

Efectos de la erosión sobre la composición florística en zonas semiáridas de pastizal

A. PUERTO MARTÍN, J. M. RIVERO MARTÍN y M. RICO RODRÍGUEZ

Departamento de Ecología de la Universidad de Salamanca
Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca

RESUMEN

Se muestrea la vegetación en cuatro laderas erosionadas de la provincia de Salamanca. Aplicando a cada una de ellas el análisis de correspondencias, los planos definidos por los dos primeros ejes ordenan los diferentes estratos delimitados según el grado de erosión. Al mismo tiempo se ponen de manifiesto las especies más representativas que, a pesar de las diferencias existentes entre las cuatro laderas, muestran una tendencia similar respecto a su situación en el gradiente estudiado.

La concentración de las unidades de muestreo es por lo común mayor cuanto mayor es la erosión, lo que prueba la convergencia de la vegetación ante factores ambientales rigurosos. La cobertura y el número de especies son crecientes hacia los estados menos erosionados, ocurriendo lo contrario con la uniformidad. De esta contraposición entre uniformidad y riqueza (número de especies) resultan relaciones de diversidad controvertidas.

INTRODUCCIÓN

La acción del hombre sobre los ecosistemas ha sido creciente en el curso de la historia. Uno de los más preocupantes fenómenos ligados al aumento progresivo de la incidencia humana es el incremento de la erosión edáfica y la consiguiente degradación de la vegetación, observable en situaciones muy numerosas, que disminuye de manera importante las fuentes forrajeras en los ecosistemas de pastizal. Dicha degradación, en el Oeste semiárido español, donde predominan las explotaciones extensivas con bajas cargas de herbívoros domésticos, no puede ser consecuencia directa de la utilización ganadera, aunque muchas veces, particularmente

en la desforestación, haya tenido a ésta como objetivo. Otra de las causas básicas que han conducido a estados de erosión son los cultivos de cereal (GIL y cols., 1977; GIL, 1978), particularmente los de posición topográfica elevada, incapaces de retener el agua de las precipitaciones, lo que origina redes de escorrentía en sus bordes siguiendo la pendiente. Las laderas, sobre todo las de mayor inclinación, se ven así afectadas por la utilización que se hace de los terrenos superiores, constituyendo, durante las lluvias fuertes, superficies de transporte y fuerte lavado y arrastre, de difícil recuperación una vez desencadenado el fenómeno (GÓMEZ GUTIÉRREZ y cols., 1978).

Estas dos modalidades erosivas, con origen en la desforestación y en el cultivo, serán las tenidas en cuenta en el desarrollo posterior. Para la zona salmantina típicamente ganadera, en la que la utilización agrícola viene a constituir focos aislados, los dos ejemplos propuestos (Villaseco de los Gamitos y Tamames) son el resultado de la tala total o casi total del estrato arbóreo. En los otros dos (Terradillos y Forfoleda) la erosión es consecuencia del cultivo, agravada por lindar éste con un desnivel de inclinación pronunciada.

La acomodación de las especies a lo largo de gradientes permite distinguir áreas que responden a unas condiciones peculiares del medio. Aunque en realidad los cambios se producen de manera continua (siempre que lo sea la pendiente), es práctico operar siguiendo un esquema discontinuo (RUIZ y cols., 1979) no demasiado estricto, que posibilite efectuar las suficientes repeticiones en cada sector delimitado. Obviamente la incidencia de la erosión suele ser más notable en los enclaves elevados, por lo que, en términos generales, las secuencias progresivas ladera abajo pueden proporcionar una idea de la intensidad del fenómeno. No se pretende con esto establecer un esquema entre el antes y el después, es decir, extensible al tiempo, porque lo impide la falta de coincidencia espacial, o al menos de similitud en las características topográficas, pero sí dejar constancia de unas divergencias mucho más acusadas que en el estado original.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como se ha señalado, para el inventario de la vegetación (de mayo a julio de 1979) se ha seguido la modalidad de muestreo estratificado. Aunque dicha modalidad se aísla de toda identidad territorial (en lo que se refiere a las proporciones entre superficie real y superficie muestreada), permite precisar mejor sobre los estados muy particularizados. Si dentro de cada estado (estrato, sector) se procede a inventariar una superficie igual, los resultados obtenidos al aplicar técnicas factoriales de ordenación se pueden calificar de equilibrados. Si además esa superficie se reparte en pequeñas porciones diseminadas al azar en cada estrato, se obtiene una buena representación de los posibles aspectos circunstanciales ligados a un espacio determinado.

Por ello, una vez sectorizada cada una de las cuatro localizaciones, según el grado de erosión (máximo de 5, mínimo de 0), se distribuyen en las distintas subáreas diez unidades cuadradas de muestreo de 0,5 m de

lado, distribuidas al azar, pero con el condicionante de que las distancias entre ellas fueran al menos de 10 m, para cubrir con suficiente amplitud el terreno. En ellas se anotaron las coberturas de las especies presentes, debido a que este valor de importancia denota mejor el *aspecto* que cabe esperar de las asociaciones específicas, al tiempo que no disminuye el valor de aquellos individuos de gran porte que, como los matorrales, deben canalizar en gran parte el flujo energético de cada unidad.

El tratamiento de los datos se realiza por medio del análisis de correspondencias (ver, entre otros, GIL, 1978), aplicado a las matrices que se indican:

<i>Terradillos</i>	60 unidades × 64 especies
Tierras pardas degradadas	
<i>Forfoleda</i>	60 unidades × 101 especies
Tierras pardas sobre areniscas	
<i>Villaseco de los Gamitos</i>	50 unidades × 61 especies
Tierras pardas sobre granitos	
<i>Tamames</i>	50 unidades × 69 especies
Tierras pardas sobre pizarras	

teniendo siempre presente la catalogación de las unidades en estratos, que se representarán mediante símbolos diferentes para apreciar las relaciones entre erosión y composición florística.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En los análisis de correspondencias de las cuatro zonas estudiadas, los porcentajes de absorción para los dos primeros ejes son los siguientes:

	Eje I	Eje II
Zona 1. Terradillos	16,17	10,01
Zona 2. Forfoleda	8,69	8,44
Zona 3. Villaseco de los Gamitos	17,15	8,08
Zona 4. Tamames	19,85	14,79

Nos limitaremos a estos dos primeros ejes, porque en base a ellos es posible obtener una visión suficientemente detallada del problema que nos ocupa.

Zona 1-Terradillos. La definición de los ejes está enteramente relacionada con el gradiente que se estudia, apreciándose en la figura 1 que se produce una delimitación clara, con referencia al primer eje, entre los dos grados de erosión más manifiesta y los dos en los que la degradación está disminuida, superponiéndose los intermedios tanto a unos como a otros. Esta superposición es resuelta por el eje II, separándose cada uno de los grupos extremos de las unidades centrales, con las que aparecían mezclados. De esta manera, en el plano aparece una serie muy correcta de

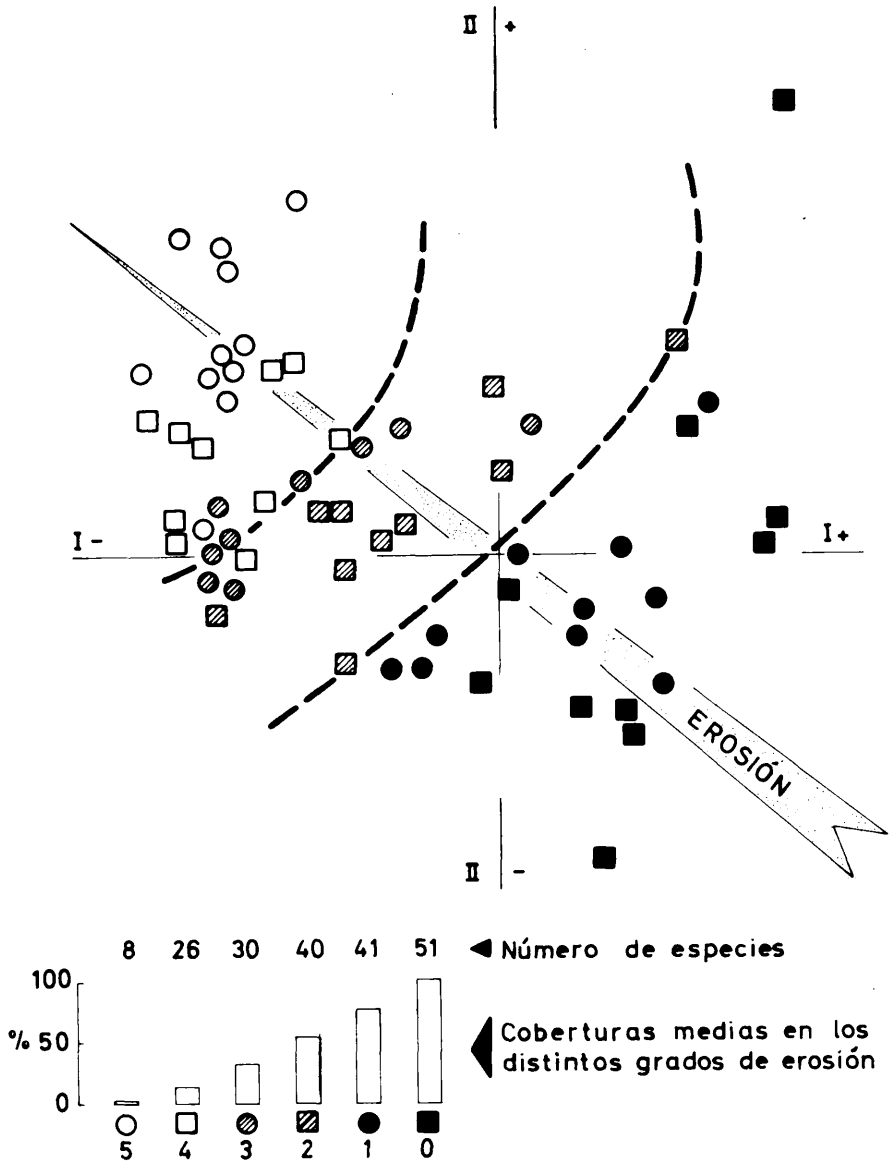


FIG. 1. Terradillos. Situación de las muestras en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias.

alteración ambiental, incluso si se contempla al máximo nivel de precisión permitido por los seis grados definidos a priori, cuyas coberturas medias y número de especies también se incluyen en la gráfica.

La rigidez del medio se traduce en la agregación de las unidades, al imponer condiciones muy precarias de vida, que sólo pueden ser soportadas por algunas especies, e impedir la organización del espacio por parte de la comunidad. Las especies más resistentes aportan con su abundancia una base de homogeneidad, resaltada al tratarse de individuos de pequeño tamaño, fácilmente detectables por las unidades de muestreo empleadas. La disminución de la severidad proporciona enclaves diferenciales más abundantes, ocasionando la dispersión progresiva de las muestras, que además se ve favorecida por las dimensiones de algunos individuos. Al mismo tiempo aumenta la cobertura y la riqueza específica, hecho constante (salvo una pequeña excepción en Tamames), para las cuatro zonas.

Zona 2-Forfoleda. Es el segundo ejemplo de erosión como consecuencia de las cercanías de un cultivo. El primer eje del análisis (fig. 2) no refleja caracteres que puedan considerarse por entero relacionados con una secuencia de degradación, si bien existe la tendencia general, algo enmascarada, a que se separen los cuatro grados de mayor alteración de los dos restantes. Más confusas resultan las dispersiones que se producen sobre el segundo eje, pero en él alcanzan las coordenadas positivas más altas las unidades estabilizadas que se superponían a las típicamente erosionadas. De esta manera, en el plano definido por ambos, resulta manifiesto el gradiente de erosión que, aunque indicado por una flecha en la figura 2, debe interpretarse en un sentido centrípeto desde el cuadrante primero y las porciones más proximales del segundo y cuarto hasta el tercer cuadrante, donde se aglomeran las diez muestras del grado máximo de erosión.

Como en la zona anterior, a medida que se gana en estabilidad se pierde la precisión en lo que se refiere a las posiciones en el plano de los distintos grupos, aunque aquí el efecto es algo superior debido a la heterogeneidad del área estudiada (hecho que ya se deja entrever en los pequeños porcentajes de absorción). Dicho efecto se hace patente sobre todo a partir de los grados intermedios (tres y dos), siendo preciso destacar además, en este caso, una influencia mucho menor de los individuos leñosos de gran tamaño, en relación con la unidad de muestreo empleada; por ello la respuesta está más relacionada con los microhábitats puestos de relieve por la organización del espacio por parte de la comunidad.

El incremento de la cobertura y del número de especies son otras dos características ya citadas.

Zona 3-Villaseco de los Gamitos. Es una zona de completa deforestación, donde resulta imposible distinguir alguna superficie no erosionada, por lo que desaparece el grado cero. En este caso (fig. 3) hay una asimilación casi perfecta del gradiente con el eje I (de absorción muy superior al segundo eje), únicamente empañada por la falta de resolución entre los grados de alteración cinco y cuatro. Posiblemente aquí influye el gran número de especies en las fases de erosión más avanzada, lo cual ocurre también para el ejemplo siguiente, a diferencia de los dos primeros comentados.

Por lo demás, los caracteres que presenta la gráfica son similares a los

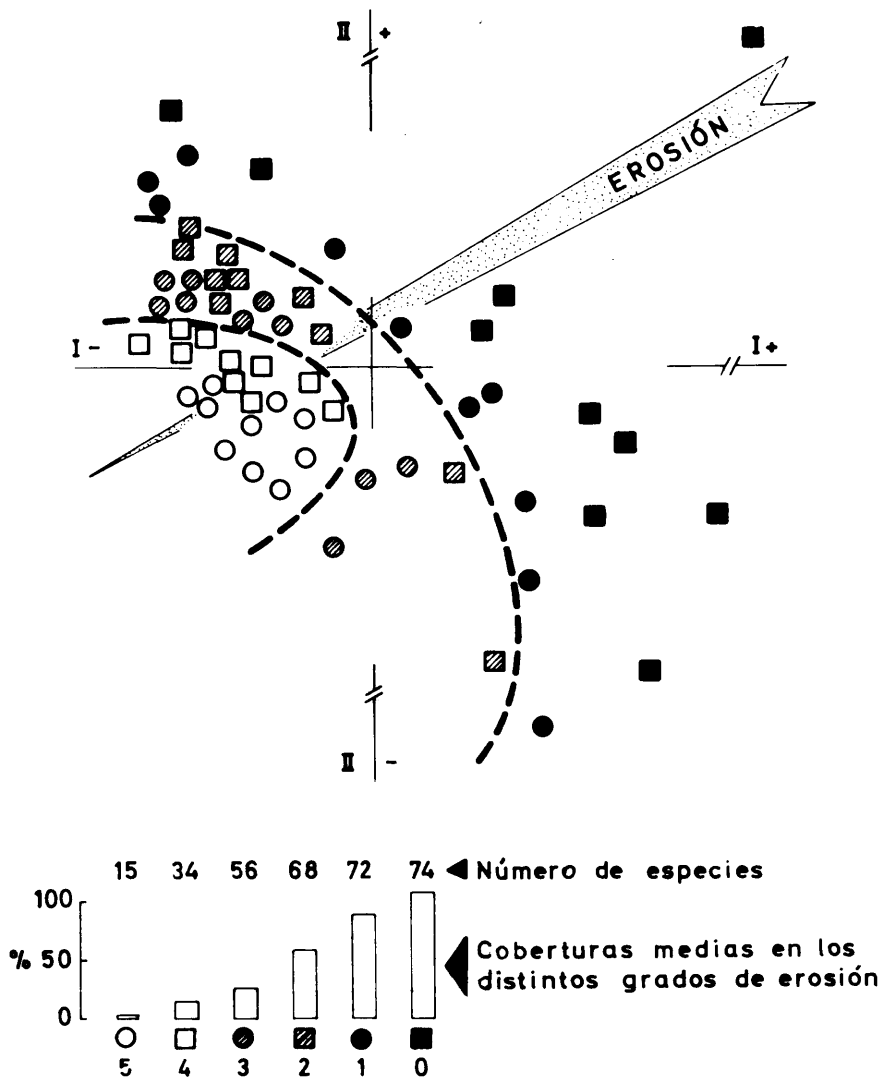


FIG. 2. Forfoleda. Situación de las muestras en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias.

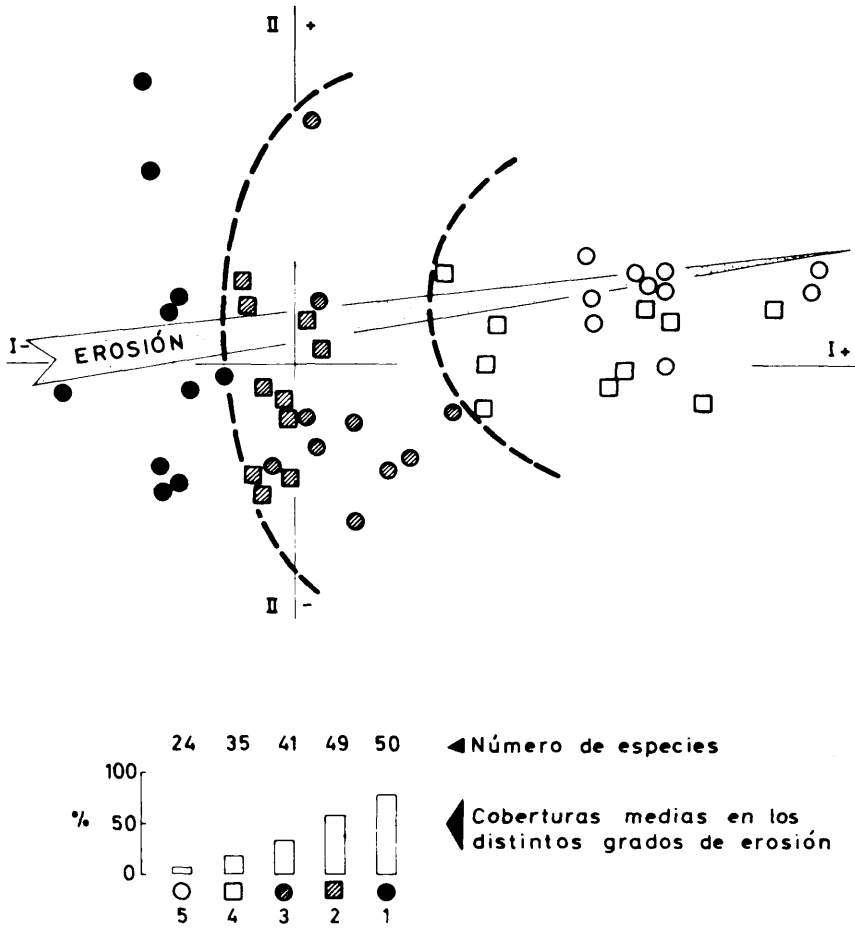


FIG. 3. Villaseco de los Gamitos. Situación de las muestras en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias.

que se vienen comentando: pérdida de precisión hacia las condiciones de pastizal, y aumentos en la cobertura y riqueza específica.

Zona 4-Tamames. Para este análisis (fig. 4), realizado sobre la base de una zona desforestada, pero que conservaba algunas encinas aisladas e irregularmente repartidas, el primer eje recoge la variabilidad debida a una serie de inventarios realizados bajo la copa de dichos árboles (a 0,5 m del tronco; en cinco árboles por la parte protegida) y que parecen diferenciarse casi tanto de la máxima erosión (grado cuatro) como de la mínima (grado uno).

El gradiente de erosión, disminuido en este caso por los extremos, aparece perfectamente definido por el eje II. Aquí no se produce la dispersión acostumbrada hacia el pastizal por impedirlo, probablemente, el grupo de unidades influenciadas por el arbolado que, como se acaba de indicar, demuestran su individualidad sobre el eje I.

A las coberturas crecientes —incluyendo las unidades bajo dosel arbóreo— se une una ligerísima irregularidad del número de especies, pero hay que anotar sobre todo la pequeña riqueza en el pasto subyacente a las encinas, por las condiciones particulares allí reinantes, y, de paso, el poder uniformizador de la vegetación, inherente a los elementos leñosos (PUERTO y cols., 1977); por ello la convergencia de estas unidades, a pesar de que los árboles muestreados estaban repartidos por toda la ladera.

Por último conviene dejar constancia de la importancia de las dos tendencias recogidas por el análisis, como se pone de manifiesto al comparar entre sí y con los demás los porcentajes de absorción.

ORDENACIÓN DE LAS ESPECIES

Se ha preferido dejar para el final las especies, porque dada la gran similitud de disposición en los casos en que éstas se repiten, hubiéramos tenido que hacer una relación muy similar para cada una de las cuatro zonas. Es preferible proporcionar una lista única (y puntual, tal y como la ofrece el análisis), pues a pesar de que así puedan relacionarse asociaciones distintas, se deja constancia de las poblaciones que cabe esperar según los diferentes grados de erosión.

En esta visión generalizada de la erosión destaca el grado cinco por el escaso número de elementos constituyentes, ya que varios de los que en él se encuentran aparecen con coberturas mayores a menor alteración. Podemos citar a: *Periballia involucrata* (Cav.), Janka, *Micropyrum tenellum* (L.) Link., *Velezia rigida* L. y también otras, pero que se presentan ya más ligadas al cuarto grado, como: *Koeleria setacea* Pers., *Agrostis delicatula* Pourr., *Tillaea muscosa* L., *Brachypodium distachyon* Roem. et S., *Arenaria capitata* Lam., *Plantago holosteum* Scop., *Teucrium polium* L., etc.

En el tercer grado, las especies más destacadas son: *Arnoseris minima* (L.) S. et K., *Filago minima* (Sm.) Pers., *Evax* sp., *Anthyllis lotoides* L., *Silene portensis* L., *Odontites longiflora* (Vahl) Webb, *Hippocrepis scabra* Dc., *Periballia laevis* (Brot.) Asch. and Graebn., *Linaria spartea* (L.) Willd., *Corynephorus canescens* (L.) P.B., *Bufonia macropetala* Willk. y *Eryngium tenue* Lam.

A menor erosión, en el grado segundo, resultan más abundantes: *Vulpia ciliata* Link, *Aira caryophyllea* L., *Trisetaria ovata* (Cav.) Paunero,

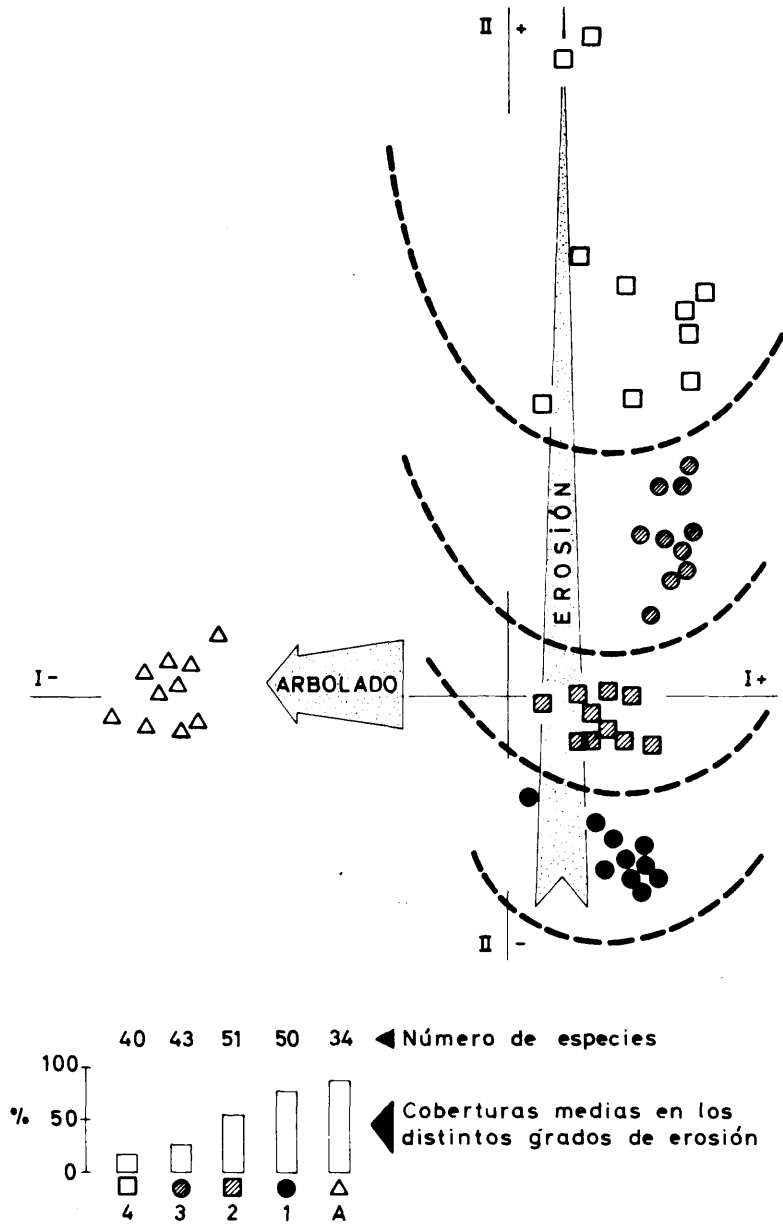


FIG. 4. Tamames. Situación de las muestras en el plano definidos por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias.

Jasione montana L., *Sanguisorba minor* Scop., *Hispidella hispanica* (Lamk.) Barnard., *Tolpis barbata* (L.) Gaertn., *Filago germanica* L., *Crucianella angustifolia* L., *Coronilla repanda* (Poir.) Guss., *Trifolium cherleri* L., *Helianthemum* gr. *umbellatum*, *Thymus zygis* L., *Genista bystrix* Lange, *Hedypnois cretica* (L.) Dum.-Courset y *Fumana procumbens* (Dunal) Gren. and Godron.

Las mejores definidoras del grado uno son: *Trifolium arvense* L., *Ornithopus perpusillus* L., *Trifolium angustifolium* L., *Leontodon taraxacoides* (Vill.) Mérat, *Andryala integrifolia* L., *Carlina corymbosa* L., *Centaurea ornata* Willd., *Campanula patula* L., *Dorycnium pentaphyllum* Scop., *Euphorbia exigua* L., *Xeranthemum inapertum* (L.) Miller, *Lavandula pedunculata* (Mill.) Cav., *Petrorragia prolifera* (L.) Ball. and Heywood, *Vulpia* sp., *Briza maxima* L. y *Poa bulbosa* L.

Para el grado cero de erosión encontramos, entre otras muchas, a *Trifolium striatum* L., *Trifolium glomeratum* L., *Trifolium subterraneum* L., *Trifolium campestre* Schreber, *Trifolium lappaceum* L., *Vicia angustifolia* L., *Vicia lutea* L., *Agrostis castellana* B. et R., *Festuca rubra* L., *Cynosurus echinatus* L., *Holcus setiglumis* B. et R., *Pbleum nodosum* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Gaudinia fragilis* (L.) P.B., *Plantago lanceolata* L., *Plantago major* L., *Galium verum* L., *Quercus rotundifolia* Lam., *Parentucellia latifolia* (L.) Car., *Daucus carota* L. y *Caucalis daucoides* L.

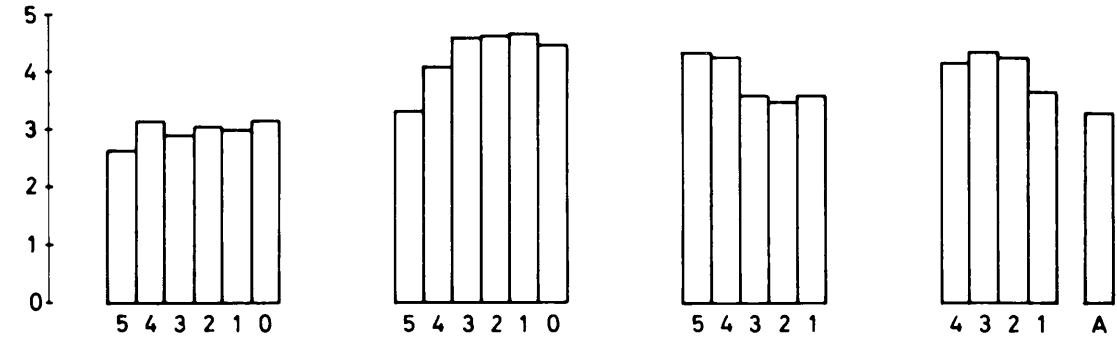
Por último, bajo el árbol, y aparte de algunas de las ya citadas como *Vulpia* sp., *P. bulbosa*, *Q. rotundifolia*, *P. lanceolata* y *C. echinatus*, aparecen: *Arrhenatherum elatius* Mert. et K., *Dactylis glomerata* L., *Bromus mollis* L., *Trifolium repens* L., *Trifolium scabrum* L. e *Hieracium pilosella* L.

LA DIVERSIDAD Y SUS COMPONENTES

Ya se ha indicado que la componente riqueza experimenta aumentos progresivos a medida que se reduce la erosión. Al mismo tiempo, la distribución de los individuos entre las especies resulta más regular en los niveles más alterados, como se ponía de manifiesto por la concentración de estas unidades en el análisis de correspondencias, y como ahora queda patente (fig. 5) con el cálculo de la uniformidad. En efecto, a pesar de que aparecen pequeñas discrepancias, la tendencia observable en la figura 5 es al decrecimiento; las menores variaciones, conservando un índice de uniformidad muy alto, aunque siempre en declive, se encuentran en Forfoleda, de cuya irregularidad ya hemos tratado (se obtienen cifras homogéneas al variar la dominancia entre los diferentes enclaves de un mismo nivel).

El hecho de que una componente aumente mientras la otra disminuye, proporciona unos valores de diversidad controvertidos, difícilmente explicables en sí mismos. En Terradillos y Forfoleda se producen aumentos (muy ligeros y discontinuos en el primero) al influir mucho más la riqueza; en las figuras 1 y 2 se dejó constancia del gran desequilibrio existente en estas localidades entre los grados de mayor y menor erosión. Por el contrario, con un mayor equilibrio en la representación específica, el índice aplicado muestra una cierta tendencia a decrecer, al imponerse la uniformidad, como ocurre en Villaseco de los Gamitos y en Tamames. La

Diversidad
H' de Shannon



Uniformidad
J' de Pielou

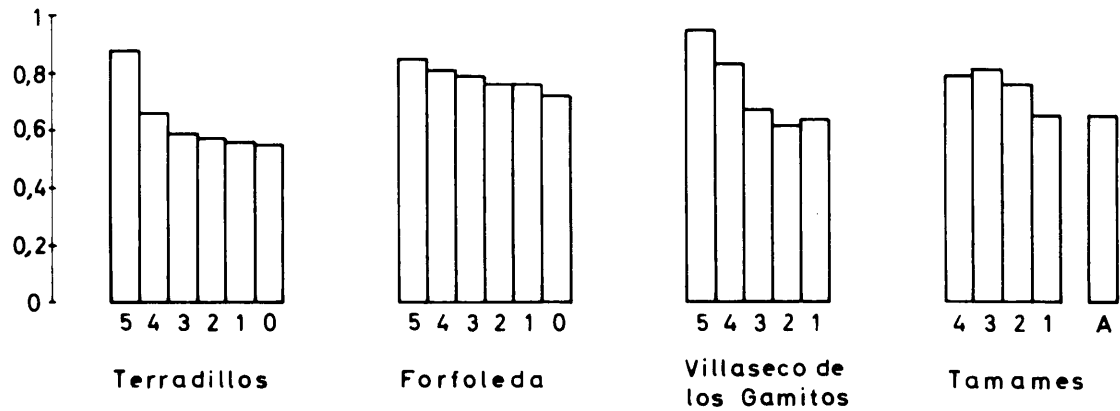


FIG. 5. Valores de diversidad y uniformidad en las distintas zonas, según el grado de erosión.

diversidad general más alta vuelve a coincidir con Forfoleda, por las causas citadas, y la más baja con Terradillos, posiblemente debido a la gran dominancia que ejercen las leñosas; el arbolado, como era de esperar, proporciona también valores relativamente reducidos.

BIBLIOGRAFIA

GIL, A., 1978: *Métodos de análisis multivariante en Ecología. Aplicaciones a una comunidad herbácea heterogénea*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

GIL, A.; LUIS, E., y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M., 1977: «Correspondencia entre diversos factores y la distribución de la vegetación en una ladera erosionada». *An. Edafol. Agrobiol.*, **36**: 501-525.

GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M., LUIS, E., y PUERTO, A., 1978: «El sistema de vaguada como unidad de estudio en pastizales». *Rev. Pastos*, **8,2**: 219-236.

PUERTO, A.; ALONSO, H., y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M., 1978: «Mosaicos de heterogeneidad ocasionados por el arbolado en comunidades de pastizal». *Anuario del C.E.B.A. de Salamanca de 1977*, 161-169.

RUIZ, M., NICOLÁS, J. P.; GALIANO, E. F., PINEDA, F. D., y BERNÁLDEZ, F. G., 1979: «Estructura y variabilidad de pastizales semiáridos en zonas graníticas». *Rev. Pastos*, **9,2**: 41-57.

EFFECT OF EROSION ON THE FLORISTIC COMPOSITION IN SEMIARID GRASSLAND ZONES

SUMMARY

Vegetation is sampled from four eroded areas of the province of Salamanca. By applying the correspondences analysis to each of them, the planes defined by the first two axes order the different strata limited according to the degree of erosion. At the same time, the most representative species stand out and these, in spite of the differences between the four areas, show a similar tendency with respect to their position on the gradient studied.

The concentration of the sampling units is generally greater as the degree of erosion increases, which demonstrates the convergence of the vegetation in the face of the rigorous environmental factors. The covering and the number of species increase toward the less eroded areas, whereas in the case of evenness, the opposite is true. From this polarity between uniformity and richness (number of species) controversial diversity relationships may be observed.