

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA VEGETACION MACROFITA EN LA CUENCA DEL RIO ORBIGO (LEON)

M. FERNANDEZ ALAEZ, M.C. FERNANDEZ ALAEZ, E. LUIS CALABUIG

Universidad de León. Facultad de Biología. Departamento de Ecología, Genética y Microbiología
(Área de Ecología)
Campus de Vegazana. 24071 LEON ESPAÑA

1. INTRODUCCIÓN

La complejidad de factores que afectan a la vegetación de las aguas corrientes es tal vez una de las causas fundamentales que ha motivado el escaso número de estudios relativos a los requerimientos ecológicos, de tales comunidades vegetales. Sin embargo, en los últimos años el interés por este tema se ha incrementado y ha surgido un considerable número de estudios, fundamentalmente en Europa Occidental y Central (Haslam, 1978; Wiegleb, 1980, 1984; Peñuelas y Sabater, 1985; Fernández, 1986; Wolff, 1987). Se ha llegado incluso a la utilización de los macrófitos en la valoración de la calidad de las aguas, si bien, según afirma Wiegleb (1980), los resultados de los distintos autores son contradictorios y difícilmente comparables al no coincidir en la metodología utilizada.

Con este trabajo se pretende dar continuidad al estudio iniciado por los mismos autores en la cuenca del Orbigo, y cuyos resultados han sido publicados recientemente (Fernández *et al.*, 1987). Sirve fundamentalmente para ampliar y profundizar en el conocimiento de las modificaciones que se producen en la composición florística y distribución de las comunidades de macrófitos asociadas a los ríos que componen la citada cuenca. Como punto de referencia para la interpretación de tales modificaciones se consideran, por un lado, los cambios naturales en las características de los cursos de agua, que se suceden desde el nacimiento hasta la desembocadura, y por otro, las distintas formas de intervención humana en la cuenca.

2. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

La cuenca del Orbigo se configura como una de las principales redes hidrográficas de la provincia de León, con una superficie de drenaje de

EF

4972 Km². El Orbigo, río que da nombre a la cuenca, se origina por la confluencia de los ríos Luna y Omañas, cuyas aguas proceden de las montañas de Cabrillanes (1600 m) y Murias de Paredes (1700 m) respectivamente. El Luna se encuentra regulado por medio de los embalses de Barrios de Luna y de Selga-Ordás. Desde su origen hasta la desembocadura en el Esla, el Orbigo se dirige hacia el sur, con un recorrido aproximado de 90 Km; recibe como aportación más importante a su caudal los ríos que forman la subcuenca del Tuerto (Tuerto, Brañuelas, Turienzo y Duerna), en cuya cabecera se sitúa el embalse de Villameca, y una vez en la provincia de Zamora se incorpora el Eria.

Desde el punto de vista litológico, la cuenca está formada por materiales predominantemente silíceos, a excepción del sector norte, que incluye el Luna y el Torrestío, donde existen afloramientos calizos (fig. 1).

3. METODOLOGIA

En las 37 estaciones de muestreo seleccionadas en la cuenca hidrográfica del Orbigo (fig. 1) se ha llevado a cabo el estudio de la vegetación macrófita acuática y ribereña en el mes de Agosto de 1986, que coincide con el periodo de crecimiento máximo. En cada punto de muestreo se consideró un sector del río de 100 m de longitud, tomando como anchura la del cauce ocupado por el agua y la correspondiente a las franjas de vegetación ribereña. En esta superficie inventariada se estimó la presencia de las especies como porcentaje de cobertura.

En estos mismos puntos, y con una periodicidad estacional, se tomaron muestras para realizar el análisis de las características físico-químicas del agua. Se determinaron «in situ»: pH, oxígeno disuelto, temperatura del agua y conductividad. En el laboratorio, y usando electrodos selectivos Orion, se midieron cloruros, amoníaco, sodio, potasio y calcio, mientras que el resto de los parámetros (alcalinidad, magnesio, sulfatos, silicatos, nitratos, sólidos en suspensión, fosfatos y nitritos) se analizaron mediante los métodos usuales indicados en Golterman *et al.* (1978), Standard Methods (1975, 1980), Rodier (1981) y Margalef *et al.* (1976).

Se ha utilizado la expresión de Godron (1968) de la entropía-especie con el fin de suprimir en la matriz original de datos de vegetación las especies que aportan menor información. Previamente al tratamiento estadístico de estos datos se han normalizado los valores de cobertura de las especies mediante la transformación angular (Dagnelie, 1960). Se realizó un análisis de componentes principales (Factor Analysis BMDP4M, 1982) a partir de la matriz formada por 84 especies y 35 puntos de muestreo, puesto que dos análisis realizados con anterioridad sugirieron la eliminación de las muestras del río Jamuz, que absorbían gran parte de la varianza.

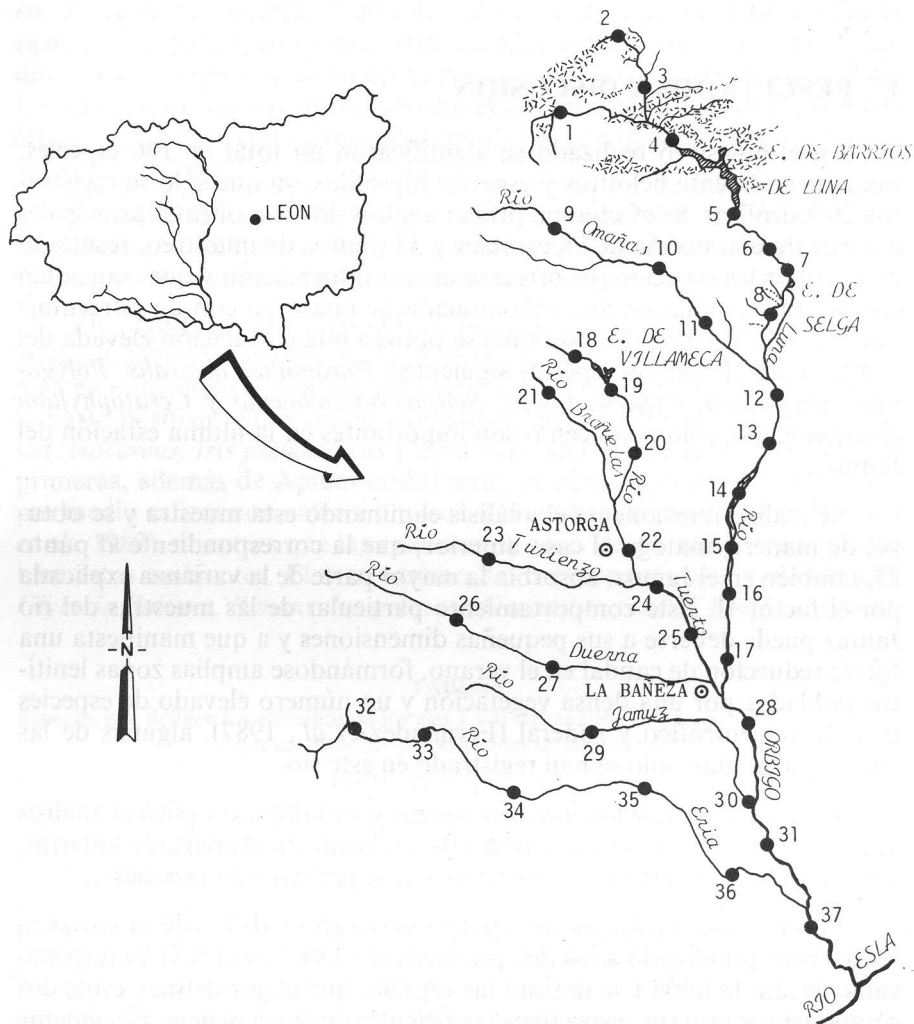


FIGURA 1

Mapa de la cuenca del río Orbigo indicando la situación de las estaciones de muestreo. Se señalan las zonas constituidas por materiales de naturaleza caliza

Por otra parte, se analizó la regresión lineal entre los dos primeros componentes principales resultantes y diversas variables físico-químicas del agua.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el muestreo realizado se identificaron un total de 106 especies, fundamentalmente helófitos y especies higrófilas, ya que sólo se registraron 20 hidrófitos. Se efectuó un primer análisis de componentes principales a partir de una matriz de 88 especies y 37 puntos de muestreo, resultado de suprimir las especies que ofrecían menor información y que coincidían con las encontradas en una sólo estación de muestreo con un porcentaje de cobertura del 1 %. En este caso se obtuvo una correlación elevada del componente II con las especies siguientes: *Phragmites australis*, *Polygonum salicifolium*, *Cyperus fuscus*, *Scirpus holoschoenus* y *Ceratophyllum demersum*, que sólo aparecen o son importantes en la última estación del Jamuz.

Se realizó nuevamente el análisis eliminando esta muestra y se obtuvo, de manera análoga al caso anterior, que la correspondiente al punto 29, también en el Jamuz, absorbía la mayor parte de la varianza explicada por el factor II. Este comportamiento particular de las muestras del río Jamuz puede deberse a sus pequeñas dimensiones y a que manifiesta una fuerte reducción de caudal en el verano, formándose amplias zonas leníticas pobladas por una densa vegetación y un número elevado de especies de carácter eutrófico y ruderal (Fernández *et al.*, 1987), algunas de las cuales, ya citadas, sólo se han registrado en este río.

Después de esta selección de muestras y variables, se aplicó el análisis de componentes principales, según se ha indicado en el apartado anterior, a una matriz formada por 35 estaciones de muestreo y 85 especies.

Los tres primeros ejes del análisis explican el 30,2 % de la varianza total, correspondiendo a los dos primeros el 13,98 % y el 8,51 % respectivamente. En la tabla I se indican las especies que mejor definen estos dos componentes, con sus respectivos coeficientes de dependencia. Es evidente que el componente I no muestra una fuerte polaridad y la correlación con las especies es claramente superior en el sentido positivo que en el negativo. En el primero destacan sobre las demás *Bidens tripartita* y *Polygonum lapathifolium*, propias de lugares ruderalizados (*Bidentetea tripartiti* R. Tx., Lohm. & Preising in R. Tx. 1950), así como *Lythrum salicaria*. De entre los hidrófitos son importantes, en este orden: *Potamogeton crispus*, *Lemna minor* y *Potamogeton trichoides*, calificados como de ambientes mesotróficos a eutróficos e incluso polucionados (Felzines, 1977; Wiegleb,

1980; Wolff, 1987) y de cursos de corriente moderada a lenta. En términos generales, las restantes especies que definen este extremo positivo del componente I, como son, por ejemplo: *Bidens cernua*, *Alisma plantago-aquatica*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*,... se asocian también a medios ricos en nutrientes, temporalmente inundados y con sustrato fino a medio. En oposición a estas especies, pero menos correlacionadas con el eje I, se encuentra *Juncus effusus*, característica a medios oligo a mesotróficos (Haslam, 1982), y con valores más bajos *Juncus articulatus* y *Carex acuta* subsp. *broteriana*.

En conclusión, parece ponerse en evidencia un primer eje de oligotrofia eutrofia, entendido como enriquecimiento en nutrientes, aun cuando el extremo de oligotrofia no quede tan bien definido como el de eutrofia.

En cuanto al componente II, y por lo que hace referencia al extremo positivo, las especies poseen coeficientes de dependencia inferiores al I, y más en consonancia con las del extremo negativo (tabla I). Destacan en la parte positiva, entre otras: *Groenlandia densa*, *Ranunculus penicillatus* var. *calcareus*, *Iris pseudacorus* y *Epilobium hirsutum*. En cuanto a las dos primeras, además de *Apium nodiflorum*, es bien conocida su preferencia por medio calizos con valores altos de alcalinidad (Wiegleb, 1980; Haslam et al., 1982), mientras que las restantes, a pesar de ser ubiquestas, toleran bien estos ambientes. El otro extremo del componente está asociado con *Glyceria fluitans*, *Ranunculus peltatus*, *Oenanthe crocata*, *Callitriche ham-*

TABLA I

Especies que definen los extremos de los ejes I y II del análisis de componentes principales con sus respectivos coeficientes de dependencia

COMPONENTE I (13,98 %)

<i>Bidens tripartita</i>	0,907	<i>Juncus effusus</i>	-0,522
<i>Polygonum lapathifolium</i>	0,888	<i>Juncus articulatus</i>	-0,404
<i>Lythrum salicaria</i>	0,844	<i>Carex acuta</i> subsp. <i>broteriana</i>	-0,370
<i>Rorippa islandica</i>	0,756	<i>Ranunculus repens</i>	-0,359
<i>Bidens cernua</i>	0,743	<i>Oenanthe crocata</i>	-0,359
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0,730		
<i>Potamogeton crispus</i>	0,730		
<i>Lemna minor</i>	0,689		
<i>Sparganium erectum</i>	0,676		
<i>Cyperus longus</i> subsp. <i>badius</i>	0,649		
<i>Pulicaria paludosa</i>	0,634		
<i>Typha latifolia</i>	0,574		
<i>Polygonum hydropiper</i>	0,574		
<i>Potamogeton trichoides</i>	0,535		
<i>Polygonum persicaria</i>	0,515		

COMPONENTE II (8,15%)

Groenlandia densa	0,693	Glyceria fluitans	-0,582
Iris pseudacorus	0,609	Ranunculus peltatus	-0,405
Mentha longifolia	0,590	Oenanthe crocata	-0,407
Epilobium hirsutum	0,571	Callitriche hamulata	-0,350
Ranunculus penicillatus	0,544	Carum verticillatum	-0,341
Apium repens	0,507	Juncus heterophyllus	-0,336
Carex acutiformis	0,492	Sparganium emersum	-0,336
Apium nodiflorum	0,486		
Glyceria declinata	0,485		
Fontinalis antipyretica	0,479		

mulata, *Carum verticillatum*,... Existen abundantes referencias que indican que tales especies tienen un carácter estrictamente acidófilo, o bien toleran los medios no calcáreos y generalmente no polucionados (Felzines, 1977; Wiegleb, 1980; Margalef Mir, 1981; Castroviejo *et al.*, 1986). Con tal contraposición de especies se puede superponer el componente II con un gradiente de acidez-alcalinidad, que va del sentido negativo al positivo.

Por lo que se refiere a la ordenación de las estaciones de muestreo de acuerdo con el componente I (fig. 2), la posición más extrema en el sentido de eutrofia corresponde a las dos últimas muestras del Tuerto (24 y 25), a las que siguen las estaciones 15 y 16, situadas en el Orbigo. Las restantes muestras de este río hasta la desembocadura, además de la 22, perteneciente al Tuerto, forman un pequeño grupo de características menos eutróficas que las anteriores. En la parte negativa de este componente se sitúan la mayor parte de las estaciones consideradas en la cuenca, que manifiestan escasa dispersión. De entre éstas, las más oligotróficas son la 18 y la 1, pertenecientes a las cabeceras del Tuerto y Luna respectivamente.

En la figura 3 se han representado para cada punto de muestreo, y utilizando intervalos los valores de las coordenadas para los dos primeros componentes principales del análisis factorial. Con ello se pretende exponer de forma esquemática las características generales de las comunidades de macrófitos a lo largo de los ríos de la cuenca. En relación con el primer componente, y considerando el eje Luna-Omañas-Orbigo, es evidente la existencia de una gradación longitudinal desde las zonas altas a las bajas, es decir, siguiendo la secuencia natural de un río. La cabecera de la cuenca, formada por los ríos Luna, Omañas y Torrestío, se contrapone al tramo medio-inferior del Orbigo. Esta oposición se amplía por una creciente influencia humana, que se debe fundamentalmente a la existencia de importantes núcleos urbanos, como Carrizo de la Ribera y Hospital de Orbi-

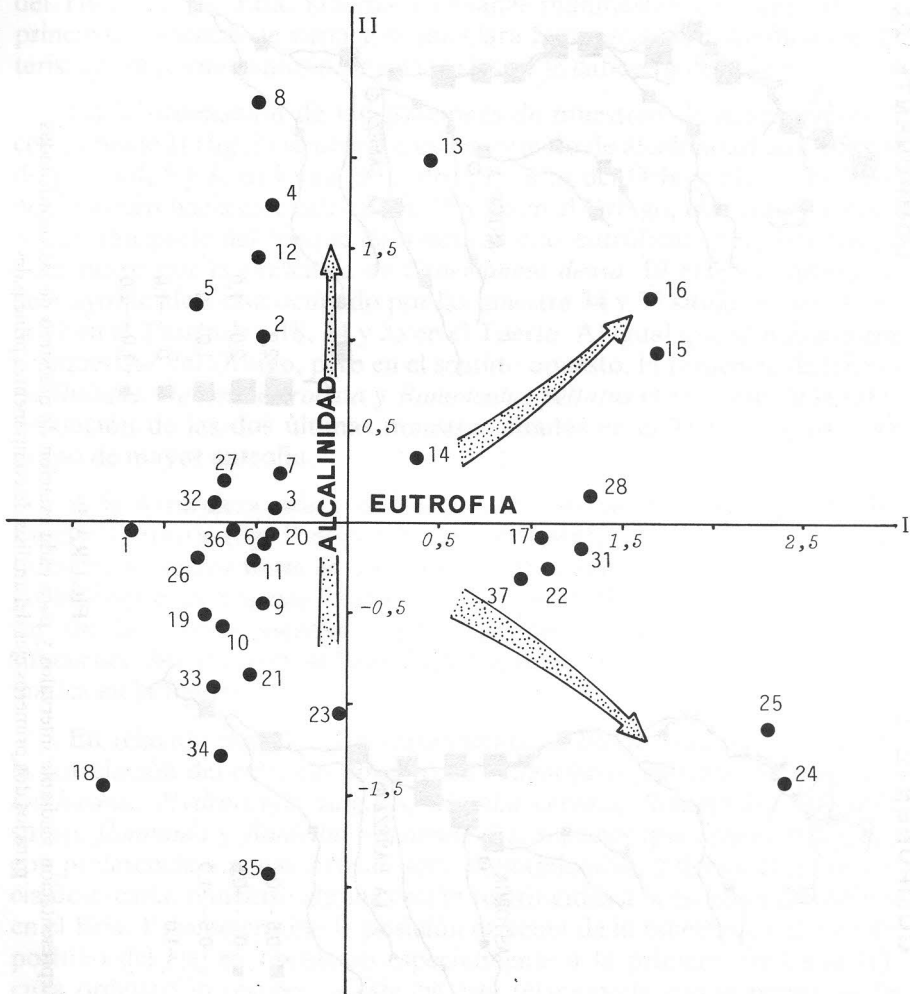


FIGURA 2

Ordenación de las estaciones de muestreo en el plano definido por los dos primeros componentes

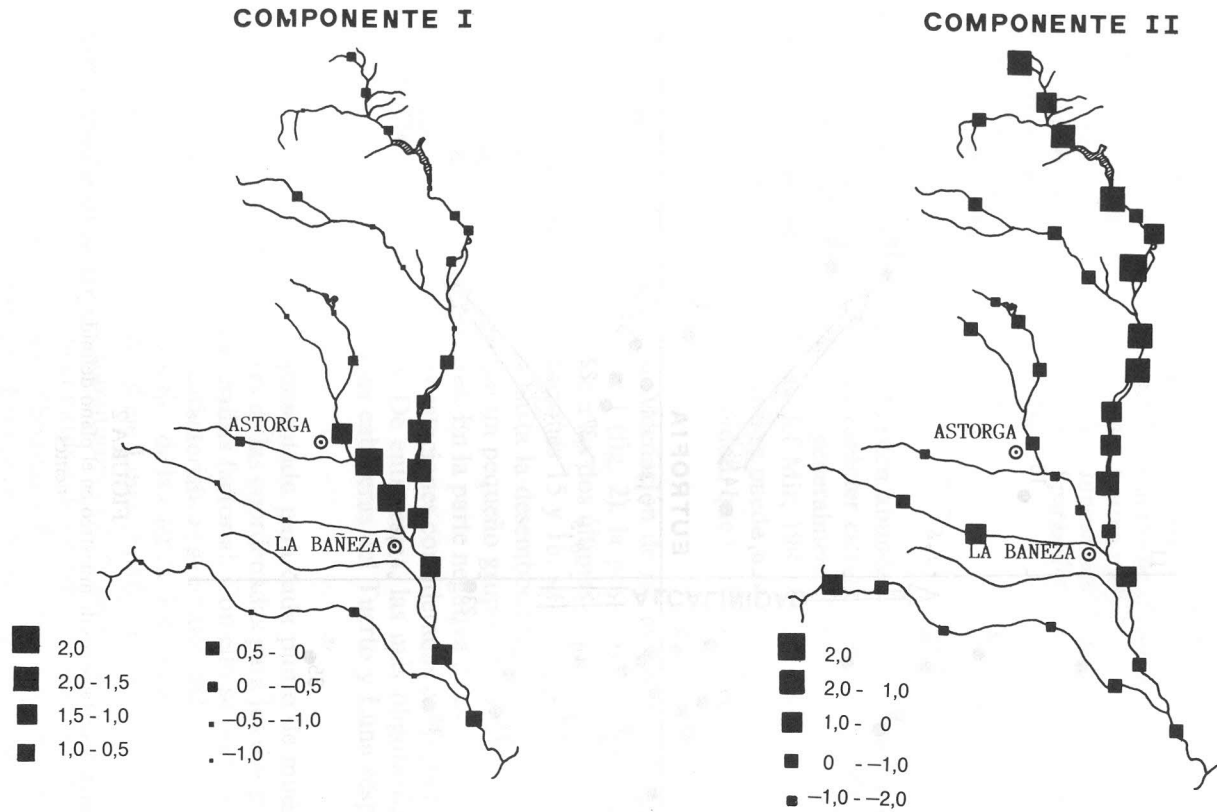


FIGURA 3

Representación mediante intervalos y para cada estación de muestreo de las coordenadas para los dos primeros ejes del análisis de componentes principales

go. Un comportamiento semejante se observa en el río Tuerto, donde aún llega a ser más evidente la oposición nacimiento-desembocadura debido al impacto de la localidad de Astorga (puntos 24 y 25). Por lo que se refiere a los demás afluentes, la secuencia longitudinal es bien diferente a la del Tuerto, y así, Eria, Duerna y Omañas manifiestan con relación a la principal tendencia de variación una clara homogeneidad, unida a características más semejantes a las de los ríos de la cabecera de la cuenca.

En la ordenación de las estaciones de muestreo de acuerdo con el componente II (fig. 2) se observa que el extremo de alcalinidad está ocupado por la 4, 5 y 8, en Luna, y las dos primeras del Orbigo (12 y 13). Tienen también hacia este extremo la 15 y 16 en el Orbigo, que según se indicó forman parte del bloque de muestras más eutróficas, pero del que se diferencian por la presencia de *Groenlandia densa*. El extremo opuesto o de mayor acidez, está ocupado por las muestra 34 y 35 situadas en el Eria, la 23 en el Turienzo y 18, 24 y 25 en el Tuerto. Al igual que se indicó para las muestras del Orbigo, pero en el sentido opuesto, la presencia de *Glyceria fluitans*, *Oenanthe crocata* y *Ranunculus peltatus* es la causa de la diferenciación de las dos últimas muestras citadas en el Tuerto, dentro del grupo de mayor eutrofia.

A la naturaleza caliza de los terrenos drenados en la cabecera del Luna y Torrestío (fig. 1) responde probablemente esta colocación más extrema de la mayor parte de las muestras del Luna y la cabecera del Orbigo, en oposición a la casi totalidad de las restantes, que representan el sector de la cuenca asentado sobre terrenos ácidos, formado por la subcuenca del Tuerto y el Eria. Esta situación se refleja de forma esquemática en la figura 3.

En relación con el tercer componente, el hecho más significativo es la correlación del extremo positivo con *Eleocharis palustris*, *Scirpus holoschoenus*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Mentha cervina*, *Ranunculus flammula* subsp. *flammula* y *Baldellia ranunculoides*, especies que aparecen ligadas con preferencia a aguas sicíleas poco contaminadas, y tienen una presencia destacada, o incluso algunas están restringidas a la estación 36, última en el Eria. Esto determina la posición extrema de la muestra en el sentido positivo del eje, en oposición especialmente a la primera del Luna (1), cuya ordenación respecto a este eje está relacionada con la presencia de una serie de especies (*Phalaris arundinacea*, *Alopecurus geniculatus* y *Carex vesicaria*) calificadas como de ambientes meso y eutróficos. Se deduce pues, que este tercer componente pudiera representar una tendencia que complementa la expresada a través del segundo.

A la vista de los resultados obtenidos en el análisis de componentes principales, y con el fin de reconocer la posible influencia que sobre las tendencias definidas por los dos primeros componentes tiene la composi-

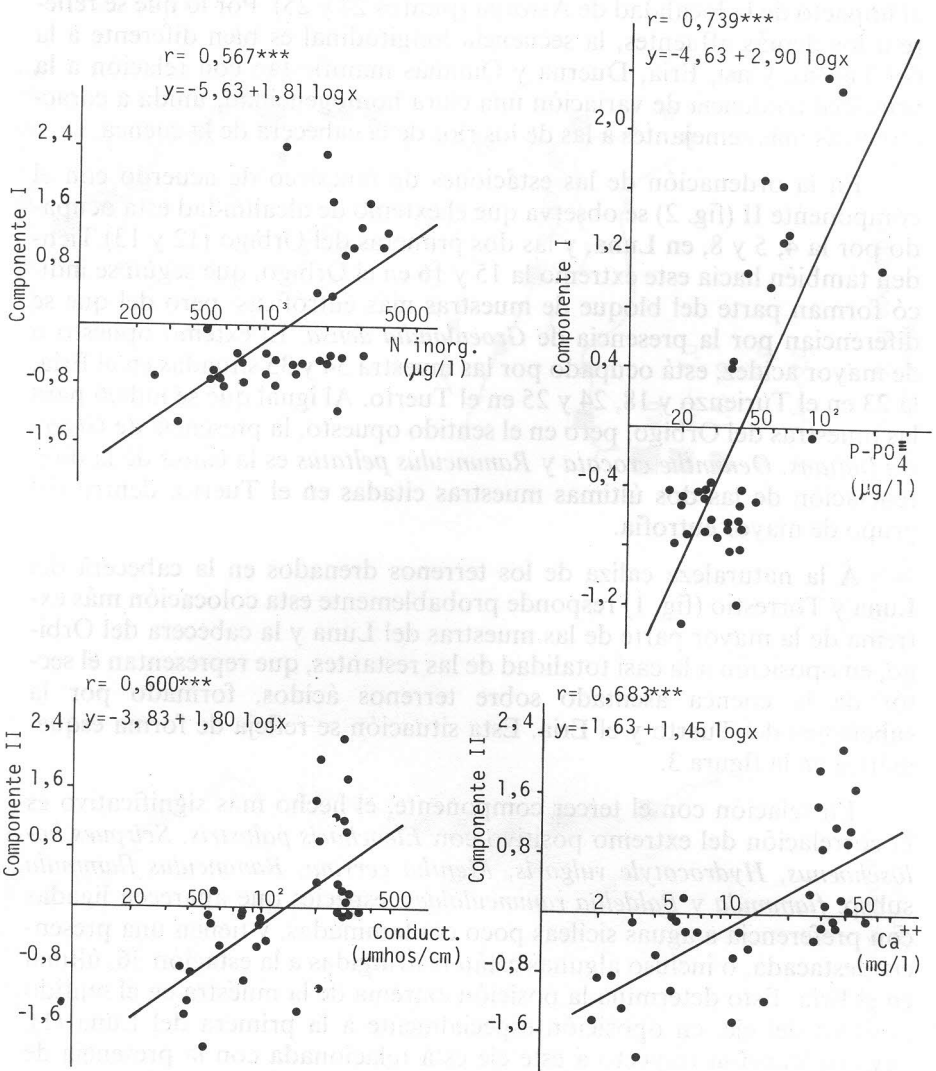


FIGURA 4

Regresión lineal entre los dos primeros componentes y el logaritmo de varios parámetros físico-químicos medidos en el agua

ción físico-química del agua, se calculó la regresión entre el logaritmo de algunos de los parámetros hidroquímicos más representativos y las coordenadas de las muestras para cada uno de los componentes (fig. 4). En la tabla II se recogen los valores correspondientes al coeficiente de correlación obtenidos para cada caso.

El primer eje muestra una correlación muy significativa ($p < 0,001$) con la concentración de fosfatos y el contenido en nitrógeno inorgánico, y significativa ($p < 0,05$) con la conductividad. Se confirma así la relación entre el proceso expresado a través del primer componente y el contenido en nutrientes del medio acuático.

TABLA II

Matriz de correlación entre los componentes I y II y diversos parámetros hidroquímicos

	pH	Ca	Conduct	Alcal	N inorg	P-PO ₄	Si
I	0,257	0,319	0,430*	0,285	0,567***	0,739***	0,249
II	0,665***	0,683***	0,600***	0,614***	0,367*	0,145	0,377*

*** = $p < 0,001$; * = $p < 0,05$.

En cuanto al segundo eje, la correlación es muy significativa con la concentración de calcio, el pH, la alcalinidad total y la conductividad, parámetros claramente afectados por las características litológicas de la cuenca; de ahí que sea posible señalar el papel decisivo de estas últimas en la composición de la comunidad de macrófitos y su distribución a lo largo de los diferentes cursos fluviales y consecuentemente, en la ordenación de las muestras a lo largo del segundo componente.

NOTA

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación subvencionado por la Excm. Diputación Provincial de León, dentro del marco de colaboración con la Universidad de León.

REFERENCIAS

- CASTROVIEJO, S.; LAINZ, M.; LOPEZ GONZALEZ, G.; MONTERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. y VILLAR, L. (Eds.). 1986. *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. 1. Lycopodiaceae-Papavera-ceae*. Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid.

- DAGNELIE, P. 1960. Contribution a l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. *Bull. Serv. Carte phytogéogr.* Sér. B 5: 7-71, 93-195.
- FELZINES, J.C. 1977. Analyse des relations entre la minéralisation des eaux douces stagnantes et la distribution des végétaux qui les peuplent. Etude sur les étangs en Bourbonnais, Nivernais, Morvan, Puisaye. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, Paris 12^a Serie, 18: 221-250.
- FERNANDEZ, M.C. 1986. *Gradiente estructural de la vegetación macrófita acuática y ribereña y valoración de factores ecológicos en el río Bernesga.* León. Tesis Doctoral. Universidad de León. 344 pp.
- FERNANDEZ, M.C.; LUIS, E. y FERNANDEZ, M. 1987. Distribución de la vegetación macrófita en la cuenca del río Orbigo (León). *Actas del IV Congreso Español de Limnología.* 191-202.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAND, M.A.M. 1978. *Methods for physical analysis & chemical analysis of fresh waters.* Blackwell Scientific Publications. 213 pp.
- MARGALEF, R.; PLANAS, D.; ARMENGOL, J.; VIDAL, A.; PRAT, N.; GUISET, A.; TOJA, J. y ESTRADA, M. 1976. *Limnología de los embalses españoles.* Dirección General de Obras Hidráulicas. Ministerio de Obras Públicas. Madrid.
- MARGALEF MIR, R. 1981. *Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio.* Fundación Juan March. Serie Universita, n.º 157, 62 pp.
- HASLAM, S.M. 1978. *River plants. The macrophytic vegetation of water courses.* Cambridge University Press. London, 396 pp.
- HASLAM, S.M.; SINKER, Ch. & WOLSELEY, P. 1982. *British water plants. Field Studies.* The Journal of the field studies Council. 351 pp.
- PEÑUELAS, J. & SABATER F. 1985. Distribution of macrophytes in relation to environmental factors in the Ter river. N.E. Spain. *First International Congress of Bryo-Ecology.* Budapest.
- RODIER, J. 1981. *Análisis de las aguas. Aguas naturales. Residuales. Agua de mar.* Ed. Omega. Barcelona. 1059 pp.
- Standard Methods for the examination of water and wastewater.* 1975. APHA-AWWA-WPCF. Amer. Pub. Health Ass. 14th ed. Washington.
- Standard Methods for the examination of water and wastewater.* 1980. APHA-AWWA-WPCF. Amer. Pub. Health Ass. 15th ed. Washington.
- WIEGLEB, G. 1980. Some applications of principal components analysis in vegetation: ecological research of aquatic communities. *Vegetatio*, 42: 67-73.
- WIEGLEB, G. 1984. A study of habitat conditions of the macrophytic vegetation in selected river systems in western lower Saxony (Federal Republic of Germany). *Aquatic Botany*, 18: 313-352.
- WOLFF, C. 1987. Analyse de la végétation aquatique et de la végétation riveraine de la Haute-Sûre en fonction des perturbations du milieu. *Bull. Soc. Nat. Luxemb.*, 87: 1-52.