

ANALISIS DE DIVERSIDAD EN RELACION CON EL GRADIENTE DE LA VEGETACION MACROFITA EN EL RIO BERNESGA (LEON)

M.^a C. Fernández Aláez, E. Luis Calabuig, M. Fernández Aláez

Dpto. de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de León.

Palabras clave: Diversity spectrum, macrophytic vegetation, gradient, Bernesga river, León (Spain).

ABSTRACT

DIVERSITY ANALYSIS IN RELATION WITH THE MACROPHYTIC VEGETATION GRADIENT IN THE BERNESGA RIVER (LEON)

The structure and characteristics of the vegetation associated to the banks of the Bernesga river, as well as of the helophyte and hydrophyte communities which grow in the water, are analysed through the gamma diversity expressed graphically by means of the diversity spectra. To this purpose, 100 transects, perpendicular to the river bed and distributed on both banks all along the length of the river have been performed; which have been included in six groups according to the evolution followed by such parameter.

The more frequent diversity spectrum is the one in which a relatively low number of samples shows the most remarkable increase of diversity with a posterior stabilization, which in most cases is a consequence of a very similar participation of the richness and the equitability. The different forms adopted by the diversity spectra bear no relation to any of the types of environment which follow one another along the river banks. Nevertheless, and as it was to be expected, when the transect ends in the water or there is a clear gradient of humidity in the aquatic medium conditions a lesser specific richness limiting the incorporation of new elements.

INTRODUCCION

Se puede considerar un río como un mosaico de microhábitats que se van sucediendo a lo largo de su recorrido, determinados por distintos factores ambientales, entre los que la influencia del hombre juega un papel primordial como agente modificador de sus características. La comunidad vegetal, tanto acuática como ribereña, asociada a estos microhábitats interviene decisivamente en el funcionamiento normal del sistema fluvial estabilizando las orillas y el lecho, modificando el balance de nutrientes en el agua y proporcionando alimento y protección a muchos grupos de invertebrados y peces.

En varios países europeos y especialmente en Gran Bretaña, se ha tratado este tema profusamente, desde los trabajos pioneros de Butcher (1933) hasta los más recientes de Haslam (1978) y Holmes (1983); sin embargo, las investigaciones realizadas en nuestro país acerca de los ecosistemas lóticos han concedido poca importancia a los aspectos relacionados con la vege-

tación macrófita, de ahí que el objetivo primordial de este estudio en el río Bernesga, que amplía el realizado por nosotros mismos en su tramo de montaña (Fernández *et al.* 1984) consista en analizar la estructura de la vegetación asociada a este medio, reflejo del gradiente horizontal establecido en sus márgenes, a través de los cambios experimentados por la diversidad en función de una ampliación de la muestra en el sentido de dicho gradiente.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El río Bernesga tiene su nacimiento en las inmediaciones del puerto de Pajares (30TTN749628) a 1.580 m de altitud, y tras recorrer unos 80 Km aproximadamente en dirección sureste, desemboca en la margen derecha del Esla entre las localidades de Vega de Infanzones y Palanquinos (30TTN929056).

Recibe a lo largo de su recorrido un número considerable de ríos y pequeños arroyos, que configuran

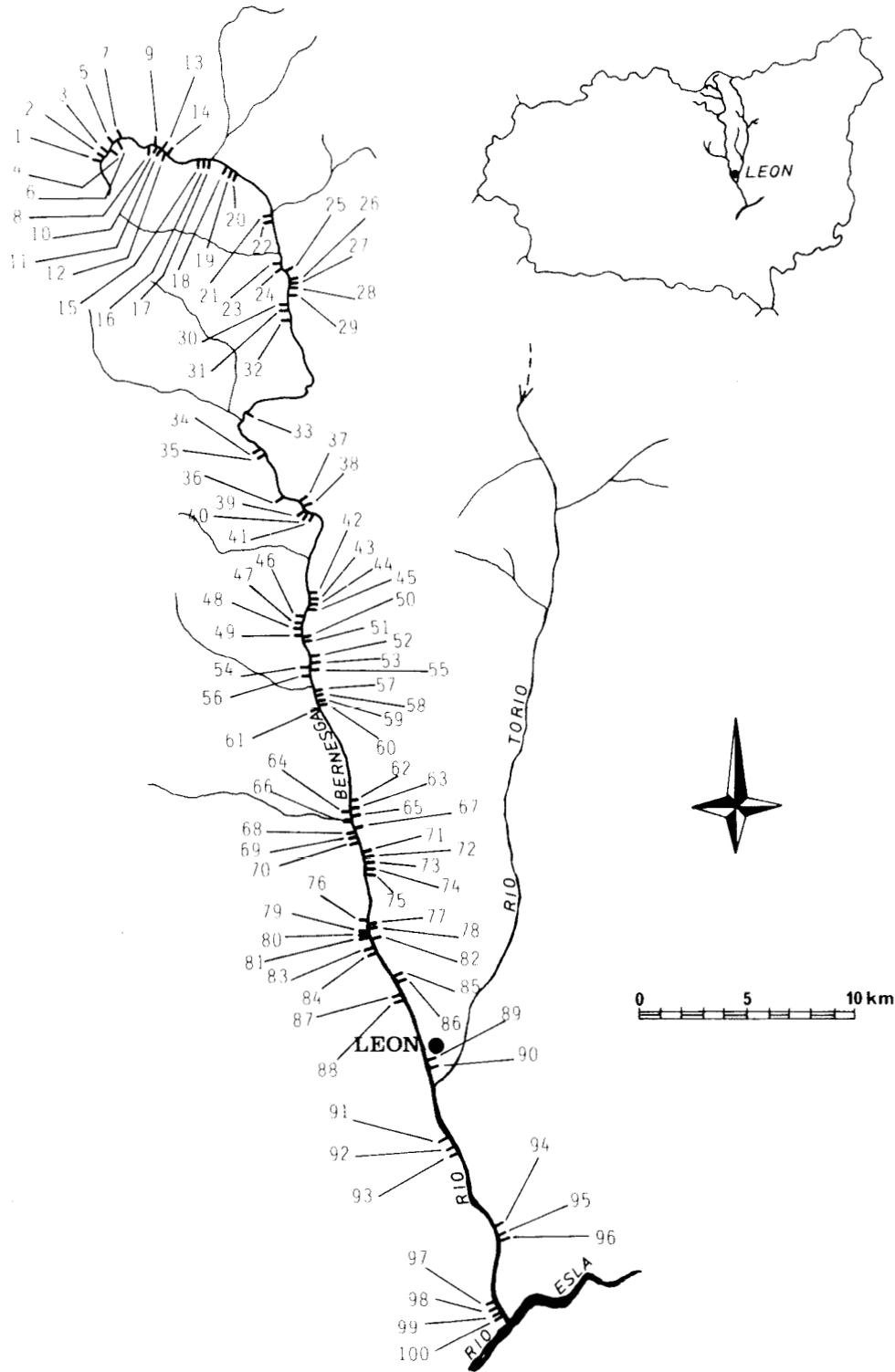


Figura 1.-Situación geográfica del río Bemesga y distribución de las transecciones realizadas.
 Geographical situation of the river Bemesga and distribution of the transects performed.

una cuenca de drenaje de 1.187,6 Km² de superficie. Se encuentran entre los primeros el Camplongo, Rodiezmo y Casares en el tramo de montaña, y aguas abajo de la capital se le une por la margen izquierda el Torio.

De acuerdo con la clasificación climática establecida por Papadakis (1961) corresponde al tramo de montaña un clima mediterráneo templado fresco húmedo, mientras que en las zonas media y baja el clima se define como mediterráneo templado seco.

Hasta La Robla aproximadamente el río atraviesa un área caracterizada por una enorme variedad litológica, ya que están presentes pizarras, carbón, areniscas, calizas, dolomías y margas, pertenecientes al Paleozoico. Sin embargo, la parte baja y media de su recorrido es más homogénea y esta ocupada por depósitos aluviales recientes, cuaternarios.

METODOLOGIA

Dentro del periodo estival correspondiente a los años 1982 y 1983 se ha llevado a cabo un muestreo de la vegetación acuática y ribereña, que aparece asociada al río Bernesga a lo largo de todo su recorrido. Con este motivo se han realizado 100 transectos (fig. 1) localizados en aquellas zonas de más fácil acceso, y que tras una primera observación general presentaban una estructura y composición florística claramente representativas del ambiente fluvial. Dichos transectos se sitúan perpendicularmente al cauce en ambos márgenes y contienen un total de 780 inventario o unidades cuadradas de 0,5 m de lado, cuya distancia de separación varía en relación con el grado de heterogeneidad mostrado por la vegetación, aunque generalmente es de 0,5 o 1 m.

Las especies incluidas en cada inventario se han cuantificado en función de su porcentaje de cobertura; y a partir de los resultados obtenidos en cada uno de los transectos se ha realizado un estudio de la diversidad de tipo gamma o diversidad sectorial, definida por Whittaker (1972) como el producto de la diversidad alfa de las comunidades de un área geográfica y el grado de diferenciación beta entre ellas. Esta diversidad de conjunto, que se refiere a un número de muestras que han sido combinadas se ha medido utilizando el índice de Shannon-Weaver (1949) derivado de la teoría de la información: tras lo cual se ha representado gráficamente junto a la riqueza y la uniformidad, mediante la construcción de espectros de diversidad, cuya utilidad en el estudio de la estructura de las poblaciones naturales por medio de transectos ha sido señalada por Margalef (1977).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar el comportamiento seguido por la diversidad de tipo gamma en la comunidad vegetal que ocupa las riberas y el cauce del río se observa como hecho más destacado la existencia de varias tendencias comunes en algunas de las transecciones efectuadas. En función de los modelos que se derivan del análisis, y basándose por tanto, en la forma adoptada por el espectro de diversidad, ha sido posible realizar una clasificación de los transectos en seis grupos designados con letras de la A a la F. (Fig. 2a y 2b).

La elevada variedad de formas adoptadas por el espectro determina que en ocasiones resulte altamente problemático el pretender incluir con exactitud una determinada evolución de la diversidad en alguno de los grupos definidos, máxime cuando dicha evolución plantea una situación intermedia difícilmente asignable a cualquiera de los modelos obtenidos. Se ha planteado como norma que dichos grupos recojan tendencias de evolución bastante generales y no basen su formación en comportamientos muy particulares de la diversidad gamma.

El primer grupo, que es el más numeroso (56 transectos), integra aquellos casos en los que la diversidad aumenta de forma más o menos prolongada, para alcanzar posteriormente una práctica estabilización. Dentro de este apartado se incluyen también situaciones en las que esta forma general viene precedida por una fase de descenso o de mantenimiento a un nivel prácticamente constante. El grado de participación de la riqueza y la uniformidad en esta evolución y más concretamente en la estabilización de la diversidad determina la existencia de ciertos matices, que sirven de base para establecer tres subgrupos.

El primer subgrupo responde a una mayor participación de la uniformidad dado que el avance en el gradiente de humedad supone la adición ininterrumpida de nuevas especies; no obstante, en determinados casos la incorporación del último inventario no comporta un enriquecimiento específico (transecto 7). Estas características coinciden preferentemente en varios de los transectos realizados en la zona alta del río, donde el medio genuinamente ribereño y fluvial no aparece reflejado o está limitado a una estrecha franja. Esta última situación se produce en el transecto 30, donde además se pone de manifiesto la superioridad exhibida por *Carex acuta* subsp. *broteriana* a través de una disminución de la uniformidad.

La comunidad vegetal que se desarrolla en las zonas ocupadas por depósitos aluviales y que está ampliamente dominada por especies representativas de los márgenes de los cursos de agua puede presentar una evolución de la diversidad gamma y de sus componentes coincidente con la seguida por este grupo (transectos 65 y 70). En la transección 70 existe una

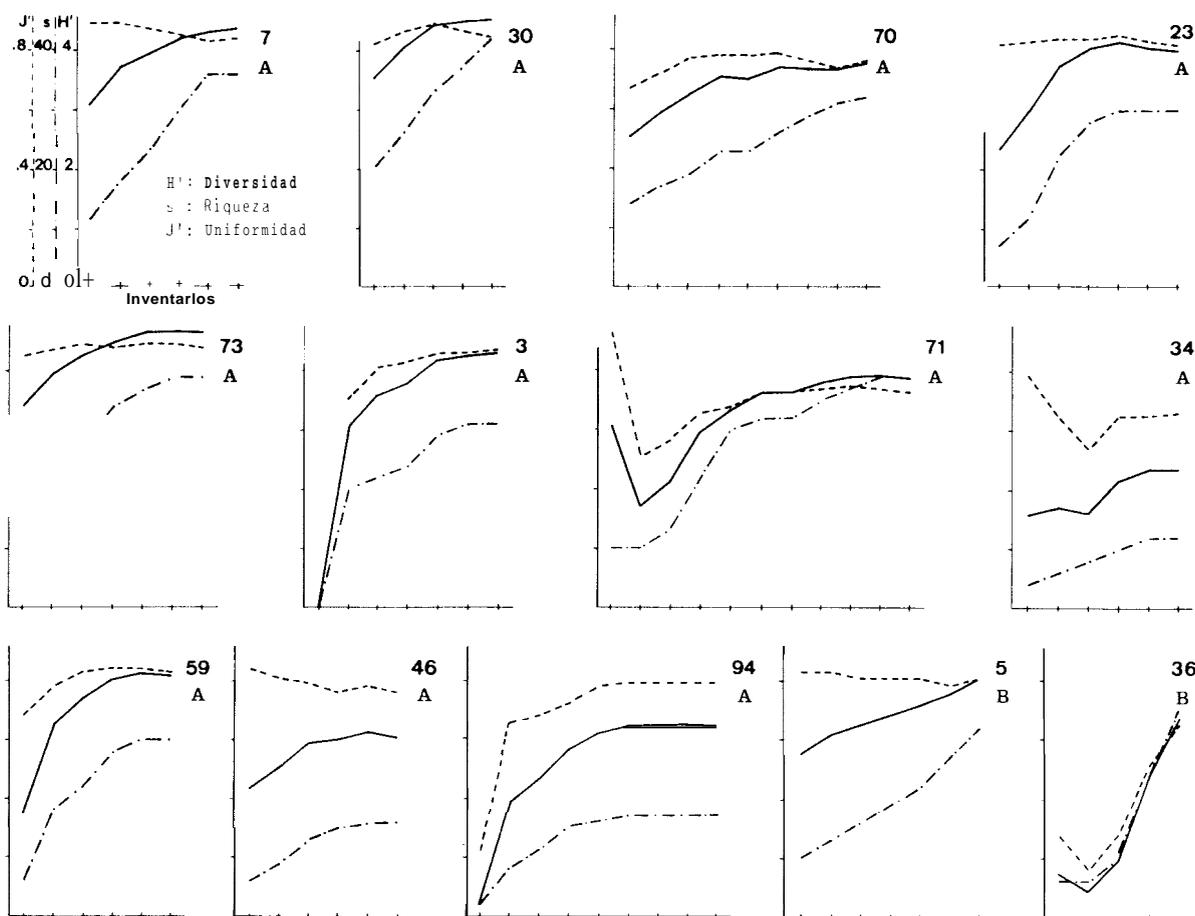


Figura 2a.—Espectros de diversidad correspondientes a las transecciones más representativas de los grupos establecidos
The diversity spectra corresponding to the most representative transects of the groups established.

fase inicial de marcado crecimiento definido tanto por la riqueza como por la uniformidad y una estabilización posterior determinada por esta última que incluso descende casi al final debido a la importancia alcanzada por *Mentha longifolia*.

Una aportación más importante de la riqueza en la evolución seguida por la diversidad y una trayectoria de la uniformidad que en la mayoría de los casos es prácticamente horizontal, son dos características que coinciden en un conjunto de diez transectos distribuidos a lo largo de todo el río a excepción de la zona más próxima al nacimiento.

No parece existir ninguna relación entre este tipo de comportamiento y un ambiente particular de los que aparecen asociados al curso de agua. Algunos transectos (23 y 32) se ubican en zonas donde los prados de siega están bien representados y dan paso a una vegetación higrófila y helófila típicamente ribereña, integrada por *Iris pseudacorus*, *Epilobium hirsu-*

tum, *Lysimachia vulgaris*, *Equisetum palustre*, *Phalaris arundinacea* y *Carex acuta* subsp. *broteriana*. Otros pueden atravesar amplias extensiones ocupadas por guijarrales, existiendo a veces una zona final caracterizada por la presencia de hidrófitos (*Myriophyllum verticillatum* y *Ranunculus pseudofluitans*). Particularmente en la transección 73 se instala una comunidad vegetal muy peculiar en la que se mezclan elementos que caracterizan los medios altamente nitrificados y antropizados (*Verbena officinalis*, *Sisymbrium austriacum* subsp. *contortum*, *Dipsacus fullo-*
num, *Lactuca serriola*) con especies ligadas a ambientes húmedos como *Equisetum palustre*, *Agrostis stolonifera*, *Scirpus holoschoenus*, *Calamagrostis pseudophragmites*... y existe además una colonización importante por parte de ejemplares arbustivos de *Salix triandra* y *Salix viminalis*. La progresiva estabilización de la riqueza, característica propia de este último conjunto de transectos responde al efecto limitan-

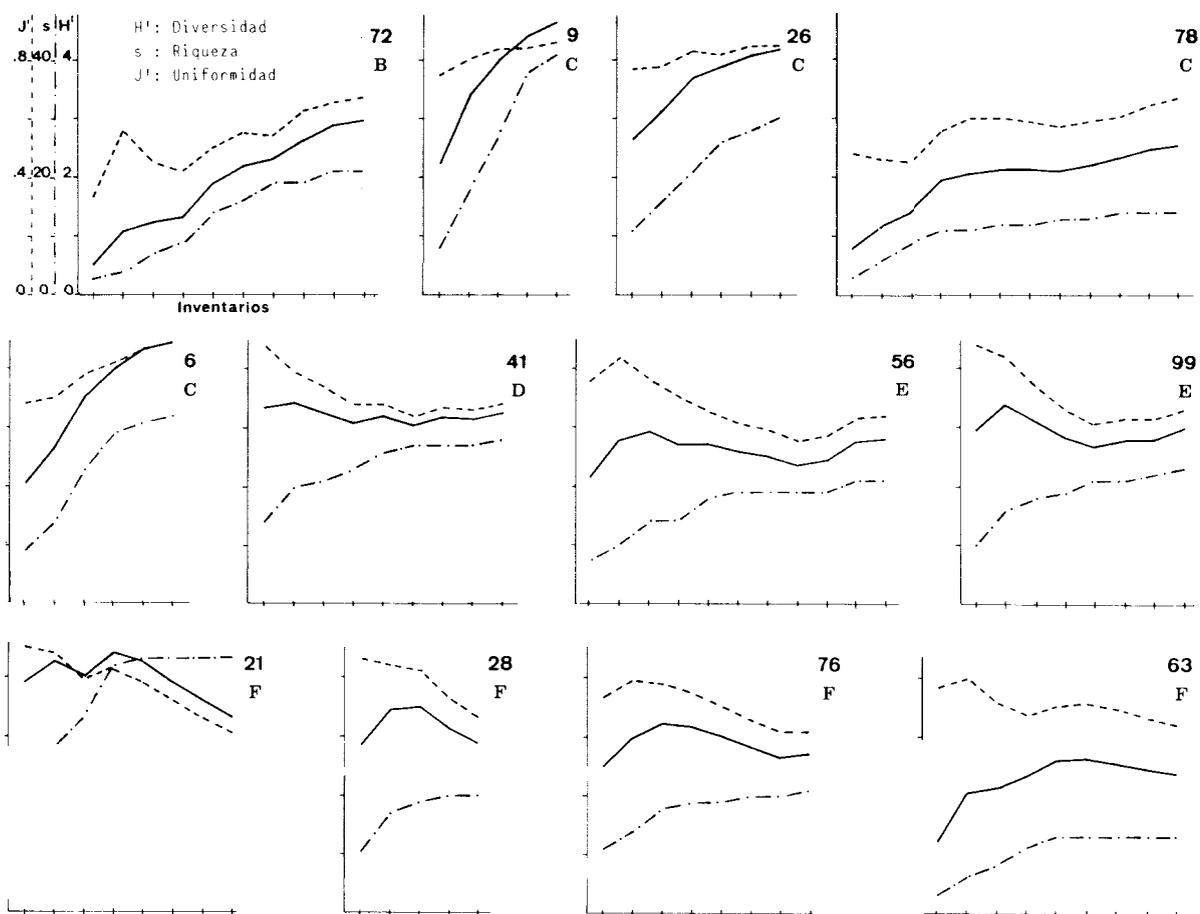


Figura 2b.—Espectros de diversidad correspondientes a las transecciones más representativas de los grupos establecidos.
The diversity spectra corresponding to the most representative transects of the groups established.

te del medio acuático, más acentuado que en los correspondientes al subgrupo anterior.

Es mucho más frecuente que tanto la riqueza como la uniformidad contribuyan aproximadamente en la misma medida a la progresiva disminución del crecimiento de la diversidad que al final consigue alcanzar un techo más o menos largo y acentuado, siendo esta característica la que determina la formación del tercer subgrupo. Dicho comportamiento aparece indistintamente a lo largo del río y se manifiesta tanto si está ausente una zona ribereña bien definida como si existe una clara influencia del ecosistema fluvial en una estrecha franja. En la transección 3, incluida en este grupo, destaca también la presencia exclusiva de *Erica arhorca* en el primer inventario, que se traduce en un valor nulo de diversidad con una extraordinaria subida posterior al entrar en un prado de siega hidromorfo muy rico en especies.

Están representadas además las ya mencionadas zonas ocupadas por cantos y gujarros, donde se sitúa un amplio número de transectos cuyo espectro de diversidad es ligeramente diferente de unos a otros, especialmente en el tramo inicial, aunque manteniéndose siempre dentro del esquema general asociado al primer grupo en el que se han incluido. El dominio inicial de alguna especie, como *Agrostis stolonifera* en la transección 71, determina un descenso muy acusado de uniformidad y consiguientemente de diversidad, al no quedar compensado por un crecimiento suficientemente grande de la riqueza. Sin embargo, en otras transecciones, situaciones prácticamente similares de la uniformidad no tienen la misma repercusión sobre la diversidad gamma, que bajo el efecto de una mayor adición de especies puede seguir una trayectoria más o menos horizontal (transección 34), o mantener desde el comienzo la pauta de crecimen-

to impuesta por la riqueza. Se da el caso también de que ambos componentes, y en consecuencia la diversidad, progresen de forma muy semejante, con un crecimiento más o menos largo y acentuado, y una estabilización final. En tal situación se encuentra entre otras, la transección 59, donde esta última circunstancia viene impuesta por la proximidad y entrada en el agua donde se desarrolla *Phalaris arundinacea*.

La inclusión dentro de la comunidad vegetal influida por la presencia del río de varios elementos pertenecientes al estrato arbustivo o herbáceo del bosque ribereño, o de una serie de especies ligadas a medios fuertemente ruderalizados y nitrificados proporcionan una fisonomía especial y distinta a un conjunto de transectos que en el último caso aparecen localizados preferentemente en la zona más baja del río. Dentro de la primera situación se encuentra la transección 46, en la que la diversidad gamma tiene una evolución prácticamente paralela a la riqueza, estabilizándose cuando en contacto con el agua se impone *Sparganium erectum*, al mismo tiempo que la uniformidad mantiene una trayectoria casi constante tras un descenso inicial. La transección 94 se encuentra en el último apartado mencionado, y está caracterizada porque la influencia del ecosistema lótico se extiende prácticamente hasta el comienzo del transecto, entrando en su composición varios elementos helófitos como *Glyceria declinata*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Sparganium erectum*, o higrófilos como *Rorippa islandica* o *Bidens tripartita*.

No siempre un aumento del número de inventarios conduce a una subida y posterior estabilización de la diversidad, sino que en ocasiones, el espectro de diversidad puede reflejar una elevación gradual de dicho parámetro. Este comportamiento viene precedido en algunos transectos por un tramo prácticamente horizontal indicativo de la ausencia de una heterogeneidad inicial, o incluso por una fase de descenso más o menos pronunciado.

En ocho transecciones distribuidas a lo largo del río coinciden estas características, si bien no existe un comportamiento de la riqueza y la uniformidad común a todas ellas. Por ejemplo, en la transección 5 la incorporación lenta y continuada de especies a lo largo del prado de siega, reforzada con la instalación de nuevos elementos, algunos típicamente higrófilos como *Senecio aquaticus*, *Veronica becabunga*, *Caltha palustris*, *Nasturtium officinale*, conduce a un crecimiento constante de la diversidad, en tanto que la uniformidad se mantiene dentro de un margen de variación muy estrecho con una trayectoria ligeramente descendente.

La participación de este último componente es más importante en una serie de transecciones, entre las que figuran la 36 y 72. La existencia de una zona inicial homogénea, fuertemente dominada por *Brachy-*

podium pinnatum subsp. *rupestre* en la primera de ellas, conduce a un descenso previo de diversidad, pero a continuación se la añaden y después sustituyen un número creciente de especies, algunas higrófilas (*Veronica anagallis-aquatica*, *Filipendula ulmaria*) y muchas asociadas a medios fuertemente nitrificados (*Poa annua*, *Polygonum lapathifolium*, *Chenopodium album*), cuya presencia está en relación con la proximidad de Peredilla. En una posición más avanzada y con una fisonomía totalmente diferente se sitúa la transección 72, que recoge un guijarral inicialmente muy pobre en especies donde se implanta una formación arbustiva presidida por *Salix triandra*. El estrato herbáceo lo ocupan mayoritariamente *Agrostis stolonifera* y en menor medida *Equisetum palustre*, así como algunas especies que revelan un cierto grado de ruderalización como *Polygonum lapathifolium*, *Plantago* mayor. La incorporación de nuevos elementos se realiza de forma ininterrumpida contribuyendo asimismo a una evolución ascendente de la uniformidad, pero al aproximarse al cauce por donde discurre el agua se frena el crecimiento de la riqueza, por lo que el aumento final de la diversidad gamma sólo puede ser atribuido al primer componente.

Existe un conjunto de transecciones que manifiestan un comportamiento intermedio entre los dos grupos anteriores, ya que después de un crecimiento acentuado de la diversidad gamma el espectro experimenta una reducción de pendiente en relación con la riqueza, con la uniformidad o con ambas, aunque manteniendo una tendencia ascendente hasta el final. Este tipo de situación, al igual que en los casos anteriores, no tiene ninguna relación de preferencia con un tramo particular del río ni con un ambiente determinado.

Solamente en la transección 9 la acción de la uniformidad influye básicamente en la ralentización de la diversidad, ya que la riqueza presenta una pendiente muy pronunciada, reducida ligeramente al incorporarse el último inventario que sólo aporta *Carex acuta* subsp. *broteriana*, *Agrostis stolonifera* y *Poa pratensis*. Aunque en un número considerable de transecciones la riqueza y la uniformidad participan en una disminución del ritmo de crecimiento de la diversidad gamma, es necesario realizar varias matizaciones de acuerdo con el grado de intervención de ambos componentes en la ausencia de una clara estabilización de dicho parámetro.

La riqueza interviene decisivamente en conseguir un crecimiento continuo de la diversidad en la transección 26; sin embargo, la participación de la uniformidad es poco significativa pues su trayectoria ligeramente ascendente desde el comienzo aparece interrumpida de forma puntual en dos ocasiones. La incorporación de nuevos elementos disminuye pero no se frena al aumentar la superficie muestreada; ya que

además de que algunas especies procedentes de la pradera higrófila se mantienen hasta el final del transecto, la proximidad al agua permite la aparición de otras nuevas como *Phalaris arundinacea*, *Agrostis stolonifera*, *Carex acuta* subsp. *broteriana*. Solamente en la transección 78 la ausencia de un techo final en el espectro de diversidad tiene su origen fundamentalmente en la uniformidad, dado que la riqueza permanece prácticamente invariable, y a un nivel bastante bajo después de un crecimiento inicial más intenso; sin embargo la incorporación de *Veronica becabunga* y *Ranunculus pseudofluitans* impuesta por la presencia del agua, se traduce en un mayor equilibrio de la comunidad y consiguientemente en un ascenso de uniformidad, que sigue a una etapa de estabilización previa. La existencia de una zona ribereña altamente heterogénea recogida en la transección 6 determina un ascenso continuo tanto de la riqueza como de la uniformidad. La primera por la adición ininterrumpida de nuevas especies en el prado de siega progresivamente más húmedo que, sin embargo, experimenta una ligera reducción bajo la influencia más acentuada del medio fluvial; y la segunda por la ausencia de algunos elementos claramente dominantes, de forma que la adición de nuevos inventarios consigue paulatinamente una situación más equilibrada en la comunidad vegetal.

Contrastando con las transecciones analizadas hasta aquí, existe un grupo poco numeroso en el que la ampliación del tamaño de la muestra produce un espectro de diversidad que, aunque con ligeras fluctuaciones, se mantiene prácticamente horizontal o al menos dentro de un margen de variación muy reducido. El aumento de riqueza coincide con un descenso de uniformidad originado por el dominio de una o varias especies, que se interrumpe de forma casi general cuando la primera componente alcanza un techo, siguiendo a partir de aquí una evolución prácticamente constante. Todas estas características aparecen reflejadas en seis transectos concentrados casi en su totalidad en el tramo central del río, pudiendo servir de ejemplo el transecto 41 localizado en las proximidades de Puente de Alba. Una presencia poco significativa de varias especies en relación con una mayor importancia de *Tussilago farfara*, *Mentha longifolia* o *Agrostis stolonifera*, resulta determinante de un acentuado descenso de uniformidad, que se refleja en el espectro al no quedar totalmente compensado con un aumento de riqueza; sin embargo, las tendencias opuestas de los dos componentes se vuelven coincidentes y prácticamente horizontales cuando la cercanía del agua determina la presencia de una vegetación helófila integrada por un número muy reducido de especies (*Eleocharis palustris*, *Glyceria fluitans*), aunque con cobertura alta.

En la mitad inferior del río se sitúan varios transec-

tos cuyo espectro de diversidad tiene puntos de contacto con el anterior, aunque se diferencian por un aumento inicial de la diversidad gamma relacionado con la uniformidad, que experimenta en esta etapa un crecimiento variable y cuando desciende lo hace con una pendiente menos pronunciada. Tras esta etapa inicial el citado componente impone un descenso variable de la diversidad, coincidiendo con algunas de las transecciones incluidas en el grupo anterior (transección 41), con una posterior recuperación, por lo general poco apreciable. Prácticamente todas las transecciones integradas en este grupo están caracterizadas por la presencia de una franja de vegetación ribereña amplia y bien delimitada, coincidiendo frecuentemente con áreas ocupadas por cantos y guijarros, donde existe un número reducido de especies, una de las cuales, que generalmente es *Agrostis stolonifera*, se establece como dominante.

En función del comportamiento seguido por los componentes es posible hacer dos apartados: el primero incluye aquellas transecciones en las que el descenso de uniformidad coincide en parte o en su totalidad con una práctica estabilización en la adición de especies, tal como ocurre en la 56; y en el segundo se integran aquellas en las que la riqueza sigue aumentando a lo largo de toda esta etapa, situación en la que se encuentra la 99. En ambas transecciones el fuerte dominio de *Agrostis stolonifera* conduce a un descenso de diversidad seguido de una ligera recuperación, que en la 99 tiene su origen en el mayor equilibrio conseguido al ser sustituida aquella por *Rorippa islandica*, así como en la incorporación de *Phalaris arundinacea* y *Alisma plantago-aquatica*; mientras que en la 56 no corresponde a una etapa más avanzada en el gradiente, pues viene determinada por la adición de *Tussilago farfara* y *Calamagrostis pseudophragmites*, que marcan una continuidad en el transecto.

El crecimiento y a veces posterior estabilización de la diversidad va seguido en algunos transectos de un descenso que tiene su origen en la uniformidad, mientras que en la mayoría de los casos la incorporación de nuevas especies se frena totalmente. No obstante, esta circunstancia que es común a este grupo de transecciones no se cumple siempre del mismo modo, ya que la diversidad puede disminuir en un espacio más o menos prolongado, llegando a alcanzar un nivel similar o inferior al conseguido por la diversidad inicial.

La presencia de *Carex acuta* subsp. *broteriana* como especie exclusiva de la comunidad típicamente ribereña es la característica que determina la forma del espectro de diversidad en un conjunto de transección situados en el tramo superior del río, a excepción de la etapa más genuinamente montañosa, y entre los que se encuentran el 21 y el 28. En ambos ca-

En la zona inicial es una pradera con un marcado grado de humedad edáfica, mucho más rica en especies y heterogénea en la primera, donde la adición de nuevos elementos no se refleja claramente en el espectro de diversidad debido al descenso de equitabilidad producido más por la presencia insignificante de un gran número de especies frente a la cobertura algo superior de *Trifolium repens*, *Trifolium fragiferum*, que por el dominio de alguna de ellas.

Cuando *Carex acuta* subsp. *broteriana* desaparece prácticamente en una zona más baja del río la evolución descendente de la diversidad permanece en una serie de transectos, algunos próximos a la desembocadura (96), resultado de la importancia adquirida por *Agrostis stolonifera* o del establecimiento de una vegetación helófila (*Eleocharis palustris* y *Glyceria declinata*) o hidrófila (*Ranunculus pseudofluitans*). La primera situación se produce en la 76, caracterizada además por una ligera recuperación final de la diversidad originada por la incorporación de *Myriophyllum alterniflorum*, que representa una etapa más avanzada en el gradiente. El dominio de *Ranunculus pseudofluitans* en un amplio tramo de la transección 63 y el estancamiento de la riqueza a un nivel bastante bajo, que viene a señalar la entrada en el agua, son los hechos que determinan una evolución descendente en la segunda mitad del espectro de diversidad.

CONCLUSIONES

El modelo de evolución más frecuente, es decir, la progresiva ralentización de la diversidad, está impuesto frecuentemente por la mayor proximidad al agua; factor que, por un lado, puede ser determinante de una reducción de la riqueza específica y por otro, resulta decisivo en la potenciación de ciertas especies. No obstante, a la vista de las restantes formas del espectro se deduce la imposibilidad de establecer una relación causa-efecto entre el avance en el gradiente y

una estabilización más o menos marcada de la diversidad, situación que, sin embargo, recoge con mayor frecuencia la riqueza específica, como resultado de la acción limitante del agua. Más raramente, el contacto con el ambiente ribereño o la entrada en el agua se reconoce por un aumento adicional de diversidad, en consonancia especialmente con la incorporación de nuevas especies.

Por otra parte, aun cuando los transectos recogen una importante variedad de ambientes, no existe correspondencia bien definida entre la estructura particular de las comunidades vegetales que se desarrollan en ellos y cualquiera de las formas adoptadas por los espectros de diversidad.

BIBLIOGRAFIA

- Butcher, R.W. 1933.** *Studies on the ecology of rivers. I. On the distribution of macrophytic vegetation in the rivers of Britain.* *J. Ecol.*, 21: 58-91.
- Fernández, C.; Luis, E. y Fernández, Hl. 1984.** *Estudio de la composición y distribución de la vegetación ribereña en la cuenca alta del río Bernesga.* León. *Limnetica*, 1: 159-168.
- Haslam, S.M. 1978.** *River plants. The macrophytic vegetation of watercourses.* Cambridge University Press, 396 pp.
- Holmes, N.T.H. 1983.** *Typing British rivers according to their flora.* *Focus of Nature Conservation*, N.º 4 Nature, Conservancy Council.
- Margalef, R. 1977.** *Ecología.* Omega, Barcelona, 951 pp.
- Papadakis, P. 1981.** *Climatic tables for the world.* P. Papadakis, Buenos Aires.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949.** *The mathematical theory of communication.* University of Illinois Press. Urbana, 1-125.
- Whittaker, R.H. 1972.** *Evolution and measurement of species diversity.* *Taxon*, 21: 213-251.