis*, sin valorar la validez real de esta comunidad.

***Plantagini loeflingii-Prolongoetum pectinatae* T.E. Díaz & Penas 1984**

Es una asociación encuadrada tradicionalmente en *Helianthemion*, pero en la partición del K-means tres de los inventarios quedan junto con los de la alianza *Thero-Airion* (incluyendo el tipo) y otro hacia el *Sedion caespitosi*. El inventario tipo contiene especies de diversa índole: hay terófitos de preferencias calcícolas (*Erophila verna verna* (L.) Chevall., *Alyssum simplex* Rothm.), características de las pastizales pioneros del *Sedion caespitosi* (*Sedum caespitosum* (Cav.) DC., *Mibora minima* (L.) Desv.), etc. Solamente *Vulpia membranacea* (L.) Dum. manifiesta cierta preferencia por las comunidades del *Thero-Airion*, aunque no es característica. Seguramente, son los terófitos indiferentes (características de clase) e incluso los taxones calcícolas los que hacen que se aproximen estos inventarios hacia los del *Thero-Airion*. Todo ello nos

lleva a clasificar de forma provisional de esta asociación en el *Thero-Airion*.

CONCLUSIONES

A partir del análisis estadístico de 840 inventarios bibliográficos correspondientes a 52 asociaciones del orden *Helianthemetalia guttati*, podemos extraer las siguientes conclusiones:

La alianza *Sedion pedicellato-andegavensis* Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986 no tiene entidad estadística ni florística, por lo tanto proponemos su sinonimización al *Molineriellion laevis*.

La subalianza *Sedenion caespitosi* Rivas Martínez 1978 (de la alianza *Helianthemion*) tiene una entidad florística suficiente para considerarla al mismo nivel que los otros grupos generados por el K-means. Por lo tanto, elevamos su rango a alianza, designándola como *Sedion caespitosi* (Rivas Martínez 1978) Pérez Prieto & X. Font.

En el seno del *Helianthemion* se pueden distinguir una serie de asociaciones distintas a las típicas. Esto hace necesario la creación de la subalianza *Evacenion carpetanae* Pérez Prieto & X. Font, **subal. nova**.

La alianza *Thero-Airion* es la peor caracterizada florísticamente, y es necesario recurrir a taxones diferenciales y transgresivos para poder diferenciarla respecto a las otras alianzas. No podemos descartar su pertenencia a otra clase fitosociológica.

Es necesario realizar estudios fitosociológicos más profundos de las comunidades terofíticas de la Cordillera Cantábrica para poder asignar sus asociaciones a las alianzas *Thero-Airion* o *Molineriellion*.

Se pone de relevancia la gran utilidad de los algoritmos de clasificación partitivos

no jerárquicos (K-means) en la fitosociología.

Apéndice sintaxonómico. Al final del nombre de los sintaxones mostramos el número de inventarios analizados en cada caso. En los marcados con un asterisco (*), su clasificación ha de considerarse provisional y orientativa. En cuanto a las asociaciones no analizadas (**), su clasificación se basa en la proporcionada por sus autores originales.

Cl. *Helianthemetea guttati* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas Martínez 1963 em. Rivas Martínez 1978

(*Helianthemetea annua* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952; *Helianthemetea annua* Br.-Bl. ex Rivas Goday 1958; *Tuberarietea guttatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 em. Rivas Martínez 1978; *Stipo-Brachypodietea distachyae* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947) Brullo 1985; *Tuberarietea guttatae* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas Martínez 1963 nom. mut.)

O. *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940
(*Tuberarietalia guttatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 nom. mut.)

Al. *Thero-Airion* Tüxen 1951 em. Rivas Martínez 1978* (263 inv.) [pastizales de anuales silicícolas eurosiberianos y atlánticos, de los Pirineos y de la Cordillera Cantábrica]

1. *Agrostio-Sedetum forsterani* R. Tx. et Oberd. 1956 (7 inv.)

2. *Airetum praecocis* (Schwick. 1944) Krausch 1967 (1 inv.)

3. *Airo caryophylleae-Scleranthetum polycarpi* O. Bolòs 1954 (7 inv.)

4. *Asterolino lino-stellati-Rumicetum bucephalophori* T.E. Díaz & F. Navarro 1978 (10 inv.)

5. *Filagini minimae-Airetum praecocis* Wattez, Géhu & Foucault 1978 (26 inv.)

6. *Filagini-Vulpium* Oberd. 1938 (67 inv.)
7. *Koelerio pyramidatae-Trifolietum molinieri* Franquesa 1995 (10 inv.)
8. *Lino bienne-Gaudinietum fragilis* T. Franquesa 1995 (12 inv.)
9. *Petrorragio-Trifolietum arvensis* T.E. Díaz & F. Navarro 1978 (13 inv.)
10. *Plantagini loeflingii-Prolongoetum pectinatae* T.E. Díaz & Penas 1984* (4 inv.)
11. *Sedo-Aphanetum cornucopiodis* Molero 1984 (16 inv.)
12. *Vulpio myuri-Trifolietum arvensis* Susplugas 1942 (62 inv.)

Al. Molineriellion laevis Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952 (93 inv.) [pastizales de anuales silicícolas supramediterráneos del Sistema Ibérico Central]

(*Sedion pedicellato-andegavensis* Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986; *Trisetum ovati-Agrostion truncatulae* (Rivas Martínez 1978) Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986; *Agrostion truncatulae* Rivas Martínez 1978)

13. *Agrostio truncatulae-Sedetum lusitanici* Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986 (17 inv.)

14. *Airo praecocis-Sedetum arenarii* Izco, Guitián & Amigo 1986* (7 inv.)

15. *Arenario-Cerastietum ramosissimi* Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952 (9 inv.)

16. *Astero aragonensis-Agrostietum truncatulae* Rivas Goday 1958 (2 inv.)

17. *Cerastio ramosissimae-Evacetum carpetanae* Rivas Goday 1958 (6 inv.)

18. *Holcetum gayani* Rivas Martínez, Fernández González, Sánchez Mata & Sardinero in Rivas Martínez *et al.* 2002. (10 inv.)

19. *Polytricho piliferi-Sedetum pedicellati* Rivas Martínez in Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986 (1 inv.)

20. *Trisetum ovati-Agrostietum truncatulae* Rivas Goday 1958 (56 inv.)

Al. Helianthemion guttati Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 (356 inv.) [pastizales de anuales silicícolas termo y mesomediterráneos]

(*Moenchion erectae* Rivas Goday 1958; *Vulpion ligusticae* Aubert & Loisel 1971;

Tuberarion guttatae Br.-Bl., in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 nom. mut.)

Subal. Helianthemion guttati (185 inv.) [pastizales de anuales silicícolas termomediterráneos]

(*Tuberarion guttatae* nom. mut.)

21. *Airo cupaniana-Tolpium barbatae* Rivas Goday 1958 (10 inv.)

22. *Corynephor-Tuberarion guttatae* Br.-Bl. 1931 (10 inv.)

23. *Helianthemum guttati* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 (79 inv.)

24. *Linario cirrhosae-Helianthemum guttati* O. Bolòs, Molinier & P. Montserrat 1970 (11 inv.)

25. *Lupino rothmaleri-Ornithopetum isthmocarpae* Rivas Goday 1958 (7 inv.)

26. *Moenchio-Vulpium muralis* Franquesa 1995 (9 inv.)

27. *Scillo autumnalis-Ophioglossetum lusitanici* Ballesteros 1984 (8 inv.)

28. *Trifolio cherleri-Plantaginetum bellardii* Rivas Goday 1958 (63 inv.)

29. *Tuberario-Brachypodietum retusi* Aubert *et* Loisel 1951 (28 inv.)

30. *Senecioni minuti-Linarietum amethysteae* López Vélez & Alcaraz in López Vélez 1996**

31. *Helianthemo guttati-Ophioglossetum lusitanici* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940**

32. *Andryalo integrifoliae-Agrostietum castellanum* J. Font *et al.* 2002**

33. *Ornithopo isthmocarpae-Anthoxantheum ovatae* Pérez Latorre & Cabezudo in Pérez Latorre *et al.* 2002**

Subal. Evacacion carpetanae Pérez Prieto & X.

Font *subal. nova* (171 inv.) [pastizales de anuales silicícolas mesomediterráneos, de óptimo luso-extremadureño y carpetano-leonés]

[**Holosyntypus: Arenario conimbricensis-Airopsietum tenellae** A. Velasco 1983, De vegetatione Toletana. *Lazaroa* 4: 196]

34. *Airo-Radioletum linoidis* Rivas Goday 1958 (5 inv.)

35. *Anthoxantho aristati-Micropyretum patentis* Belmonte & Sánchez Mata in Sánchez

Mata 1989 (4 inv.)

36. *Anthyllido lusitanicae-Tuberarietum guttatae* Aguiar & Penas in Rivas Martínez et al. 2002 (10 inv.)

37. *Arenario conimbricensis-Airopsietum tenellae* A. Velasco 1983 (7 inv.)

38. *Ctenopsietum delicatulae* Sardinero & Fernández González in Rivas Martínez et al. 2002 (6 inv.)

39. *Evaco carpetanae-Sedetum andegavensis* Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986 (1 inv.)

40. *Galio parisiensis-Logfietum minimae* Izco & Ortiz 1985 (42 inv.)

41. *Hispidello hispanicae-Tuberarietum guttatae* Rivas Martínez, Fernández González, Sánchez Mata & Pizarro 1990 (25 inv.)

42. *Holco setiglumis-Anthoxantheum aristati* Rivas Goday 1958 (14 inv.)

43. *Logfio minimae-Cerastietum gracilis* Valdés, Molina & González Besserán 1992 (12 inv.)

44. *Paronychio cymosae-Pterocephaletum diandri* Rivas Goday 1958 em. Rivas Martínez 1978 (7 inv.)

45. *Periballio minutae-Airopsietum tenellae* Rivas Goday 1956 (13 inv.)

46. *Senecioni minuti-Prolongoetum pectinatae* Rivas Goday 1958 (7 inv.)

Al. *Sedion caespitosi* (Rivas Martínez 1978) Pérez Prieto & X. Font *stat. nov.* (128 inv.) [pastizales de anuales silicícolas dominados por crasuláceas, termo y mesomediterráneos]

[**Holosyntypus:** *Crassulo tillaeae-Sedetum caespitosi* Rivas Goday 1958, Nuevos órdenes y alianzas de *Helianthemetea annuae* Br. Bl. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 15: 582]

(*Crassulo-Sedion caespitosi* (Rivas Martínez 1978) Foucault 1999 nom. inval., art. 27; *Sedenion caespitosi* Rivas Martínez 1978)

47. *Airo-Crassuletum tillaeae* Romo 1984 (17 inv.)

48. Ass. *Scandix microcarpa et Tillaea muscosa* Rivas Goday 1958 (7 inv.)

49. *Crassulo tillaeae-Sedetum caespitosi* Rivas Goday 1958 (19 inv.)

50. *Chamaemelo fuscati-Sedetum andegavensis* Rivas Goday ex

Rivas Martínez, Fernández González & Sánchez Mata 1986 (1 inv.)

51. *Minuartio dichotomae-Sedetum andegavensis* A. Velasco 1983 (7 inv.)

52. *Polycarpo alsinifolii-Crassuletum campestris* Franquesa 1995 (11 inv.)

53. *Sedetum caespitoso-andegavensis* Franquesa 1995 (19 inv.)

54. *Sedetum caespitoso-arenarii* Rivas Martínez ex Fuente 1986 (14 inv.)

55. *Sedo caespitosi-Tillaeetum muscosae* Rivas Goday 1958 (15 inv.)

56. *Tillaeetum muscosae* Mol. et Tallon 1950 {8 inv.)

BIBLIOGRAFÍA

BOLÒS, O. DE & VIGO, J. -1985, 1990, 1995, 2001- *Flora dels Països Catalans. Volums I, II, III i IV*. Ed. Barcino. Barcelona

BRAUN-BLANQUET, J., R. MOLINIER & H. WAGNER -1940- *Prodrome des groupements végétaux. Prodromus der Pflanzengesellschaften. Cisto-Lavanduletea (landes siliceuses à cistes et lavandes)*. 53 pp. Montpellier.

CASTROVIEJO, S. ET AL. -1986-2001- *Flora iberica*. Volúmenes I a XIV. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid

CÁCERES, M. DE -2005- *La classificació numèrica de la vegetació basada en la composició florística*. Tesi doctoral inédita. Universitat de Barcelona

CÁCERES, M. DE, X. FONT, R. GARCÍA & F. OLIVA -2003- VEGANA, un paquete de programas para la gestión y análisis de datos ecológicos. *VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre*. Barcelona. Julio 2003. pp 1484-1497.

FOUCAULT, B. DE -1999- Nouvelle contribution à une synsystème des pelouses sèches à thérophytes. *Doc. Phytosoc.* N.S. XIX: 47-105.

FRANQUESA I y T. CODINACH -1995- *El paisatge vegetal de la Península del Cap de Creus*. I.E.C. Arxius Seccions de Ciències, CIX: 1-628. Barcelona.

LENCE PAZ, C. -2001- *Evaluación del estado de conservación de la vegetación del valle de Valdeburón (León)*. *Propuestas de uso y*

- ordenación territorial*. Memoria doctoral. Universidad de León.
- LLAMAS GARCÍA, F. -1984- *Flora y vegetación de la Maragatería (León)*. Institución Fray Bernardino de Sahagún: 1-273. León.
- LOIDI, J., I. BIURRUN & M. HERRERA -1997- La vegetación del centro-septentrional de España. *Itinera Geobot.* 9: 161-618.
- MAAREL, E. VAN DER -1979- Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39(2): 97-114.
- MACQUEEN, J. -1967- Some methods for classification and analysis of multivariate information in LECAM, L. M. & NEYMAN, J., EDS. *Proc. 5th Berkeley Symp. in Math. Stat. and Prob.*, Univ. of California Press, Berkeley & Los Angeles. Pp. 281-297.
- PENAS, A. y T. E. DÍAZ GONZÁLEZ -1985- Datos sobre la alianza Corynephoro-Plantaginion radicatae Rivas Goday & Rivas Martínez 1963 nom. invers. Rivas Martínez 1975 en el sector Orensano-sanabriense. *Acta Bot. Malacitana*, 10: 155-166. Málaga
- PÉREZ MORALES, C. -1985- *Flora y vegetación de la cuenca alta del río Bernesga*. Publ. Inst. Fray Bernardino de Sahagún. 437 pp. León.
- PUENTE, E. -1985- *Flora y vegetación de la cuenca alta del río Sil (León)*. Publ. Inst. Fray Bernardino de Sahagún. 563 pp. León.
- RIVAS GODAY, S. -1957- Nuevos órdenes y alianzas de Helianthemetea annuae Br. Bl. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 15: 539-651.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. -1978- Sur la syntaxonomie des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale. *Coll. Phytosociol.* 6: 55-71.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., T. E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSA & A. PENAS -2002- Addenda to the syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobot.*, 15.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. F. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. LOIDI, M. LOUSA & A. PENAS -2001- Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14: 5-341
- ROMO, A.M. -1989- *Flora i vegetació del Montsec (Prepireneus catalans)*. I.E.C. Arxius de la Secció de Ciències, XV. Barcelona
- SÁNCHEZ MATA, D. -1989- *Flora y vegetación del macizo oriental de la Sierra de Gredos (Avila)*. Institución Gran Duque de Alba. Diputación Provincial de Avila. Avila.
- SUSPLUGAS, H. -1942- Le sol et la végétation dans le Haut-Vallespir. *Com. SIGMA*, 80.
- TUTIN, T. G. ET AL. -1964-1980- *Flora Europaea. Vol. I-V*. Cambridge University Press.
- TÜXEN, R. -1951- Eindrücke während der pflanzengeographischen Exkursion durch Süd-Schweden. *Vegetatio* 3: 149-173.
- TÜXEN, R. & E. OBERDORFER -1958- Die Pflanzenwelts Spaniens. Teil II. *Veröff. Geob. Inst. Rübel Zurich*, 32, 328 pp.
- VALLS, A. -2003- Revisió sintaxonòmica dels prats oromediterranis de l'ordre Ononidetalia striatae Br.-Bl. 1947. *Acta Bot. Barc.*, 18: 67-168. Barcelona
- WEBBER, H. E. J. MORAVEC & J. O. THEURILLAT -2000- International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *J. Veg. Sci.*, 11: 739-768. Uppsala.
- ZELLER, W. -1958- Étude phytosociologique du chêne-liège en Catalogne. *Pirineos*, 47-50: 1-194. Zaragoza.

Aceptado para su publicación en septiembre de 2005

Dirección de los autores: Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Universidad de Barcelona. Avda. Diagonal, 645. 08028 Barcelona. E-mail: dperezprieto@ub.edu