

CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LA VEGETACIÓN NITRÓFILA ASOCIADA A DIVERSAS LAGUNAS DE LA PROVINCIA DE LEÓN

Margarita FERNÁNDEZ ALÁEZ, Estanislao LUIS y M^a. del Camino FERNÁNDEZ ALÁEZ¹

RÉSUMÉ

Caractéristiques écologiques de la végétation nitrophile associée a quelques lagunes dans la province de León.

On a réalisé une étude écologique de la végétation nitrophile associée à 29 lagunes de la province de León en rapport avec les facteurs édaphiques. Au moyen de l'analyse de corrélation entre les indices trophiques, qui traduisent l'importance des espèces nitrophiles, et les variables édaphiques, on déduit que ces communautés dominées par therophytes et hémicryptophytes sont le reflet de conditions d'eutrophie et rudéralisation plus que de la seule disponibilité d'azote. Cet enrichissement en nutriments identifié avec le premier axe de l'analyse en composantes principales appliqué aux échantillons du sol est associé d'une certaine façon aux conditions climatiques. Sur la base de l'ordonation des lagunes d'accord avec ce facteur on précise les exigences trophiques de quelques espèces nitrophiles.

RESUMEN

Se realiza un estudio ecológico de la vegetación nitrófila a 29 lagunas de la provincia de León considerando los factores edáficos. Mediante el análisis de correlación entre los índices tróficos, que traducen la importancia de las especies nitrófilas, y las variables edáficas, se deduce que estas comunidades, dominadas por terófitos y hemicriptófitos, son el reflejo de condiciones de eutrofia y ruderalización, más que de la sola disponibilidad de nitrógeno. Este enriquecimiento en nutrientes, que se identifica con el primer factor del análisis de componentes principales aplicado a las muestras de suelo, va ligado en cierta medida a condiciones climáticas. Tomando como base la ordenación de las lagunas de acuerdo con este factor se precisan las exigencias tróficas de algunas especies nitrófilas.

Introducción

Aunque las características de las pequeñas masas de agua se encuentran reguladas e impuestas por factores microambientales, como el clima y la naturaleza del sustrato, no hay que olvidar que el hombre constituye una parte más e indispensable dentro del ambiente lagunar, como consecuencia de su proximidad a los núcleos ru-

1. Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de León. 24071 LEÓN.

rales. El empleo de herbicidas y abonos en terrenos cercanos y la utilización de las lagunas como abrevadero para el ganado, o como medios receptores de vertidos líquidos y sólidos, se traducen en una modificación de las características del suelo y el agua, concretada en una riqueza de nutrientes. La acumulación de materia orgánica, que aporta amoníaco y nitrato, favorece una parcial sustitución de las comunidades vegetales primitivas por otras nitrófilas, que no tienen nada que ver con las propias de estas zonas húmedas.

El carácter cosmopolita de los elementos que componen este tipo de vegetación es uno de los factores que según RIVAS MARTÍNEZ (1977) hace que su estudio e interpretación sean altamente problemáticos.

Se ha planteado como objetivo primordial de este trabajo el conocimiento y caracterización ecológica de las comunidades nitrófilas que aparecen asociadas a los medios leníticos, intentando precisar las exigencias tróficas de las especies a través de su relación con la composición del suelo.

Descripción de la zona de estudio

La investigación se centró en 29 sistemas leníticos de la provincia de León. Con la excepción del lago de Isoba, situado en la montaña Norte, el resto se concentran en el cuadrante suroriental de la provincia: 10 más hacia el Oeste, en la comarca del Páramo, y 19 en la zona denominada el Payuelo, entre los ríos Esla y Cea, en contacto con la Tierra de Campos (fig. 1).

Desde el punto de vista fitogeográfico, solamente el lago de Isoba se localiza en la Región Eurosiberiana (Sector Ubiñense-Picoeuropeo), ya que las lagunas de la comarca del Páramo pertenecen al Sector Leonés (Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa), y las restantes al Castellano-Duriense (Provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega), ambos en la Región Mediterránea (RIVAS MARTÍNEZ et al., 1984).

El Sureste de la provincia lo constituyen materiales modernos de finales del terciario, y del cuaternario. Los depósitos miocénicos están formados por una facies de arcillas, areniscas y margas, que hacia el Sur, y en dirección a Tierra de Campos, es sustituida por otra de arcillas arenosas. Materiales pliocuaternarios (rañas) de carácter detrítico formados por gravas sueltas cuarcíticas predominan en la comarca del Páramo, y ocupan una amplia extensión al Este del Esla. Completan la litología de esta zona terrenos cuaternarios recientes de origen aluvial, que ocupan las riberas de los ríos.

Tomando como referencia la clasificación climática de PAPADAKIS (1961), y exceptuando el lago de Isoba, asentado en una zona de clima más húmedo (mediterráneo templado fresco húmedo), los sistemas estudiados se encuentran bajo el influjo de dos tipos de clima: mediterráneo templado seco, más al Norte, y mediterráneo semiárido continental semicálido, que afecta a mayor número de lagunas, y corresponde al extremo Sureste de la provincia.

En la figura 1 se han incluido los diagramas ombrotérmicos de tres estaciones meteorológicas (La Virgen del Camino, Santa María del Páramo y Valderas), localizadas secuencialmente de Norte a Sur, y próximas a la zona de estudio. Estos diagramas muestran el progresivo aumento de temperatura y descenso de precipitaciones en dirección Sur, que lleva consigo la aparición de un período árido cada vez más amplio y acentuado. Los meses de julio y agosto son los más cálidos y menos lluviosos, mientras que en enero y diciembre se suelen registrar las mayores precipitaciones.

Las lagunas estudiadas son predominantemente cuerpos de agua de pequeño volumen. Su asentamiento sobre cuencas terciarias de drenaje deficiente las confiere un carácter típicamente estepario. Muchas de ellas son temporales, y en cualquier

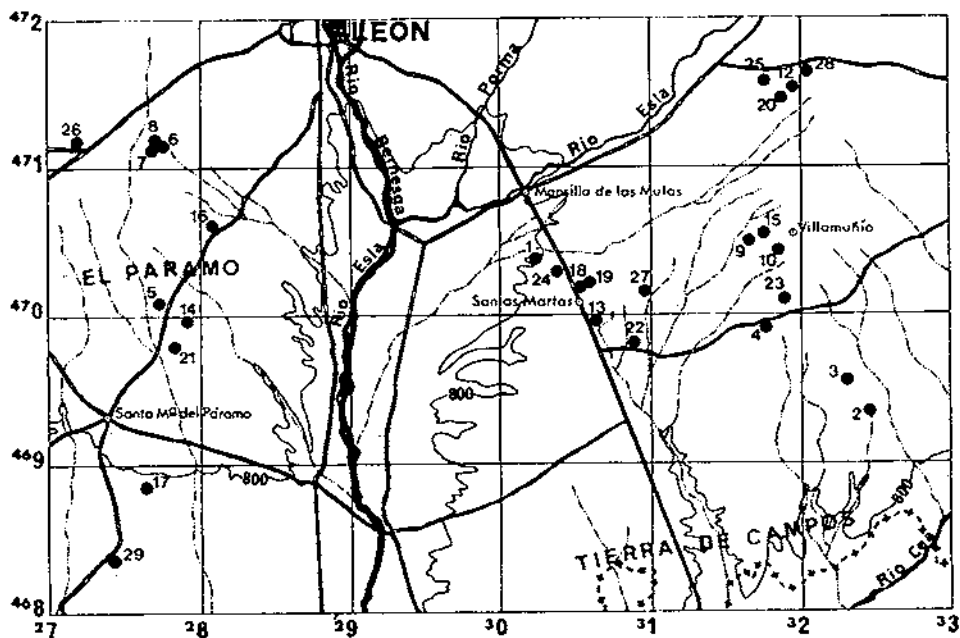
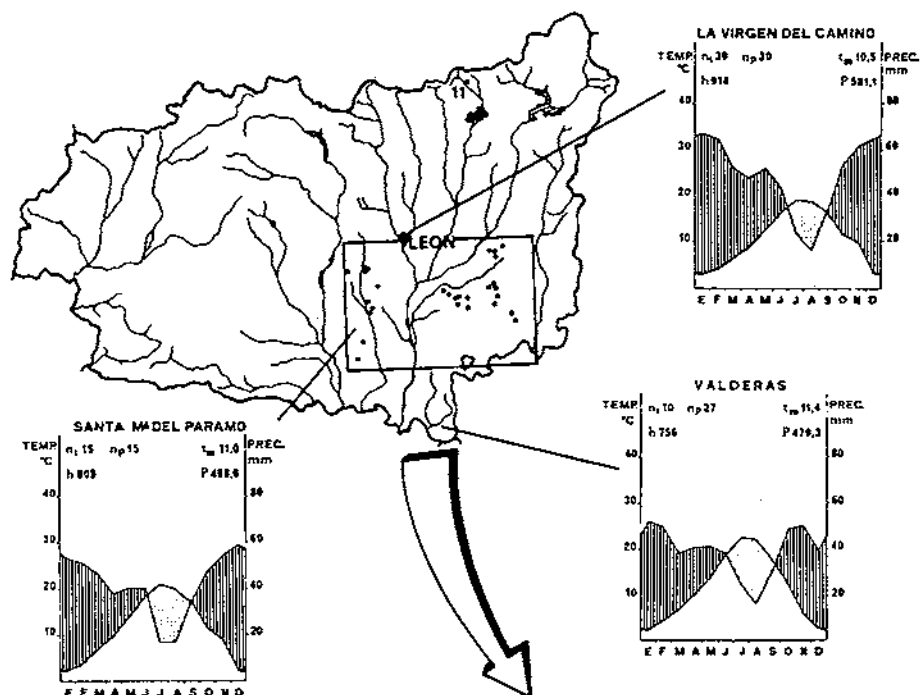


Figura 1. Localización geográfica de las lagunas, indicando los diagramas ombrotérmicos de tres estaciones meteorológicas próximas a la zona de estudio.

Localisation géographique des lagunes, en indiquant les diagrammes climatiques de trois stations météorologiques proches à la zone étudiée.

caso experimentan fuertes variaciones estacionales en el nivel del agua. En la tabla 1 se ofrece una relación de las lagunas, indicando también su extensión aproximada. Las características físico-químicas de sus aguas se describen y analizan en FERNÁNDEZ ALÁEZ (1984).

Metodología

El muestreo de la vegetación se llevó a cabo durante el verano de 1982, siguiendo el método de transectos perpendiculares a la orilla, que ha sido utilizado con buenos resultados por muchos autores (JENSEN, 1977; TOIVONEN y LAPPALAINEN, 1980; WARD y TALBOT, 1984) al objeto de caracterizar la vegetación macrófita en ecosistemas acuáticos.

El número y localización de los transectos realizados en cada laguna fue variable y se estableció de acuerdo con su superficie y la complejidad que ofrecía la vegetación, pretendiendo con ello que el muestreo reflejara lo más fielmente las características florísticas de la laguna. Comenzando en la zona supralitoral, se efectuaron un total de 114 transectos, a lo largo de los cuales se dispusieron unidades cuadradas de 0,25 m². En cada cuadrado se determinó la composición específica y se estimó el porcentaje de cobertura de las especies presentes.

De entre las especies registradas, y tomando como base datos bibliográficos (RIVAS MARTÍNEZ et al., 1980; DÍAZ y PENAS, 1984; RIVAS MARTÍNEZ et al., 1986) se seleccionaron aquellas catalogadas como buenas indicadoras de ambientes nitrogenados. Se contabilizaron en cada laguna las especies nitrófilas y se obtuvo un índice del estado trófico: Be ("botanical eutrophy index") RØRSELT y SKULBERG, 1968) definido como:

LAGUNAS	EXTENSION (m ²)	LAGUNAS	EXTENSION (m ²)
1. LA BALASTRERA (Ba)	28.723	16. REY (R)	30.922
2. LAGUNA GRANDE (Bg)	150.692	17. STA CRISTINA DEL PARAMO (Cr)	221
3. BERCIANOS DEL R. CAMINO (Bp)	4.275	18. SANTAS MARTAS 1 (SM1)	583
4. EL BURGO RANERO (Br)	11.576	19. SANTAS MARTAS 2 (SM2)	1.824
5. LA CAL (Ca)	28.389	20. SANTIZ (Sa)	50.028
6. CHOZAS DE ARRIBA A (Cha)	36.397	21. SARDON (S)	7.708
7. CHOZAS DE ARRIBA B (Chb)	49.653	22. LA SECA (Se)	30.131
8. CHOZAS DE ARRIBA C (Chc)	62.645	23. EL SURCO (Su)	684
9. EL ESPINO (Ep)	17.672	24. VALDEARCOS (Va)	-
10. EL ESTORRUBIO (Es)	4.925	25. VALDEPOLO (Vp)	11.750
11. ISOBA (Is)	4.809	26. VILLADANGOS (Vi)	94.357
12. LAGUNETAS DE VALDEPOLO (Lg)	6.000	27. VILLAMARCO (V)	16.132
13. LOMBILLO (L)	329	28. VILLAVERDE LA CHIQUITA (Vch)	16.920
14. LA MAYOR (Ma)	6.380	29. ZOTES DEL PARAMO (Z)	7.821
15. DEL REDOS (Re)	11.209		

Tabla 1. Relación de las lagunas estudiadas con indicación de su superficie y la clave para su identificación en la figura 2.

Liste des lagunes étudiées avec indication de leur superficie et de clef pour leur identification sur la figure 2.

$$Be = \frac{\text{n}^\circ \text{ de especies indicadoras}}{\text{n}^\circ \text{ de especies vasculares}}$$

Se introdujo una variante en el índice, al considerar no sólo la presencia de especies indicadoras sino también sus valores de cobertura, y se obtuvo de esta forma el valor de Be^{\sim} , que se define como:

$$Be^{\sim} = \frac{\text{cobertura de especies indicadoras}}{\text{cobertura de especies vasculares}}$$

Se ha investigado también la composición química de los suelos a partir de muestras tomadas en tres niveles de influencia de la laguna: supralitoral, eulitoral e infralitoral. En cada una de estas zonas se recogieron, por lo general, dos muestras. Se procedió posteriormente a la determinación de los siguientes parámetros: pH en agua, contenido en fósforo, potasio y calcio asimilables, además del % de nitrógeno total y de materia orgánica, que permitieron obtener la relación C/N. Las técnicas utilizadas son las usuales en el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, y han sido descritas por LUFFIEGO et al. (1977).

Previamente el tratamiento estadístico de los datos se han aplicado transformaciones normalizantes (POOLE, 1974; LEGENDRE y LEGENDRE, 1979; ALONSO et al., 1979). En el caso de las variables edáficas P_2O_5 , K_2O y CaO la transformación ha sido de tipo logarítmico ($\log x + 0,001$), mientras que para nitrógeno total, materia orgánica y los índices tróficos Be y Be^{\sim} , por tener el carácter de porcentaje o proporción se ha usado la transformación angular ($\arcsen \sqrt{p}$). Las variables pH y C/N no precisan ser transformadas.

Se ha realizado el estudio de la correlación lineal (coeficiente de correlación de Pearson) entre los índices tróficos y las variables edáficas, y se ha aplicado a estas últimas variables un análisis de componentes principales según el programa "Factor Analysis BMDP4M" (1982).

Resultados y discusión

En el muestreo de la vegetación de las lagunas se registraron un total de 351 especies de plantas vasculares, siendo abundantes los helófitos y especies terrestres higrófilas. Este resultado es lógico si se tiene en cuenta que los transectos alcanzan la zona infralitoral ocupada por un pastizal higrófilo, y que las acentuadas variaciones del nivel del agua y la creciente colmatación de las lagunas suponen el dominio de los helófitos sobre la vegetación hidrófita (FERNÁNDEZ ALÁEZ, 1984).

Tal y como se señaló anteriormente, se utilizó información bibliográfica para seleccionar las especies nitrófilas que poseen un claro valor indicador, y se elaboró una lista con 113 especies. Conviene mencionar que no se incluyeron las especies catalogadas con el término más general de eutróficas, utilizado con frecuencia en plantas acuáticas y helófitas, si no se precisaba su preferencia por sales amoniacaes.

En la tabla 2 se indican los valores de los índices tróficos Be y Be^{\sim} para cada laguna, así como el resultado del análisis edáfico, para lo cual se han calculado los valores medios a partir del conjunto de muestras tomadas en cada una de ellas.

Se observa que la media de Be para las 29 lagunas es 0,338, con un rango de variación de 0,130-0,539. El valor más bajo corresponde a Isoba, mientras que en Villamarco se registra la mayor proporción de especies nitrófilas. Si lo que se compara es la cobertura de especies nitrófilas con la cobertura vegetal total se obtiene, con la sólo excepción de la laguna Cal, valores inferiores. El índice Be^{\sim} alcanza un valor

medio considerablemente inferior (0,185) y muestra mayor variabilidad. Los valores extremos corresponden a Chozas de Arriba C y al Burgo Ranero. En esta última laguna la riqueza de especies, y en particular de nitrófilas, es baja, pero tanto *Alopecurus geniculatus* como *Zannichellia palustris* tienen coberturas elevadas.

LAGUNAS	Be	Be ⁻	pH (H ₂ O)	CaO (Kg/Ha)	NO %	N %	C/N	K ₂ O (Kg/Ha)	P ₂ O ₅ (Kg/Ha)
LA BALASTRERA	0,380	0,305	6,97	1.187	7,55	0,335	13,08	617	33
LAGUNA GRANDE	0,306	0,120	7,58	26.667	14,27	0,667	11,42	1.754	75
BERCIANOS DEL R. CAMINO	0,524	0,213	7,53	22.433	5,45	0,264	10,08	1.708	206
EL BURGO RANERO	0,300	0,487	6,16	9.801	8,63	0,452	11,12	3.507	103
LA CAL	0,328	0,342	7,70	6.350	2,80	0,141	11,22	376	53
CHOZAS DE ARRIBA A	0,174	0,029	5,20	1.495	3,20	0,147	12,50	152	25
CHOZAS DE ARRIBA B	0,245	0,028	5,00	1.433	2,59	0,122	12,07	112	7
CHOZAS DE ARRIBA C	0,190	0,010	5,32	1.772	4,08	0,191	11,62	157	21
EL ESPINO	0,271	0,075	5,27	7.275	10,92	0,586	10,95	1.035	30
EL ESTORRUBIO	0,240	0,097	6,53	15.150	6,74	0,374	9,80	2.496	105
ISOBA	0,133	0,042	6,55	13.075	7,91	0,343	13,58	97	22
LAGUNETAS DE VALDEPOLO	0,143	0,053	6,14	11.300	7,76	0,362	11,87	332	22
LOMBILLO	0,412	0,267	7,63	37.800	4,30	0,255	9,37	925	100
LA MAYOR	0,389	0,261	6,43	21.483	12,87	0,672	10,88	836	64
DEL REDOS	0,150	0,024	6,17	12.950	8,28	0,416	11,77	1.052	37
REY	0,179	0,033	5,92	6.383	7,34	0,353	12,00	457	25
SANTA CRISTINA DEL PARAMO	0,500	0,409	7,03	27.667	11,97	0,644	10,90	1.447	97
SANTAS MARTAS 1	0,515	0,444	7,68	25.817	10,83	0,554	11,43	946	168
SANTAS MARTAS 2	0,533	0,360	7,50	32.167	13,12	0,689	10,90	603	158
SANTIZ	0,305	0,077	5,62	6.900	9,82	0,537	10,60	329	17
SARDON	0,350	0,132	7,07	10.467	8,86	0,427	11,33	866	30
LA SECA	0,456	0,175	6,68	11.667	7,99	0,396	11,67	792	27
EL SURCO	0,481	0,172	7,17	27.200	2,56	0,177	8,37	1.421	55
VALDEARÇOS	0,367	0,328	7,63	30.733	6,25	0,337	11,27	1.150	123
VALDEPOLO	0,403	0,058	5,58	5.600	4,65	0,273	10,12	592	22
VILLADANGOS	0,237	0,137	4,98	2.900	7,07	0,301	13,58	375	13
VILLAMARCO	0,539	0,281	7,23	43.467	11,88	0,661	10,50	790	173
VILLAVEARDE LA CHIQUITA	0,279	0,022	5,22	2.500	5,73	0,263	12,42	367	17
ZOTES DEL PARAMO	0,470	0,374	7,78	29.833	11,73	0,582	11,87	992	151
\bar{X}	0,338	0,185	6,53	15.637	7,83	0,397	11,32	906	68,24
C V (%)	38,160	79,460	14,52	78,49	43,26	44,330	10,25	82,78	84,89

Tabla 2. Resultados obtenidos para los índices tróficos y las variables edáficas en las lagunas estudiadas.

Resultats obtenus pour les indices trophiques et les variables édaphiques dans les lagunes étudiées.

A pesar de las diferencias existentes entre los dos índices tróficos, el coeficiente de correlación entre ambos tiene un valor de 0,740 ($p < 0,001$).

Por lo que se refiere a los parámetros edáficos, se observa, en términos generales, una variabilidad elevada en la zona de estudio.

Correlación entre los índices tróficos y las variables edáficas

Los resultados obtenidos al calcular la correlación lineal de Be y Be⁻ con las siete variables edáficas se muestran en la tabla 3. Se pone de manifiesto una fuerte correlación entre los índices biológicos, que traducen la importancia de las especies nitrófilas, y las variables P₂O₅, pH, CaO y K₂O. Esta asociación es siempre mayor cuando se considera la cobertura de especies nitrófilas y no sólo su presencia. Tal diferencia obedece a una sencilla razón: bajo condiciones de acidez y escaso contenido en nutrientes, especialmente P₂O₅, se detectan en las lagunas algunas especies nitrófilas con poca cobertura relativa, ligadas a enclaves muy concretos. Sin embargo, cuando estos niveles se elevan, lo hace tanto el número de especies nitrófilas como su cobertura, e incluso algunas se hacen dominantes. Esto determina que en las lagunas de medios menos ricos se acusen más las diferencias entre Be y Be⁻, y al alargarse la nube de puntos la correlación aumente.

Por lo que respecta a la relación C/N y a los porcentajes de materia orgánica y nitrógeno total, los valores del coeficiente de correlación son sólo significativos entre Be y C/N ($p < 0,001$), y Be⁻ y nitrógeno total ($p < 0,5$). El contenido de materia orgánica y de nitrógeno total del suelo es, por tanto, independiente del número relativo de especies nitrófilas, pero no así la relación C/N. Este resultado es lógico si se tiene en cuenta que la principal fuente de nitrógeno para las plantas que no lo fijan en simbiosis la constituyen las formas minerales, especialmente nitrato, y no las formas orgánicas, que representan la mayor parte del nitrógeno del suelo (BLACK, 1975). La capacidad que tiene un suelo para abastecer de nitrógeno a las plantas guarda relación con la razón C/N. Este cociente, a través de su influencia sobre los microorganismos del suelo, ejerce un control sobre la nitrificación y la presencia de nitrógeno asimilable respecto al total de materia orgánica. Una relación C/N alta unido a pH bajo y fosfato deficiente es indicativo, la mayor parte de las veces, de poca facilidad para producir nitratos (BUCKMAN y BRADY, 1977). Es por todo esto, que al descender la relación C/N se produce un aumento en el número relativo de especies nitrófilas. Resulta, sin embargo, significativo que esta disponibilidad de nitrógeno, contrariamente a lo que sucede con los restantes macronutrientes y el pH, no afecte a un aumento de cobertura de estas especies.

	pH	CaO	MO	N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Be	0,640***	0,631***	0,270	0,362	-0,538***	0,675***	0,503**
Be ⁻	0,723***	0,651***	0,366	0,420*	-0,264	0,780***	0,595***

*** = $p < 0,001$ ** = $p < 0,01$ * = $p < 0,05$

Tabla 3. Matriz de correlación entre los índices tróficos Be y Be⁻ y las variables edáficas.
Matrice de corrélation entre les indices trophiques Be y Be⁻ et les variables edaphiques.

Sin olvidar la correlación que existe entre la relación C/N y el índice trófico Be, parece desprenderse de estos resultados que la disponibilidad de nitrógeno no es aparentemente el único factor determinante de la frecuencia de aparición de especies calificadas como nitrófilas; sino que el pH y el contenido en P_2O_5 , CaO y K_2O son tan importantes o más en la puesta en evidencia de la relación entre la composición de la vegetación y la naturaleza química del biotopo.

Análisis de componentes principales a partir de las variables edáficas

Se realizó un análisis de componentes principales que incluye las variables edáficas, al objeto de obtener una evaluación general de las características del suelo, que pueda relacionarse posteriormente con el desarrollo de la vegetación nitrófila.

Los dos primeros factores rotados que resultan del análisis absorben el 81,18% de la varianza total (46,84% el primero y 34,34% el segundo). El primer componente queda definido por la presencia en el extremo positivo del pH y los contenidos en P_2O_5 , CaO y K_2O , que tienen coeficientes de dependencia en torno a 0,8. En oposición a estas variables y con una correlación con el eje de 0,79, se sitúa la relación C/N. Se deduce, por tanto, que el componente I representa en sentido positivo un enriquecimiento del suelo en nutrientes (P, N, K) y alcalinidad. El componente II informa acerca de los contenidos en materia orgánica y nitrógeno total, ya que ambos parámetros se sitúan en el extremo positivo con factores de dependencia de 0,98 y 0,94 respectivamente.

Al analizar la disposición de las muestras en el espacio de los dos primeros componentes (fig. 2) se observa que por su situación en el extremo negativo del eje I las lagunas de Isoba, Villadangos, Chozas de Arriba y Villaverde la Chiquita poseen los suelos más pobres en nutrientes, con una relación C/N más alta. En oposición a éstas se encuentran las de Bercianos del Real Camino, Lombillo y el Sureo, que al mismo tiempo, y al igual que las de Chozas de Arriba, La Cal y Valdepolo, muestran niveles pobres de nitrógeno total y materia orgánica. Los contenidos orgánicos más altos corresponden, entre otras, a las siguientes lagunas: Grande, Santas Martas 2, Mayor, Zotes, Santa Cristina y Villamarco.

Es sabido que las características de un suelo son, en un alto grado, expresión de la temperatura y las precipitaciones (BUCKMAN y BRADY, 1977), y así se manifiesta en la ordenación de las lagunas respecto al componente I. Las lagunas con suelos más pobres se localizan geográficamente al Norte de la zona de estudio, donde el clima es más húmedo (fig. 1); mientras que las situadas en el otro extremo del gradiente se encuentran bajo la influencia de un clima semiárido continental semicálido. La existencia de un período árido más amplio, la ausencia de vegetación arbórea, y la topografía llana favorecen la mineralización de la materia orgánica, evitan la pérdida de bases y sitúan la relación C/N en valores inferiores a 10 (tabla 2).

Si bien las condiciones climáticas en el extremo sureste de la provincia no favorecen la acumulación orgánica, en algunas lagunas que tienen contenidos de moderados a altos de nutrientes, por ejemplo Grande, Mayor y Santas Martas, la mineralización de la materia orgánica es aún parcial. Los niveles de nitrógeno total y de materia orgánica superan el 0,5 y 10% respectivamente, situándose por encima de los valores correspondientes a Isoba.

Una vez sintetizadas las características de los suelos de las lagunas en los componentes I y II e identificado el primer factor con la riqueza de éstos en macronutrientes esenciales y en condiciones de ser asimilados por las plantas, se realiza la correlación de cada uno de estos componentes con los índices tróficos (fig. 2). Ambos índices aparecen correlacionados muy significativamente ($p < 0,001$) con el componente I. En el caso de Be, el valor del coeficiente de correlación es de 0,703, y en el

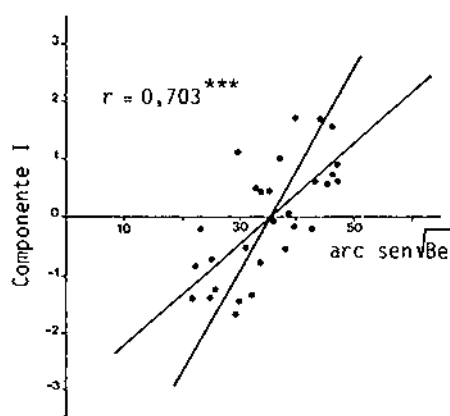
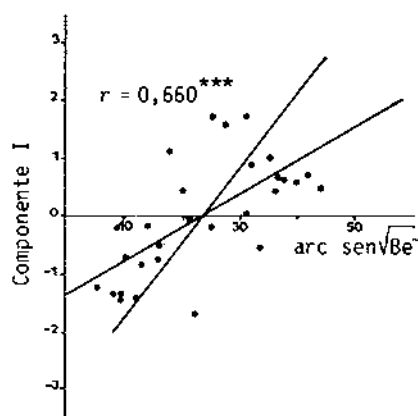
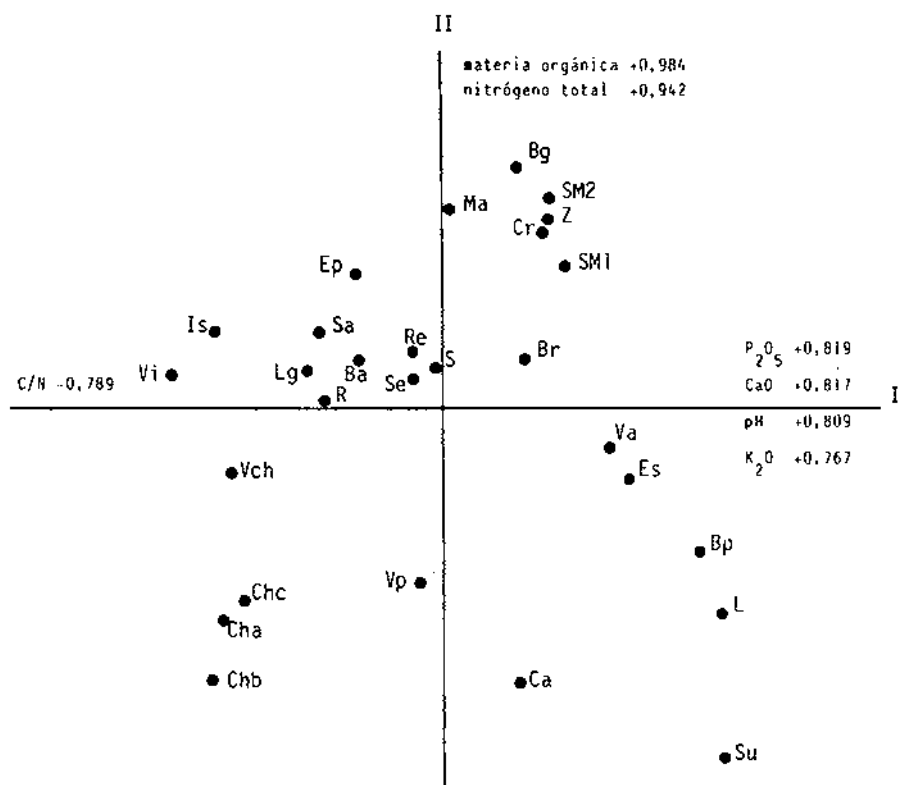


Figura 2. Ordenación de las lagunas en el plano definido por los dos primeros factores del análisis de componentes principales aplicado a los parámetros químicos medidos en el suelo. Se señalan en los extremos de los ejes las variables con mayores coeficientes de dependencia. Correlación del primer componente del análisis con los índices Be y Be⁻.

Ordination des lagunes sur le plan défini par les deux premiers facteurs de l'analyse en composantes principales appliqué aux paramètres chimiques mesurés dans le sol. On indique sur les extrêmes des axes les descripteurs avec les plus grands coefficients de dépendance. Corrélation des coordonnées du premier axe de l'analyse édaphique avec les indices Be y Be⁻.

de Be^- de 0,660. En cuanto al componente II, para ninguno de los índices la correlación fue significativamente diferente de cero ($r = 0,176$ y $r = 0,392$, $p < 0,05$, para Be y Be^- respectivamente).

El grado de asociación entre el componente I y la composición específica de las lagunas es superior al observado cuando se tiene en cuenta solamente la disponibilidad de nitrógeno (C/N). Se confirma así que, aparentemente, la vegetación nitrófila es el reflejo de unas condiciones generales de eutrofia y ruderalización, y que el nitrógeno disponible no es más determinante que otros nutrientes. A resultados similares llegaron MELTZER y VAN DIJK (1986) considerando el aporte de nutrientes a las plantas a través de aguas residuales.

Comportamiento ecológico de las especies frente a la eutrofización del suelo

Las especies catalogadas como nitrófilas que se registraron en las lagunas son en gran mayoría terófitos (54,86%) y hemicriptófitos (32,74%). Dos tipos biológicos característicos de ambientes acuáticos, helófitos e hidrófitos, sólo suponen un 6,19% del total de especies. Compuestas (23%) y gramíneas (20,35%) son las familias mejor representadas, a las que siguen a bastante distancia leguminosas (6,19%), crucíferas (5,31) y ciperáceas (4,42%).

El conjunto de lagunas consideradas se ordenaron secuencialmente de acuerdo con el valor de la coordenada respecto al factor I del análisis de componentes principales. Se confecciona de esta forma, un gradiente de eutrofia a partir del cual se pretenden deducir las exigencias tróficas de las especies nitrófilas. Un primer grupo de especies se caracteriza por mostrar una amplitud ecológica elevada. Su tolerancia por diferentes niveles tróficos las otorga, no obstante, un escaso valor indicador. Estas especies indiferentes, que aparecen de un extremo a otro del gradiente, se citan en la tabla 4. *Carex divisa*, que se ha incluido en esta categoría, muestra, sin embargo, preferencia por un nivel más concreto del gradiente, el definido por el bloque de lagunas que va desde la Laguna Grande hasta Valdearcos, en las que alcanza valores altos de cobertura. Se cita por tratarse de una especie que contribuye en gran medida a configurar el aspecto fisonómico de los cinturones de vegetación en Santa Cristina del Páramo, Santas Martas, Cal, Valdearcos... Estas especies indiferentes son, en general, las más frecuentes en el conjunto de medios estudiados, aunque algunas aparecen en todo el gradiente con presencias bajas. Este es el caso de *Taeniatherum caput-medusae*, *Conyza canadensis*, *Lepidium campestre* y *Leontodon autumnalis*.

Otro grupo de especies, que aparece citado también en la tabla 4, se caracteriza por estar ausente en las lagunas más oligotróficas (Villadangos, Isoba, Chozas de Arriba y Villaverde la Chiquita). Entre éstas, y sirviendo de enlace con el conjunto de especies indiferentes, se citan en primer lugar *Alopecurus geniculatus* y *Rumex crispus*, cuya presencia es sólo accidental en lagunas oligotróficas, pues particularmente la primera de ellas forma parte de la vegetación dominante en El Surco, El Burgo Ranero, Santa Cristina, Santas Martas 1 y La Mayor. *Verbena officinalis*, *Poa annua* y *Convolvulus arvensis* están ausentes también en estas primeras lagunas más oligotróficas, pero su valor indicador es menor en relación a las demás, pues su frecuencia de aparición es más baja.

Son especies características de suelos más eutróficos: *Bromus sterilis*, *Lactuca serriola*, *Lactuca virosa* y *Juncus inflexus* (tabla 4), cuyo umbral ecológico se desplaza respecto al de las especies anteriores, y no aparecen en las Lagunetas, Santiz, Rey, Balastrera y El Espino. Las exigencias tróficas son aún mayores para *Alopecurus myosuroides*, *Elymus repens* subsp. *repens* y *Plantago major*.

Las restantes especies nitrófilas, que son la mayoría de las registradas, no muestran requerimientos tróficos bien definidos, o más comúnmente, tienen una presen-

ESPECIES INDIFERENTES

Cirsium flavispina
Bromus hordeaceus subsp. *hordeaceus*
Hypochoeris radicata
Plantago lanceolata
Trifolium fragiferum
Plantago coronopus
Vulpia bromoides
Cirsium arvense
Bidens tripartita
Vulpia myuros
Cynodon dactylon
Lolium perenne
Carex divisa
Daucus carota
Taeniatherum caput-medusae
Conyza canadensis
Lepidium campestre
Leontodon autumnalis

ESPECIES AUSENTES EN LAS LAGUNAS
MAS OLIGOTROFICAS

Alopecurus geniculatus
Rumex crispus
Pulicaria paludosa
Trifolium resupinatum
Anthemis cotula
Polygonum aviculare
Sonchus oleraceus
Senecio gallicus
Verbena officinalis
Poa annua
Convolvulus arvensis

ESPECIES CARACTERISTICAS DE
LAGUNAS MAS EUTROFICAS

Bromus sterilis
Lactuca serriola
Lactuca virosa
Juncus inflexus
Alopecurus myosuroides
Elymus repens subsp. *repens*
Plantago major

Tabla 4. Agrupación de las especies de acuerdo con su comportamiento frente a la eutrofización del suelo.

Groupement des espèces d'accord avec leur comportement par rapport à l'eutrophisation du sol.

cia muy puntual. En algunos casos son, sin embargo, especies dominantes, y así sucede, por ejemplo, con los hidrófitos *Zannichellia palustris* y *Ceratophyllum demersum*, que se encuentran en las lagunas eutróficas del Burgo Ranero y Zotes del Páramo respectivamente.

Se podría plantear la cuestión de si el perfil ecológico de las especies nitrófilas estudiadas es la expresión de su potencialidad, o si bien resulta en parte de la acción perturbadora de ciertos factores del medio, que según FELZINES (1977) son fundamentalmente climáticos, edáficos y bióticos. Lógicamente, estudiando un territorio heterogéneo, con un amplio gradiente para el factor considerado, en este caso el suelo, y estableciendo un elevado número de muestras, se puede llegar a conocer al máximo el perfil genotípico. En nuestro caso se trabaja en un territorio fitogeográficamente bastante homogéneo, donde el factor altitud no es un importante elemento diferenciador. Sin embargo, dado que el número de lagunas estudiadas no es relativamente elevado, debemos considerar que los resultados obtenidos tienen un valor regional, y constituyen una primera aproximación al conocimiento de las exigencias tróficas de las especies eutróficas que caracterizan las comunidades vegetales asociadas a estas pequeñas lagunas de la provincia de León.

Bibliografía

- ALONSO, G., OCAÑA, J. y CUADRAS, C.M. 1979 - *Fundamentos de probabilidad en bioestadística*. 2ª ed. Eunibar. Barcelona, 423 pp.
- BLACK, C.A. 1975 - *Relaciones suelo-planta*. Tomo II. Editorial Hemisferio Sur. Argentina, 866 pp.
- BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. 1977 - *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Montaner y Simón S.A. Barcelona, 590 pp.
- DÍAZ, T.E. y PENAS, A. 1984 - Datos sobre la vegetación terofítica y nitrófila leonesa. *Acta Bot. Malacitana*, 9: 233-254.
- 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., Botanique 12^e série*, 18: 221-250.
- FERNÁNDEZ ALÁEZ, M. 1984 - *Distribución de la vegetación macrófita y evaluación de factores ecológicos en sistemas leníticos de la provincia de León*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- JENSEN, S. 1977 - An objective method for sampling the macrophyte vegetation in lakes. *Vegetatio*, 33, 2/3: 107-118.
- LEGENDRÉ, L. y LEGENDRE, P. 1979 - *Ecologie numérique. I. Le traitement des données écologiques*. Collection d'écologie 12. Masson. Les presses de l'Université du Québec.
- LUFFIEGO, M., GARCÍA RODRÍGUEZ, A. y GALLARDO, J.F. 1977 - Contribución al estudio de los suelos históricos y gleis de la Vertiente Norte de la Sierra de Gredos. *Anuario C.E.B.A. Salamanca*, 3: 155-177.
- MELTZER, J.A. y VAN DIJK, W.J. 1986 - The effects of dissolved macro-nutrients on the herbaceous vegetation around dune pools. *Vegetatio*, 65: 63-61.
- PAPADAKIS, P. 1961 - *Climatic tables for the world*. P. Papadakis. Buenos Aires.
- POOLE, R.W. 1974 - *An introduction to quantitative ecology*. McGraw-Hill, 532 pp.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. 1977 - Datos sobre la vegetación nitrófila española. *Acta Bot. Malacitana*, 3: 159-167.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., LOIDI, J. y PENAS, A. 1984 - *La vegetación de la alta montaña Cantábrica: Los Picos de Europa*. Ediciones Leonesas. León.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., PENAS, A. y DÍAZ, T.E. 1986 - Datos sobre la vegetación terofítica y nitrófila leonesa. Nota II. *Acta Bot. Malacitana*, 11: 273-288.
- RORSLETT, B. y SKULBERG, O. 1968 - *Vern av naturlig noeringskrike innsjoerr i Norge*. Norsk institutt for vannforskning, Oslo. 50 pp. (Mimeographed).
- TOIVONEN, H. and LAPPALAINEN, T. 1980 - Ecology and production of aquatic macrophytes in the oligotrophic mesohumic lake Suomunjärvi eastern Finland. *Ann. Bot. Fennici*, 17: 69-85.
- WARD, T. and TALBOT, J. 1984 - Distribution of aquatic macrophytes in lake Alexandrina, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 18: 211-220.