

Efecto de fertilizantes fosfatados sobre la composición florística de pastizales seminaturales en suelos ácidos

M. RICO RODRÍGUEZ, L. GARCÍA CRIADO, B. GARCÍA CRIADO y
A. GARCÍA CIUDAD

Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca
(C.S.I.C.).

RESUMEN

Se estudia la composición florística de cuatro campos de ensayo, localizados en pastizales sobre suelos ácidos de la provincia de Salamanca, a los cuales se aportó previamente, durante dos años consecutivos, distintas fórmulas de fertilizantes fosfatados con diferente grado de solubilidad.

La aplicación del análisis de correspondencias a la matriz general de las variables edáficas, pone de manifiesto diferencias de amplio rango entre los campos de ensayo. Sin embargo, los análisis individuales permiten observar algunas regularidades, aunque las respuestas son diferentes en cada caso. Algo similar ocurre cuando se considera la matriz de coberturas. La ordenación general da lugar a la separación de las fincas y, en algunos casos, de las dosis en que se aplicaron los fertilizantes. Las ordenaciones individuales resultan más precisas, aunque se resalta de nuevo el comportamiento particular de cada campo de ensayo.

La aplicación de conceptos relacionados con la diversidad, pone de relieve el efecto selectivo de la fertilización sobre la composición florística, lo que se traduce en una sim-

plificación estructural a distintos niveles (de tratamiento, dosis y campo de ensayo), con la consiguiente disminución de la heterogeneidad y de la intensidad del pattern. Asimismo se ponen de manifiesto peculiaridades propias de cada campo de ensayo. Con los tratamientos A y B, se obtienen respuestas similares, aunque en el tratamiento A el fósforo procede en su totalidad de la roca fosfórica, en el B sólo el 50 % y en los restantes dicho elemento procede en su totalidad de superfosfato.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos que han adquirido especial interés, dentro del estudio de los pastizales semiáridos de la provincia de Salamanca, es el de la necesidad de una fertilización racional (GÓMEZ y LUCENA, 1968; GÓMEZ, 1971a, b, c, d). Este problema se hace especialmente patente en pastizales enclavados sobre suelos ácidos, de baja fertilidad química y deficientes en fósforo, uno de los elementos limitantes de mayor interés para el normal desarrollo de los pastizales de la zona de dehesas. Frente a la necesidad de la fertilización, surge el problema de la rentabilidad, lo que lleva a la realización de estudios comparativos en los que, además del tradicional superfosfato, se utilicen otras fuentes de fósforo o mezclas de ambos de inferior coste (GARCÍA CRIADO y Col., 1984).

A los cambios en la producción y calidad de la hierba, que lleva aparejados el abonado, se unen variaciones obvias en la composición florística (GÓMEZ, 1971d), motivadas por alteraciones en las relaciones de competencia. En estos aspectos pretende incidir el presente trabajo, poniendo de relieve no sólo los cambios en la composición específica consecuencia del abonado, sino también las variaciones estructurales que se derivan de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se montaron campos de ensayo en cuatro fincas: Linejo, Muñovela, Calzadilla de Mendigos y Hernandinos, localizadas en la zona de dehesas de la provincia de Salamanca. Los aspectos relativos a las características edafoclimáticas de dichas fincas, se encuentran recogidos en el estudio de GARCÍA CRIADO y col. (1984).

En los campos de experimentación se llevó a cabo un ensayo de fertilización, utilizando los siguientes tratamientos:

a) *En polvo*

A (0-14-7): Compuesto por 14 unidades de P_2O_5 , 7 de K_2O , 4 de MgO y 41 Kg de Caliza; P_2O_5 procede en su totalidad de roca fosfórica.

B (4-12-8): Compuesto por 4 unidades de N, 12 de P_2O_5 , 8 de K_2O , 4 de MgO y 11 Kg de Caliza; P_2O_5 procede de roca fosfórica y de superfosfato.

C (0-14-7): Compuesto por 14 unidades de P_2O_5 , 7 de K_2O , 4 de MgO y 4 de Caliza; P_2O_5 procede de superfosfato.

D (4-12-8): Compuesto por 4 unidades de N, 12 de P_2O_5 , 8 de K_2O y 4 de MgO; P_2O_5 procede de superfosfato.

R: Roca fosfórica molida.

b) *Compactados*

A' (0-14-7): Igual composición que el tratamiento A.

B' (4-12-8): Igual composición que el tratamiento B.

En Linejo y Calzadilla se montaron ensayos con todos los tratamientos señalados, mientras que en Muñovela y Hernandinos no se incluyeron el A' y B', por no contar con cantidad suficiente de estos fertilizantes. Además en cada campo se consideró una parcela que no recibió aporte alguno de fertilizantes (parcela testigo o tratamiento T), y otra a la que se aportó únicamente nitrógeno en forma de sulfato amónico del 21 %. Este mismo suplemento se añadió a los tratamientos A, C y A' que no incluían nitrógeno en la fórmula inicial, hasta que el nivel en dicho elemento se igualó con los restantes tratamientos. Por otra parte, se emplearon dos dosis de abonado, tomándose como base 60 unidades de P_2O_5 para la dosis 1 y 120 unidades de P_2O_5 para la dosis 2. De esta forma, se obtuvo un total de 56 parcelas experimentales de 5 x 10 m.

El muestreo de los suelos se restringe a la capa más superficial (25 cm superiores) que en los pastizales semiáridos adquiere singular importancia por la intensidad del reciclado. A partir del material procedente de varias tomas por parcela, previo secado al aire y tamizado a 2 mm, se determinaron las variables: pH

en agua; nitrógeno, carbono y relación carbono/nitrógeno; materia orgánica, calcio, fósforo (método Bray), potasio, sodio, boro y magnesio asimilables, siguiendo las técnicas utilizadas por EN-FERSA.

El inventariado de la vegetación se realizó durante los meses de mayo y junio del segundo año de ensayo (1984), mediante un cuadrado de 0,5 m de lado, tomándose tres repeticiones al azar por parcela. Se anotaron datos de cobertura en función del suelo cubierto por las distintas especies (Tabla I).

El tratamiento de los datos se llevó a cabo mediante el análisis de correspondencias (BENZECRI, 1970; GIL, 1978). En las apreciaciones estructurales se utilizó para el cálculo de la diversidad la expresión de Shannon-Weaver (H') (SHANNON and WEAVER, 1949; MARGALEF, 1974, 1980; PIELOU, 1975).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se representa la ordenación general de las parcelas y de las variables edáficas en el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias (85,79 y 6,06 % de absorción de la varianza, respectivamente). En cuanto a las variables, el primer eje establece una contraposición entre el fósforo (parte negativa), y magnesio y calcio (parte positiva). El eje II separa en su parte positiva, a las variables boro y potasio en contraposición con la relación carbono/nitrógeno. Considerando las parcelas estudiadas, se hace patente la separación de las cuatro fincas, ordenadas preferentemente de acuerdo con la naturaleza del sustrato geológico (granitos, rañas y pizarras). Sin embargo, a pesar del gran peso que ejercen las diferencias de amplio rango sobre la ordenación general, es posible detectar cierta separación teniendo en cuenta los tratamientos, especialmente en lo que se refiere a las distintas dosis de los fertilizantes incorporados, hecho especialmente patente para Muñovela y Calzadilla. De todos modos, la caracterización no pasa de ser muy general, por lo que ha parecido oportuno llevar a cabo análisis individuales para cada una de las fincas (figura 2).

En cuanto a Linejo, se hace clara la separación del fósforo en la parte negativa del eje I (77,66 % de absorción) en relación, especialmente, con los tratamientos B, C y D de la dosis 2, en los que el P_2O_5 incorporado procede de superfosfatos en su totalidad (C y D) o parcialmente (B). El resto de las muestras forman un

TABLA I RELACION DE ESPECIES INVENTARIADAS.

PASTOS 1985

Am	<i>Achillea millefolium</i> L.	Br	<i>Hypochoeris radicata</i> L.
Agc	<i>Agrostis castellana</i> B. et R.	Jm	<i>Jasione montana</i> L.
Aic	<i>Aira caryophylla</i> L.	Lec	<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat
Ap	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Lt	<i>Lepidium campestre</i> (L.) R. Br.
A	<i>Allium</i> sp.	Lp	<i>Lolium perenne</i> L.
Ai	<i>Andryala integrifolia</i> L.	Lc	<i>Lotus corniculatus</i> L.
Ana	<i>Anthemis arvensis</i> L.	Ms	<i>Medicago sativa</i> L.
Aa	<i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	Ml	<i>Molineriella laevis</i> (Brot.) Rouy
Are	<i>Arrhenatherum elatitum</i> (L.) Beauv.	Oc	<i>Ornithopus compressus</i> L.
Asa	<i>Asphodelus albus</i> Miller	Op	<i>Ornithopus perpusillus</i> L.
Bt	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Pr	<i>Papaver rhoeas</i> L.
Bb	<i>Brassica barrelieri</i> (L.) Janka	Pl	<i>Parentucellia latifolia</i> (L.) Car.
Brh	<i>Bromus hordaceus</i> L.	Pep	<i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) Ball. & Heywood
Brm	<i>Bromus madritensis</i> L.	Php	<i>Phleum pratense</i> L.
Brt	<i>Bromus tectorum</i> L.	Pll	<i>Plantago lanceolata</i> L.
Cbp	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	Pb	<i>Poa bulbosa</i> L.
Cp	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Pp	<i>Poa pratensis</i> L.
Cc	<i>Carduus carpetanus</i> B. et R.	Rb	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.
Cch	<i>Carex chaetophylla</i> Stend.	Rg	<i>Ranunculus gramineus</i> L.
Cr	<i>Carlina recemosa</i> L.	Ra	<i>Rumex acetosa</i> L.
Co	<i>Centaurea ornata</i> Willd.	Rac	<i>Rumex acetosella</i> L.
Cg	<i>Cerastium glomeratum</i> Thunill.	Ran	<i>Rumex angiocarpus</i> Murb.
Coc	<i>Conopodium capillifolium</i> (Guss.) Boiss.	Sm	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.
Ca	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Sa	<i>Scleranthus annuus</i> L.
Crc	<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	Sv	<i>Senecio vulgaris</i> L.
Cyc	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Sha	<i>Sherardia arvensis</i> L.
Chm	<i>Chamaemelum mixtum</i> (L.) All.	Sp	<i>Silene portensis</i> L.
Dg	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Tcm	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski
Dc	<i>Daucus carota</i> L.	Tc	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.
Ev	<i>Echium vulgare</i> L.	Td	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.
Eb	<i>Erodium botris</i> (Cav.) Bertol.	Tg	<i>Trifolium glomeratum</i> L.
Ec	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her	Tr	<i>Trifolium retusum</i> L.
Eca	<i>Eryngium campestre</i> L.	Tp	<i>Trifolium pratense</i> L.
Fr	<i>Festuca rubra</i> L.	Trp	<i>Trifolium repens</i> L.
Gv	<i>Galium verum</i> L.	Ts	<i>Trifolium striatum</i> L.
Gf	<i>Gaudina fragilis</i> (L.) Beauv.	Tsc	<i>Trifolium strictum</i> L.
Gd	<i>Geranium dissectum</i> L.	Tsu	<i>Trifolium subterraneum</i> L.
Gm	<i>Geranium molle</i> L.	Tug	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.
HI	<i>Holcus lanatus</i> L.	Vs	<i>Vicia sativa</i> L.
Em	<i>Hordeum murinum</i> L.	Vb	<i>Vulpia bromoides</i> (L.) Gray

143

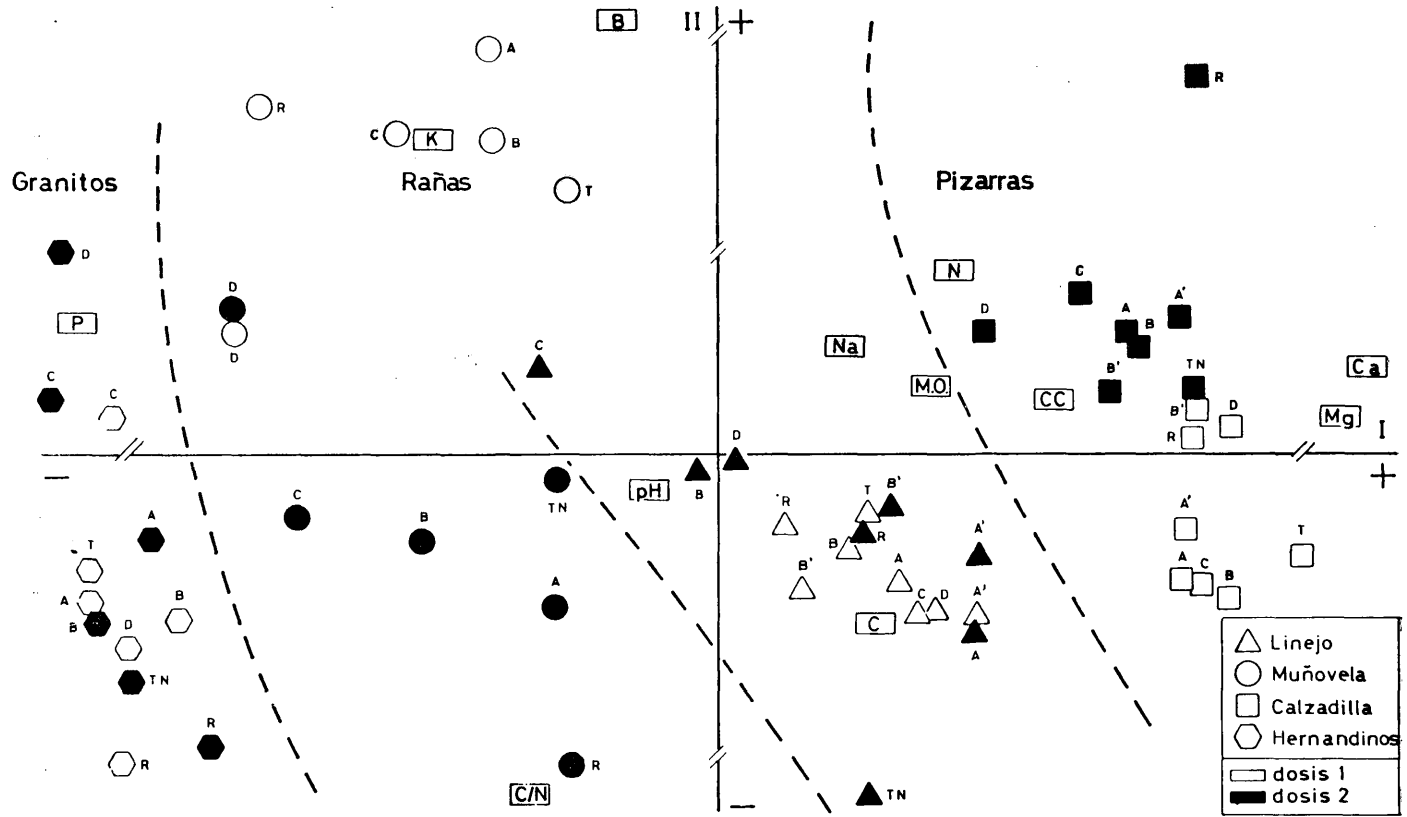


Fig. 1.—Ordenación general de las parcelas según las variables edáficas analizadas.

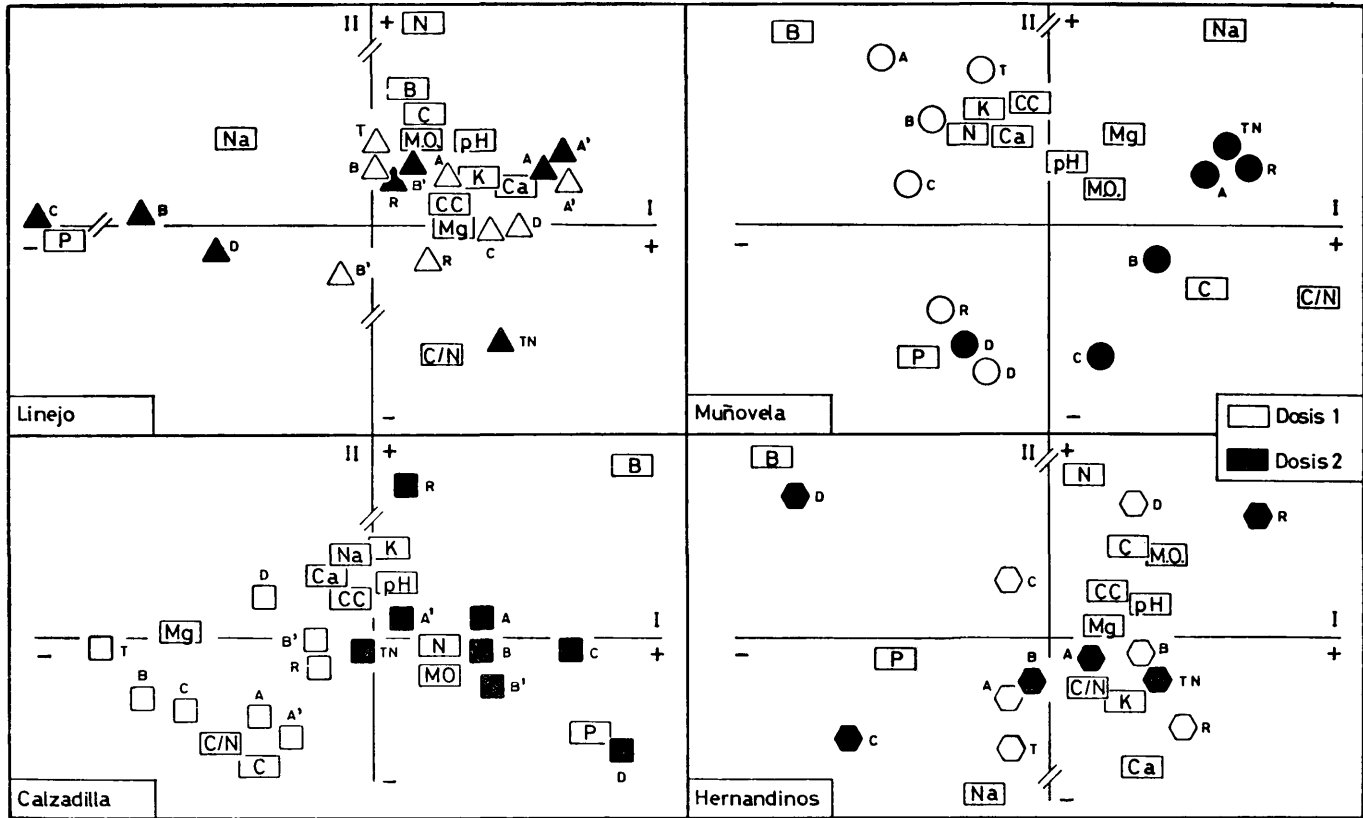


Fig. 2.—Ordenación de las parcelas de cada una de las fincas consideradas según las variables edáficas.

grupo más o menos compacto, del que destaca el tratamiento TN de la dosis 2, respecto al segundo eje (10,90 % de absorción), en relación con la variable C/N. En la parte más positiva del eje I se sitúan los tratamientos A y A' de ambas dosis, posiblemente en relación con el calcio, por la incorporación de altos niveles de caliza.

Para Muñozvela, se vuelve a resaltar la mayor relación del fósforo con los tratamientos en los que éste se incorporaba a partir de superfosfato, y en particular del D de ambas dosis, que ahora se diferencian netamente, tomando la práctica totalidad de las muestras de la dosis 2 coordinadas positivas respecto al primer eje (47,67 % de absorción), mientras que las de la dosis 1 presentan coordinadas negativas para dicho componente y, a la vez, en su mayoría, valores positivos respecto al eje II (33,67 % de absorción).

Respecto a Calzadilla, son válidos los comentarios hechos anteriormente en lo que se refiere a la separación de las dos dosis en el plano definido por los ejes I y II (54,66 % y 25,51 % de absorción de la varianza, respectivamente), así como la mayor relación del fósforo con los tratamientos B, B' y C, en especial, D de la dosis 2, la proximidad de la variable C/N a las muestras de la dosis 1, etc.

Por último, para Hernandinos vuelve a ser menos nítida la diferenciación de ambas dosis, aunque el fósforo, algo desplazado hacia la parte negativa del eje I (56,77 % de absorción), tiende a situarse de nuevo próximo a los tratamientos C y D de la dosis 2. Las restantes variables forman un grupo más o menos compacto, distribuido principalmente a lo largo del eje II (17,27 % de absorción), destacando los elementos boro y nitrógeno, en la parte positiva, frente a sodio y calcio en la negativa. Se acepta por tanto la existencia de cierto efecto de la fertilización sobre el contenido en nutrientes del suelo, aunque dicho efecto es variable, con respuestas diferentes según el tipo de suelo en cuestión.

El análisis general en base a la composición florística de las parcelas (Fig. 3), resalta de nuevo las diferencias de tipo macroscópico, siendo clara la separación de las cuatro fincas. Las menores dispersiones corresponden a Calzadilla, cuyas muestras toman coordinadas positivas respecto al eje I (18,47 % de absorción) y negativas para el eje II (12,31 % de absorción). A continuación se localizan las parcelas correspondientes a Hernandinos, algo más dispersas, apareciendo a veces en el 1.º y 2.º cuadrante. Las de Linejo, llegan a tomar coordinadas positivas muy

elevadas respecto al eje II, y las de Muñovela, en la parte negativa del eje I, muestran una situación más individualizada. Además de estas diferencias en la separación de las fincas, es posible establecer algunas precisiones en cuanto a los tratamientos, especialmente en lo que se refiere a las dosis de fertilizante aportado.

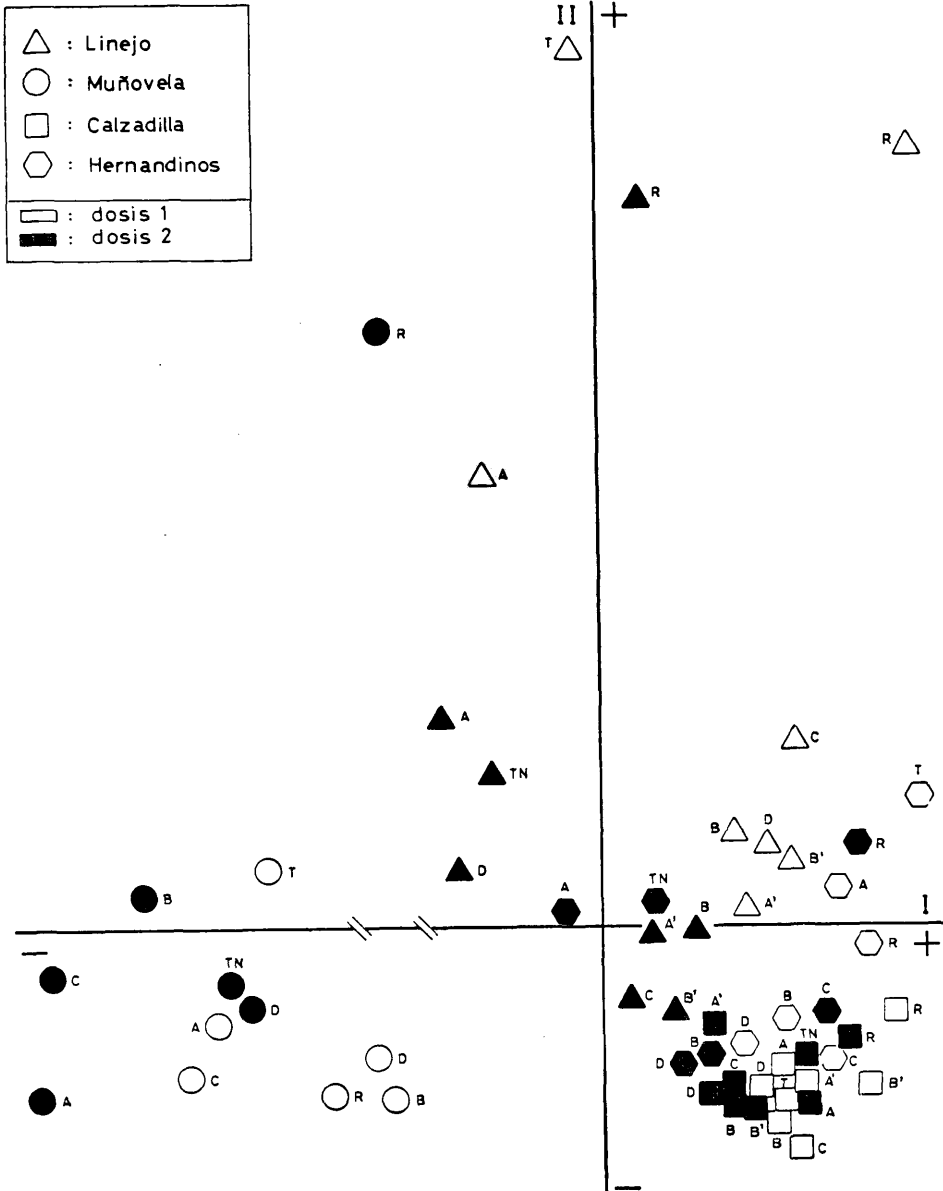


Fig. 3.—Ordenación general de las parcelas según su composición florística.

Una vez descritas las regularidades que se aprecian a nivel general, se realizará un estudio detallado de cada finca. Así, para Linejo (Fig. 4) en la distribución de las parcelas en el plano definido por los ejes I y II (28,87 y 18,56 % de absorción de la varianza, respectivamente), la mayor fuente de variabilidad se debe al aporte de nitrógeno, lo que ocasiona el alejamiento de los tratamientos T y R de la dosis 1 y R de la dosis 2, mientras los restantes tienden a situarse en la parte central de la gráfica. A pesar de ello, es posible la separación de las dos dosis aplicadas, que en la figura se indica, de forma aproximada, mediante una línea discontinua. Además, algo alejados de este núcleo central, se encuentran el tratamiento A de ambas dosis y el TN de la dosis 2, lo que puede ser debido a cierta variación edáfica en estas parcelas. Aunque en la selección inicial de las mismas se buscó la máxima homogeneidad, posteriormente se detectaron diferencias motivadas por una mayor superficialidad de la capa freática.

En cuanto a las especies, las gramíneas tienden a situarse próximas al núcleo central de tratamientos en los que se introducía nitrógeno. Entre ellas, podemos citar a *Agrostis castellana*, *Bromus hordaceus*, *Taeniatherum caput-medusae*, *Vulpia bromoides*, etc., más relacionadas con la dosis 1, mientras que en la proximidad de las parcelas tratadas con la dosis 2 se sitúan *Poa bulbosa*, *Festuca rubra*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, etc.

Las leguminosas y otras familias aparecen de forma más dispersa. Cabe mencionar, por lo destacado de su posición respecto al eje II a *Sanguisorba minor*, *Trifolium pratense*, *Holcus lanatus* y *Ranunculus bulbosus*, próximas a la parcela testigo de la dosis 1. En relación con el tratamiento R de la misma dosis, aparecen *Carex chaetophylla*, *Trifolium striatum*, *Parentucellia latifolia*, *Ornithopus compressus*, etc., y con el tratamiento R de la dosis 2 *Rumex angiocarpus*, *Scleranthus annuus*, *Rumex acetosa*, etc. Por último, próximas a las tres parcelas que a pesar de haber recibido aportes nitrogenados forman un núcleo separado de las restantes, en el primer cuadrante se sitúan especies como *Leontodon taraxacoides*, *Lotus corniculatus*, *Galium verum* y *Cynosurus cristatus*.

En resumen, podemos decir que en Linejo el mayor efecto de la fertilización sobre la composición florística se debe al nitrógeno. Sin embargo, es también posible detectar algunas modificaciones que pueden ser atribuibles al fósforo, o a la combinación fósforo-nitrógeno, como es la secuencia de los distintos tratamientos que puede seguirse para ambas dosis. No se detectan,

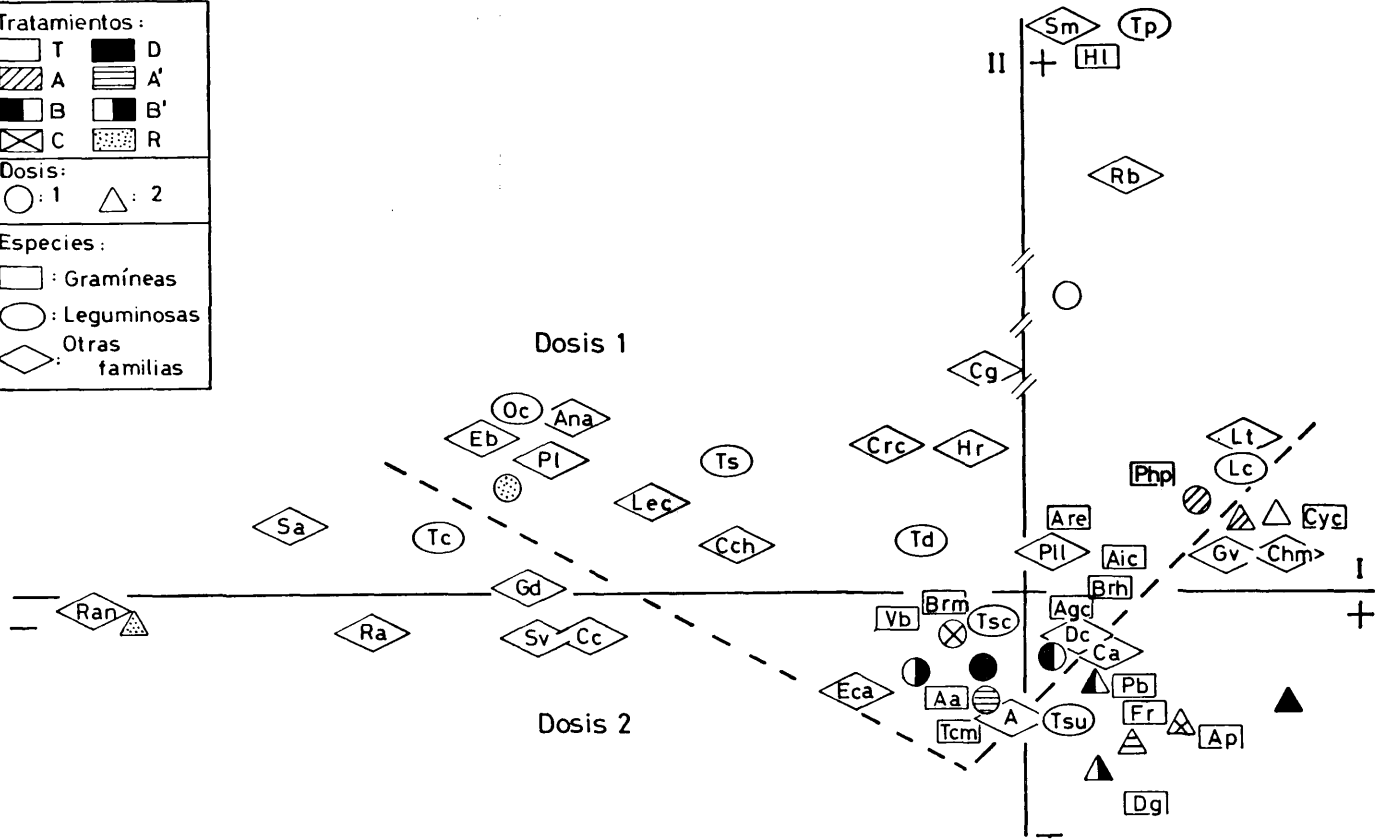
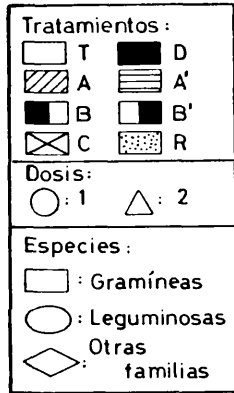


Fig. 4.—Ordenación de las parcelas de Linejo según su composición florística.

sin embargo, diferencias en cuanto a la procedencia del P_2O_5 aportado.

Para Muñovela (Fig. 5) la ordenación en el plano definido por los dos primeros ejes (32,70 y 17,25 % de absorción de la varianza, respectivamente), resulta, en algunos aspectos, diferente a la antes descrita. En primer lugar, el efecto del nitrógeno ahora no

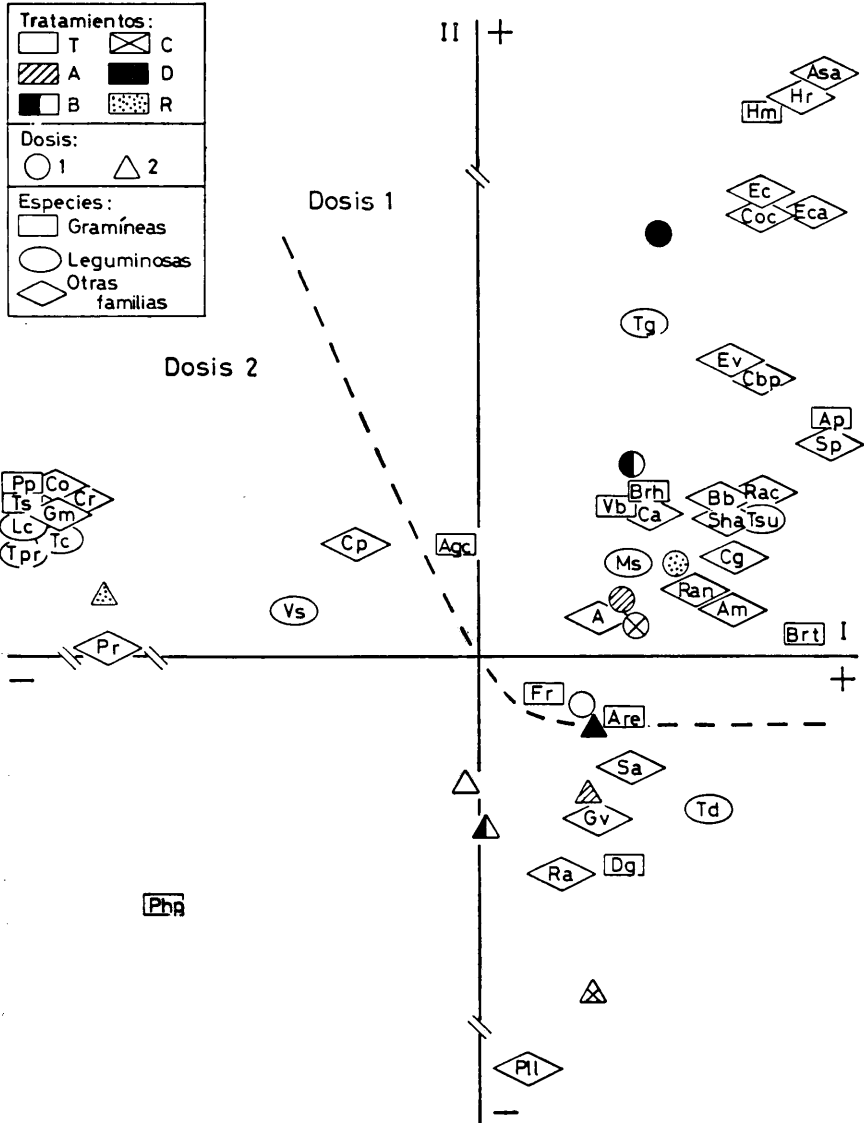


Fig. 5.—Ordenación de las parcelas de Muñovela según su composición florística.

es tan claro, ya que la única parcela a la que no se añadió este elemento que se separa del conjunto es la R de la dosis 2. La separación de las dos dosis aplicadas, se hace de nuevo patente, y para cada una de ellas es posible seguir una secuencia en la disposición de los tratamientos, con clara contraposición, en ambos casos, entre el C y el D.

En cuanto a las especies, en concordancia con lo comentado, no se observa ningún tipo de agrupación por familias. Su distribución se realiza preferentemente a lo largo del eje II. En la parte más positiva de éste, y por tanto relacionadas con la dosis 1, y sobre todo con el tratamiento D, aparecen *Hordeum murinum*, *Hypochoeris radicata*, *Erodium cicutarium*, *Conopodium capillifolium*, etc., que a través de otras, como *Trifolium glomeratum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Alopecurus pratensis*, etc., enlazan con los demás tratamientos de esta primera dosis. Próximas a ellos se encuentran especies como *Bromus hordaceus*, *Vulpia bromoides*, *Convolvulus arvensis*, *Trifolium subterraneum*, *Medicago sativa*, *Achillea millefolium*, etc. Ya con coordenadas negativas para el segundo eje, y marcando la transición hacia la dosis 2, se encuentran *Festuca rubra* y *Arrhenatherum elatius*, enlazando a su vez con otras como *Galium verum*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium dubium*, etc., y por último, en la parte más negativa de este segundo eje aparece *Plantago lanceolata*. Con coordenadas negativas para el primer componente, donde se localiza únicamente el tratamiento R de la dosis 2, aparecen algunas especies, desde *Agrostis castellana* hasta un grupo integrado por *Trifolium striatum*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Trifolium campestre*, *Poa pratensis*, etc.

Para Calzadilla (Fig. 6) la ordenación resulta bastante confusa. En cuanto a los tratamientos, aparece un núcleo central, del que se separan el C y D de la dosis 1 respecto al eje II (18,62 % de absorción) y el B' y R, de la misma dosis, siguiendo el eje I (25,54 % de absorción). La separación de las dosis aplicadas es inexistente, contrariamente a lo que ocurría al considerar las variables edáficas. Esto parece indicar que en este caso han ejercido gran influencia las especies que aparecían ocasionalmente, con muy bajas coberturas. Aunque se aconseja la eliminación previa al análisis de estos puntos «espúreos» (GIL, 1978), ha parecido conveniente mantenerlos, ya que se buscan diferencias que pueden estar basadas en respuestas de grado muy fino, que podrían diluirse al eliminar variables, aunque estos elementos se consideran suplementarios, de masa nula, una vez realizado el

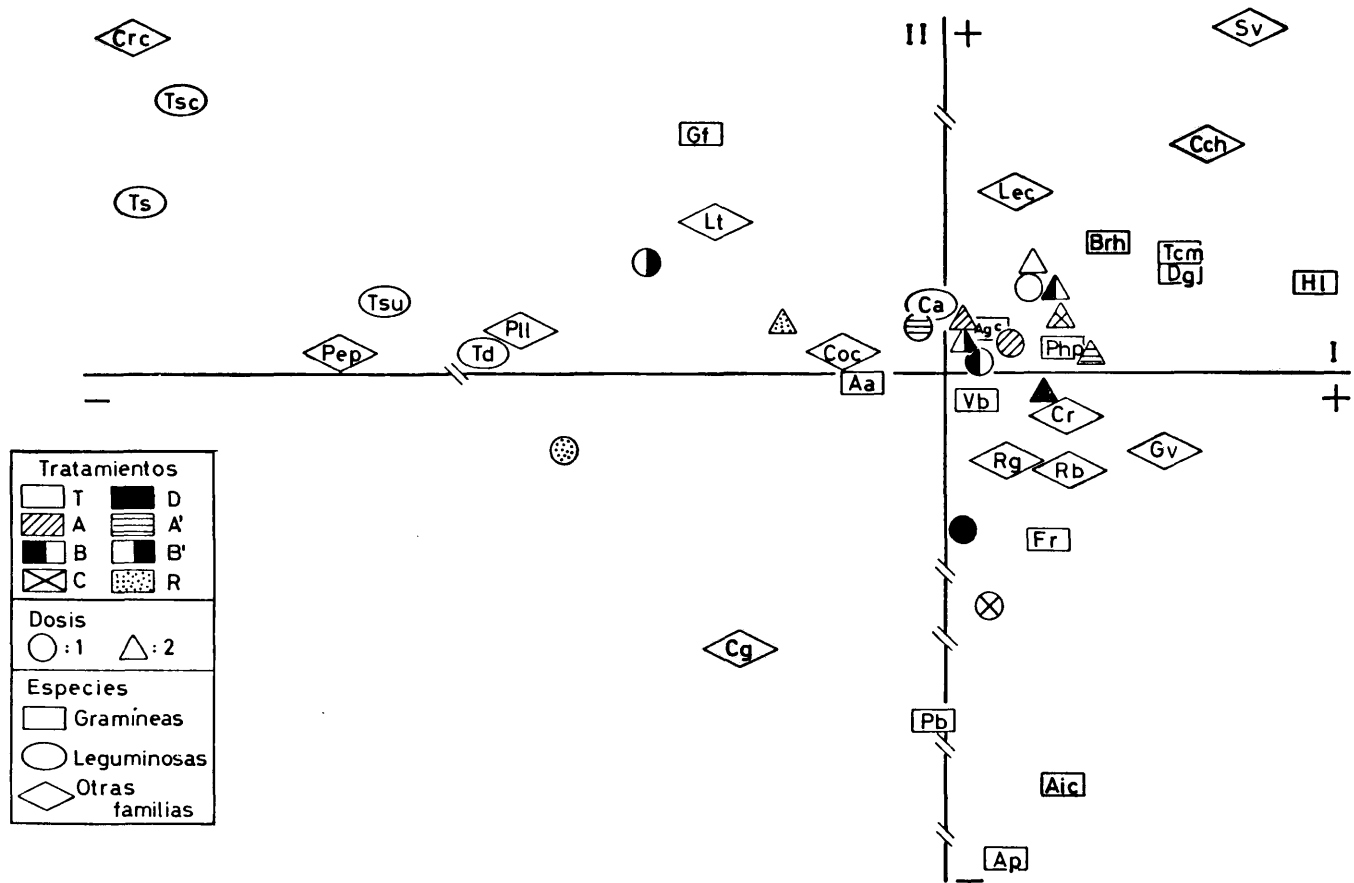


Fig. 6.—Ordenación de las parcelas de Calzadilla según su composición florística.

análisis. También queda reflejada la mayor homogeneidad de esta finca, ya que es más escaso el número de especies inventariadas y más aún el de aquellas con coberturas elevadas, lo que provoca la lógica aglomeración de las parcelas, enmascarando, en cierto modo, el efecto de la fertilización. Las únicas especies que superan el 10 % de cobertura, al menos en una parcela son *Bromus hordaceus*, *Vulpia bromoides*, *Agrostis castellana*, *Festuca rubra*, y *Anthoxanthum aristatum*. Estos aspectos serán posteriormente confirmados mediante la aplicación de algunos conceptos relacionados con la diversidad.

Por último, en el caso de Hernandinos (Fig. 7), la ordenación obtenida en el plano definido por los dos primeros ejes (37,01 y 24,67 % de absorción de la varianza, respectivamente, resulta bastante más clara. De nuevo, puede detectarse la separación de las dosis, con excepción únicamente del tratamiento R de la segunda, que tiende a aproximarse al mismo tratamiento de la dosis 1. Las parcelas estudiadas, aparecen distribuidas preferentemente a lo largo de la diagonal del segundo al cuarto cuadrante donde confluyen las dosis 1 y 2. Más alejados del esquema general se localizan los tratamientos TN y A de la segunda dosis, en relación con especies como *Galium verum*, *Phleum pratense*, *Centaurea ornata*, etc. A continuación, también en el primer cuadrante, aparecen otras como *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra*, *Airacaryophylla*, etc.

A lo largo de la línea en la que se localizan la mayoría de las parcelas, lo hace también una gran parte de las especies inventariadas. Así, en el segundo cuadrante, en relación con la parcela testigo de la dosis 1, y estableciendo un nexo de unión con los tratamientos R de ambas dosis, aparecen algunas especies, en su mayoría leguminosas, como *Trifolium striatum*, *Ornithopus compressus*, *Ornithopus perpusillus*, etc., o pertenecientes a otras familias, como *Jasione montana*, *Bellardia trixago*, *Tuberaria guttata*, etc.; siendo la excepción *Anthoxanthum aristatum*, única gramínea que se sitúa en este cuadrante. A continuación, próximas a los tratamientos R, aparecen *Rumex angiocarpus* y *Trifolium retusum*, que enlazan a su vez con los restantes tratamientos de la dosis 1, a través de especies como *Conopodium capillifolium*, *Trifolium subterraneum*, etc. La transición hacia los tratamientos de la dosis 2, ya en el cuarto cuadrante, se realiza preferentemente a través de gramíneas, como *Agrostis castellana*, *Vulpia bromoides*, *Bromus hordaceus* y *Holcus lanatus*. Por último, con coordenadas negativas elevadas para el eje II, y próximas a los

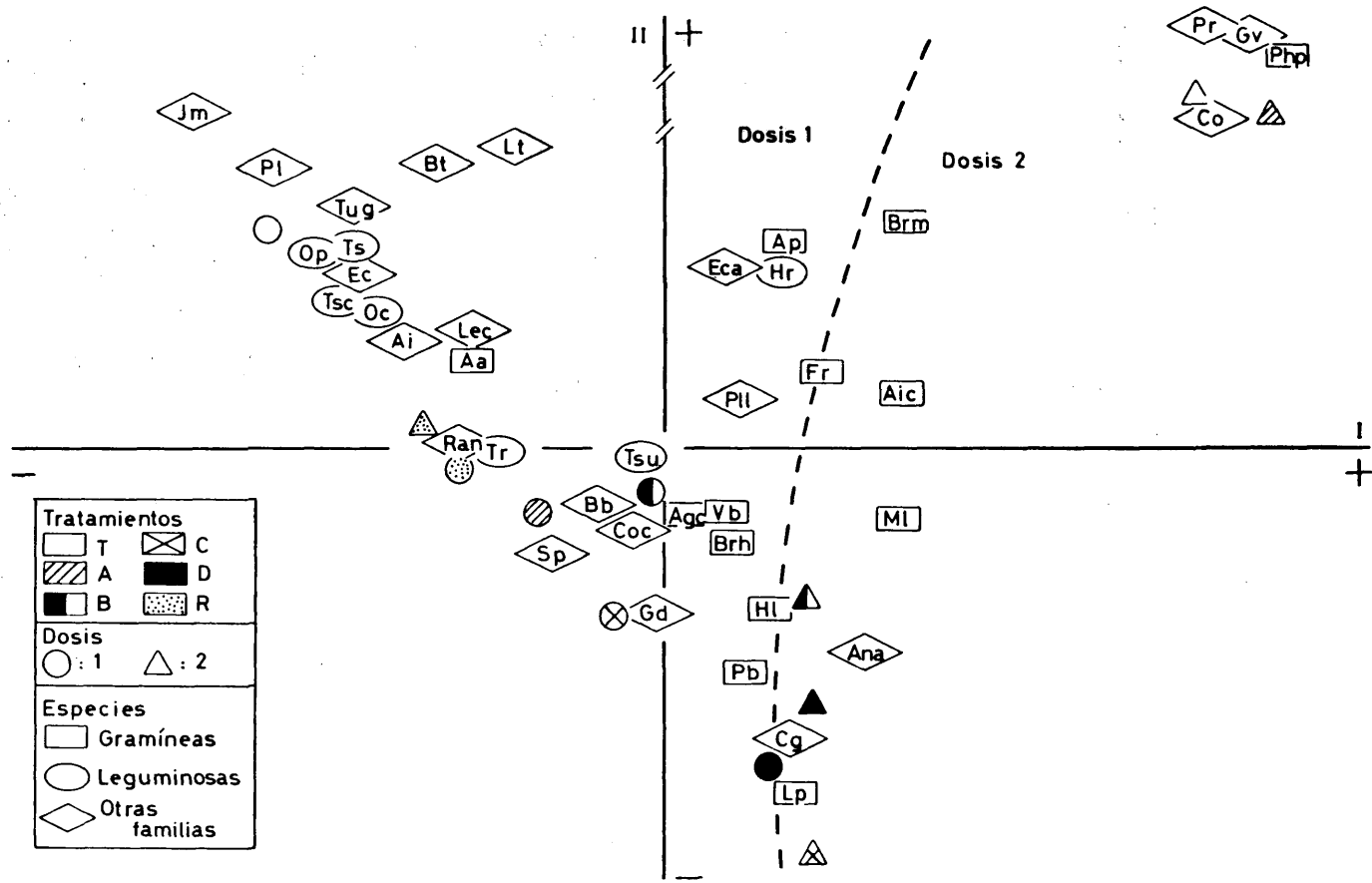


Fig. 7.—Ordenación de las parcelas de Hernandinos según su composición florística.

tratamientos D y C de la dosis 2 y D de la dosis 1, aparecen *Poa bulbosa*, *Anthemis arvensis*, *Cerastium glomeratum* y *Lolium perenne*.

Así pues, en resumen podemos decir, que las diferencias observadas en la vegetación son por lo general más manifiestas que aquellas que se aprecian al considerar las variables edáficas. Los análisis de ordenación en cuanto proporcionan pautas comparativas de las variaciones que se producen dentro del conjunto tratado, permiten apreciar algunos fenómenos, que pueden precisarse más aplicando criterios relacionados con la diversidad. Por este motivo se llevaron a cabo algunas apreciaciones estructurales. Siguiendo a WHITTAKER (1965, 1972) se puede distinguir una diversidad α , que se refiere a una muestra particular, una diversidad de conjunto para 2, 3, ...n muestras que han sido combinadas, denominada diversidad de tipo ν ; y por último, la diversidad β , que se refiere al cambio en la composición específica en espacios de entidad superior (FERNÁNDEZ ALÁEZ, 1984).

Para las parcelas estudiadas (Fig. 8) H'_{α} muestra diferencias bastante notables a nivel de finca. Los valores más elevados se obtienen para Muñovela, mientras que Calzadilla resulta la menos diversificada. Asimismo, se hace clara la disminución de la diversidad al pasar de la dosis 1 a la 2, lo que se traduce en una simplificación estructural, hecho que apoya el efecto que sobre la vegetación ejerce el abonado. Estos resultados no sólo se producen al nivel más bajo de muestreo, sino que se observan igualmente para la diversidad de conjunto H'_{ν} , resultando de nuevo Calzadilla la finca de menor diversidad. La Heterogeneidad H'_{β} , o bien diversidad de motivo o diversidad del pattern (MARGALEF, 1974), también hace evidentes algunas diferencias. La dosis 1 resulta siempre más heterogénea, y la mayor homogeneidad, como cabía esperar, corresponde a Calzadilla. Estos mismos resultados se reflejan al representar la intensidad del pattern (β/α), con mayores diferencias entre ambas dosis para Muñovela y Calzadilla.

Por otra parte, es interesante resaltar que los tratamientos A y B, en los que el P_2O_5 se incorporaba a partir de roca fosfórica en su totalidad (A), o a partir de roca y superfosfato (B), dan lugar a respuestas evidentes en la vegetación. Así, al compararla con la H'_{α} , media de cada dosis, se observa que en todos los casos la diversidad H'_{α} de A y B resulta inferior a dicha media general, y lo mismo ocurre al comparar la diversidades indivi-

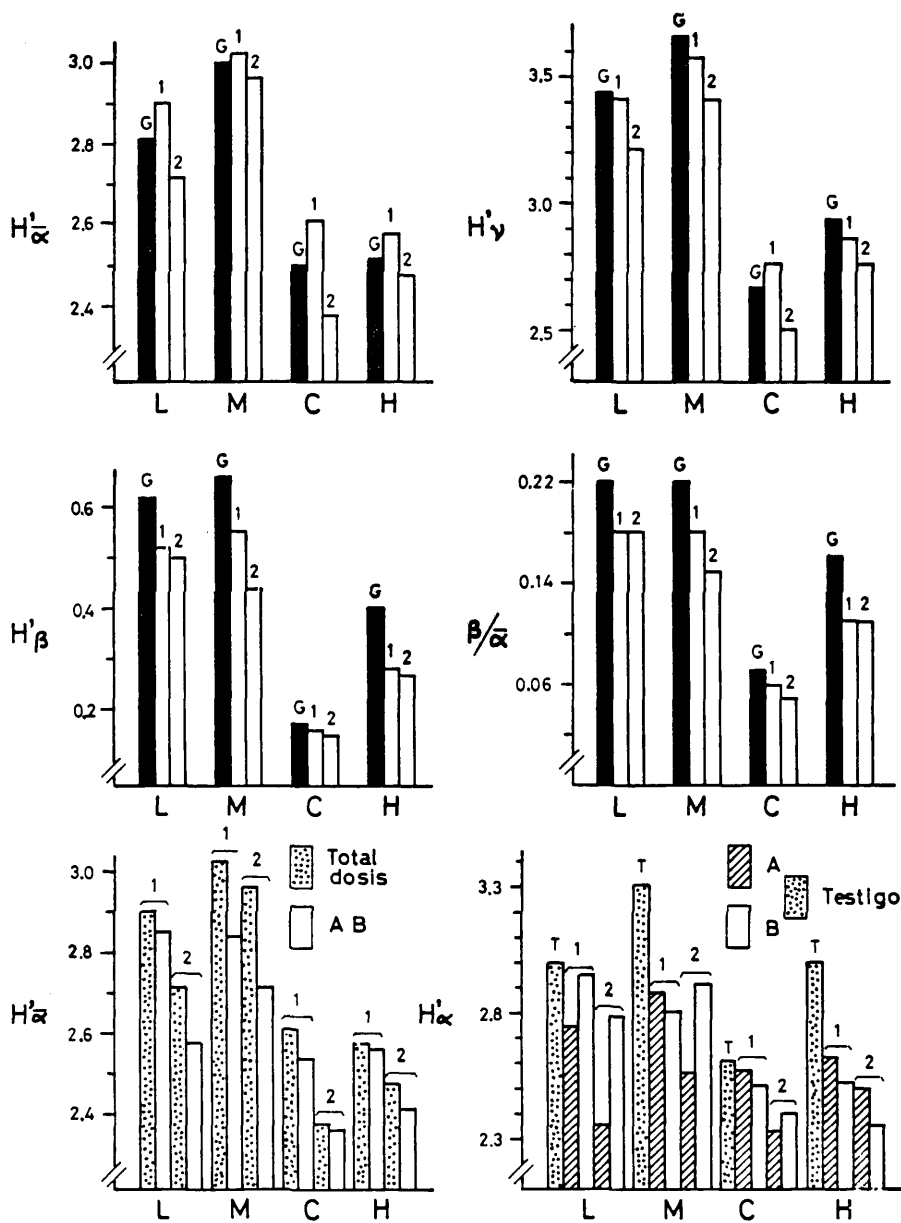


Fig. 8.—Relaciones estructurales (G) y de distintos tratamientos (A, B) y dosis (1,2) en las cuatro fincas estudiadas (L: Linejo, M: Muñovela, C: Calzadilla y H: Hernandinos).

duales de A y B con la del testigo, para ambas dosis. Estos resultados apoyan la utilización de fuentes de fósforo de bajo coste, como es la roca fosfórica, en formulas de fertilización que incluyen los tres elementos (N, P, K). Sin embargo, el tratamiento R (Roca fosfórica molida), no produce notables variaciones en la diversidad, lo que indica la necesidad de utilizar fórmulas de abonado que incluyan los tres elementos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda técnica prestada por J. C. Estévez, M. A. Sánchez y M. Hernández; así como a ENFERSA sus orientaciones.

BIBLIOGRAFIA

- BENZECRI, J. P. 1970. L'analyse des donnés. II. L'analyse des corespondances. Dunod. París.
- FERNÁNDEZ ALAEZ, M. 1984. Distribución de la vegetación macrofita y evaluación de factores ecológicos en sistemas leníticos de la provincia de León. Tesis Doctoral. Univ. León.
- GARCÍA CRIADO L. GARCÍA CIUDAD, A. y GARCÍA CRIADO, B. 1984. Estudio preliminar de la acción de fertilizantes fosfatados en pastizales naturales de suelos ácidos. Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca. 10, 185-202.
- GIL CRIADO, A. 1978. Métodos de análisis multivariante en ecología. Aplicaciones a una comunidad herbácea heterogénea. Tesis Doctoral. Univ. Sevilla.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. 1971 a. Estudio sobre fertilización de comunidades pratenses seminaturales. III. Incrementos relativos de la producción y del contenido mineral. Relaciones en la composición del suelo. An. Edafol. Agrobiol. 30, 45-56.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. 1971 b. Idem. IV. Interacciones N-P, N-K, y P-K, An. Edafol. Agrobiol. 30, 513-525.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. 1971 c. Idem. V. Competencia gramíneas leguminosas. An. Edafol. Agrobiol. 30, 965-977.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. 1971 d. La utilización del superfosfato en el abonado de pastizales de zonas semiáridas. Pastos 1, 171-176.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. y LUCENA CONDE, F. 1968. Estudios sobre fertilización. An. Edafol. Agrobiol. 27, 335-370.
- MARGALEF, R. 1974. Ecología. Omega. Barcelona.
- MARGALEF, R. 1980. La biosfera: entre la termodinámica y el juego. Omega. Barcelona.
- PIELOU, E. C. 1975. Ecological diversity. Wiley-Interscience. New York.
- SHANNON, C. E. and WEAVER, W. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press.
- WHITTAKER, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science 147, 250-260.
- WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon. 21, 231-251.

SUMMARY

EFFECT OF PHOSPHATIC FERTILIZERS ON THE FLORISTIC COMPOSITION OF SEMINATURAL GRASSLANDS UNDER ACID SOIL CONDITIONS

The floristic composition of four experimental grasslands, characterized by acid soil conditions and located in the province of Salamanca has been studied. These grasslands were fertilized during two consecutive years with phosphatic fertilizers of varying degrees of solubility.

Application of correspondence analysis to the general matrix of edaphic variables, indicate wide range differences among the locations studied. Nevertheless, individual analysis highlight certain regularities, although responses vary with each location. Similar results are obtained when cover matrix is considered. The general ordering permits separation of locations (experimental fields) and in some cases, the fertilizer doespecific responses of each location are once again highlighted.

Application of diversity-related concepts enables one to discern the selective effect of fertilization on floristic composition, which results in a structural simplification under different levels of treatments, doses and locations, accompanied by a consequent decrease in heterogeneity and intensity of pattern. Similarly, specific peculiarities of each experimental location is also observed. Treatments A and B produced similar responses, although in A all the phosphorus available originated from rock phosphate, while in B only 50% originated from this source. All the phosphorus in the remaining treatments originate from superphosphate.