

Diferenciación de especies herbáceas y sus estados de madurez mediante la utilización de fracciones orgánicas y valores de reflectancia (N.I.R.)

MERCEDES RICO RODRÍGUEZ*, BALBINO GARCÍA CRIADO* y
ANGEL PUERTO MARTÍN**

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

** Departamento de Ecología. Universidad de Salamanca.

RESUMEN

Se intenta obtener una diferenciación de especies herbáceas y la separación simultánea de distintos estados de madurez vegetativa, utilizando la composición orgánica y medidas de reflectancia; estableciéndose en este último caso precisiones acerca de la granulometría más idónea con que deban presentarse las muestras.

Del estudio de la calidad nutritiva de las especies se obtienen distintas ordenaciones (global y para cada género) mediante la aplicación del análisis de correspondencias. En ellas se pone de relieve el establecimiento de agrupaciones a nivel específico y la secuencia evolutiva temporal.

La ordenación posterior, realizada con seis valores del espectro de reflectancia en el infrarrojo cercano, resulta igualmente válida, particularmente cuando las muestras son trituradas en molino con tamiz de luz de malla de 0,7 mm. La diferenciación específica es más apreciable que en el caso anterior y, aunque la tendencia evolutiva aparece a veces algo más diluida, siempre es posible separar estadios iniciales y finales. Cuando la ordenación se realiza en base a 19 valores de reflectancia, la diferenciación resulta menos nítida que en los casos anteriores.

INTRODUCCIÓN

La calidad de los pastizales semiáridos del centro-oeste español ha sido evaluada en repetidas ocasiones, que suponen tanto aportaciones de tipo cuantitativo (MONTALVO, 1980) como la ordenación y tipificación de las comunidades en base a dicha calidad nutricional (RICO y col., 1980).

Aunque los estudios comunitarios son abundantes, y los referentes a especies cultivadas, sobre todo de regadío, relativamente numerosas, no ocurre lo mismo con la investigación de especies herbáceas silvestres, cuya bibliografía resulta algo escasa (DUQUE, 1971; DUQUE y col., 1971; PUERTO y col., 1980; etc.), particularmente cuando se trata de la ordenación de especies pratenses según su composición química (PUERTO y col., 1981).

Se cuenta también con antecedentes referidos a la evaluación automática de forrajes mediante espectroscopía (N.I.R.), que ponen de manifiesto las ventajas de dicha técnica para la obtención, mediante calibración previa del sistema, de datos analíticos a partir de los valores de reflectancia aportados (NORRIS y col., 1976; SHENK y BARNES, 1977; GARCÍA CRIADO y col., 1977, 1978; SHENK y col., 1977, 1979; DÍAZ y col., 1980).

En nuestro caso se pretende un triple objetivo. En primer lugar se trata de incrementar el conocimiento sobre la calidad nutritiva de especies silvestres que aparecen como dominantes en pastizales salmantinos (LUIS, 1976; PUERTO, 1977; RICO, 1981). Para ello, en una aproximación inicial, se han seleccionado siete especies incluidas en tres géneros, manteniendo la separación en familias que viene siendo habitual en estos estudios. Así, como gramíneas, se cuenta con muestras de *Poa bulbosa* L. y *Poa pratensis* L., entre las leguminosas se incluyen especies del género *Anthyllis* (*A. lotoides* L., *A. cornicina* L. y *A. vulneraria* L.) y en el grupo de otras familias se estudian compuestas del género *Chamaemelum* (*C. nobile* (L.) All. y *C. mixtum* (L.) All.). Con la consideración del nivel genérico se persigue una mayor precisión en la búsqueda de diferencias específicas. Los resultados del análisis químico de estas muestras se someten a una ordenación mediante la técnica factorial de correspondencias, que sirve de referencia para criticar la bondad de ordenaciones posteriores, basadas en los valores de reflectancia ($\log 1/R$) del espectro infrarrojo cercano.

En segundo lugar, se intenta establecer la validez de estas reflectancias al actuar como variables u objetos en el análisis de correspondencias, pudiendo sustituir a los resultados químicos, de obtención

más costosa en cuanto a trabajo y tiempo invertidos, de cara a estudios posteriores.

Por último, se aporta alguna precisión acerca de la presentación óptima de las muestras a los equipos de infrarrojos, en lo que a granulometría se refiere. El tamaño de las partículas influye en la emisión de reflectancia, de aquí el interés en emplear el tamiz con luz de malla más adecuado en el molido de las muestras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se parte de un total de 49 muestras (14 pertenecientes a *Poa*, 21 a *Anthyllis* y 14 a *Chamaemelum*), tomadas en distintas comunidades de la provincia de Salamanca, durante los meses de mayo, junio y julio de 1982. Dichas comunidades se seleccionaron de modo que la dominancia en ellas de alguna de las especies estudiadas, se hiciera patente en algún período del ciclo vegetativo.

El número de cortes, efectuados casi a ras de suelo e individuo por individuo, asciende a un total de cinco como máximo, presentando variaciones para cada una de las especies según la propia fenología. La biomasa vegetal así obtenida, fue trasladada al laboratorio, donde un vez seca (80° C durante 24 horas), triturada en micromolino con tamiz de luz de malla de 1 mm. y homogeneizada, se almacenó para su posterior análisis.

Siguiendo los métodos de VAN SOEST y KJELDALH, se determinan: NDF, CC, ADF, hemicelulosa, celulosa, lignina, DNDF, DCC, DMD y proteína. Una información detallada sobre estas técnicas se encuentra en los trabajos de GOERING y VAN SOEST (1970) y GARCÍA CRIADO (1974), entre otros.

Por otra parte, las muestras fueron analizadas por duplicado (muestras originales y partes de las mismas molidas por segunda vez utilizando tamiz de luz de malla de 0,7 mm.) en el sistema automático INFRA-ALYZER, mod. 2.5 A de Technicon D.J., que trabaja por reflectancia en el infrarrojo cercano a 6 longitudes de onda (1680-2310 nm). Además, las muestras de granulometría más fina se pasaron por un sistema INFRA-ALYZER, mod. 400 R, que opera con 19 longitudes de onda (1445-2348 nm).

El tratamiento de la información se llevó a cabo mediante la técnica factorial de correspondencias (CORDIER, 1965; BENZECRI, 1970; GIL, 1978).

ORDENACIONES EN BASE A LOS CONSTITUYENTES QUÍMICOS

De la aplicación del análisis de correspondencias a la totalidad de las muestras, se obtiene la ordenación sobre los dos primeros ejes (porcentajes de absorción de 80,6 y 12,1, respectivamente) que se indica en la parte superior de la figura 1. El primer componente separa las muestras de *Poa*, caracterizadas por NDF, hemicelulosa y DNDF,

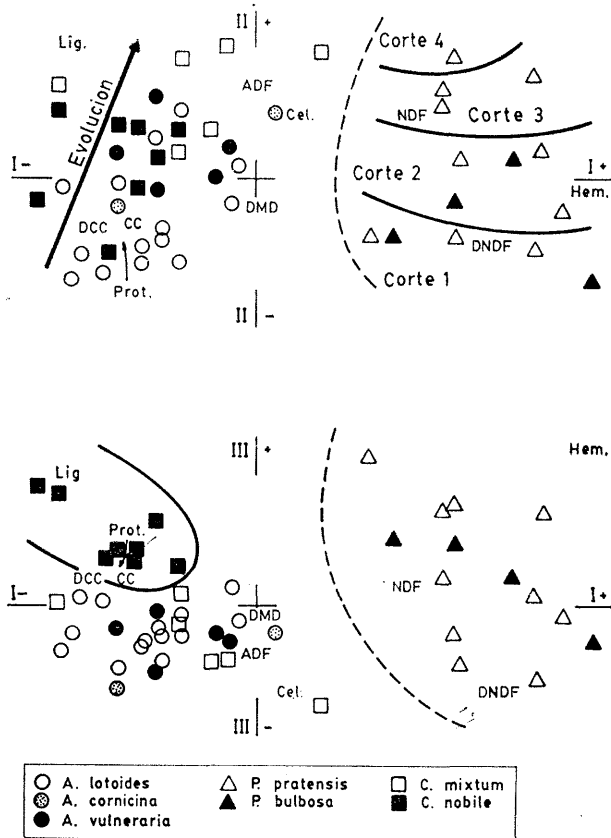


Fig. 1.—Ordenación general de las muestras utilizando como variables los resultados analíticos.

de las restantes. El eje II tiene un carácter marcadamente evolutivo, diferenciando netamente los cuatro cortes realizados para *Poa*, y estableciendo una secuencia temporal más imprecisa respecto a los otros dos géneros. En cuanto a las variables, como es lógico, se produce

un incremento de lignina, ADF, celulosa y NDF a medida que progresa el ciclo vegetativo, mientras que DCC, proteína, DMD y DNDF son más elevados en los estadios iniciales. Las muestras de *Chamaemelum*, con altos contenidos en lignina, aparecen algo diferenciadas de las de *Anthyllis*, en las que predominan CC, DCC y proteína. El eje III, con un 5,2 % de absorción (parte inferior de la figura 1), se limita a establecer algunas precisiones, siendo la más evidente la individualización de *C. nobile*, con elevados contenidos en lignina y hemicelulosa.

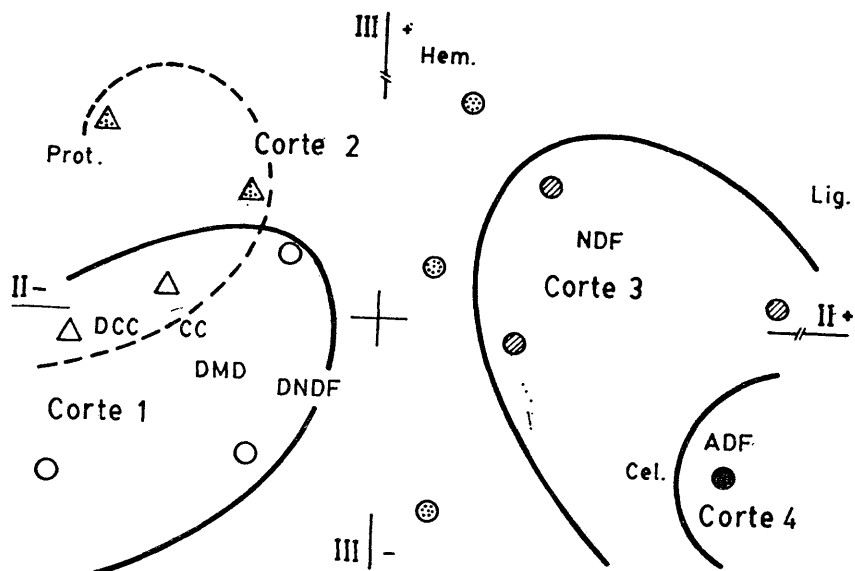


Fig. 2.—Ordenación de las muestras de *Poa* utilizando como variables los datos analíticos. Símbolos: círculos *P. pratensis* y triángulos *P. bulbosa*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

En cuanto al estudio individual de cada uno de los géneros, en la figura 2 se representa la ordenación de las muestras de *Poa* en el plano definido por los ejes II y III (32,9 y 8,8 % de absorción, respectivamente). La elección de ejes en cada caso, obedece a la necesidad de exponer los resultados que mejor resalten las conclusiones hacia las que se enfoca el planteamiento, es decir, la búsqueda de diferencias específicas y de madurez. Ambas tendencias se hacen evidentes para el género *Poa*. El eje II sitúa en su parte negativa la totalidad de las muestras de *P. bulbosa* y las pertenecientes al primer corte de *P. pratensis*. Como definitorias del grupo aparecen las variables típicas de estadios iniciales. El resto de las muestras se locali-

zan en la parte positiva de este componente, siendo patente la individualización de los cortes. La hemicelulosa se relaciona con el segundo corte, NDF con el tercero y ADF y lignina con el representante del mayor decaimiento de la vegetación. El eje III, aunque individualmente no manifiesta ninguna tendencia observable, colabora de forma evidente en la definición de los grupos.

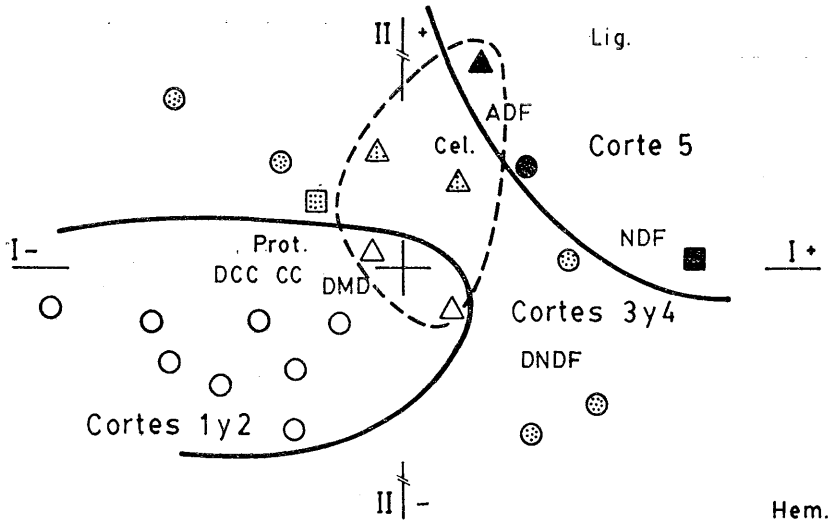


Fig. 3.—Ordenación de las muestras de *Anthyllis* utilizando como variables los resultados analíticos. Símbolos: círculos *A. lotooides*, triángulos *A. vulneraria* y cuadrados *A. cornicina*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

De forma similar, en la figura 3 se esquematiza la ordenación de las muestras de *Anthyllis* en el plano definido por los ejes I y II (65,2 y 26,5 % de absorción). La individualización total de los cortes no es posible al acentuarse las diferencias de madurez de una misma especie entre distintas comunidades. En cuanto a las especies, la separación de *A. vulneraria* resulta clara, siendo en parte coincidente la evolución de *A. cornicina* y *A. lotooides*, hecho probablemente condicionado por la escasa representación de *A. cornicina*, debido a lo tardío de su desarrollo.

Para el género *Chamaemelum* (Fig. 4) la ordenación de las muestras en el plano definido por los ejes I y II (absorción del 76,9 y 14,4 %), pone de relieve una separación muy clara de las dos especies analizadas. Las diferencias de madurez son patentes, alcanzando mayor precisión para *C. mixtum*.

En resumen, la utilización de las fracciones orgánicas como variables en el análisis de correspondencias, da lugar a ordenaciones en las que puede destacarse una tendencia temporal, relacionada con la progresión del ciclo fenológico, y una diferenciación de especies. Ambas observaciones alcanzan distinta precisión según el caso considerado.

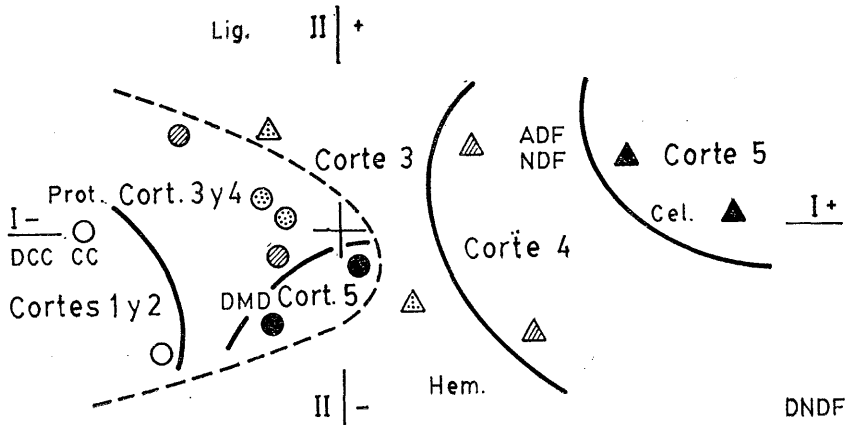


Fig. 4.—Ordenación de las muestras de *Chamaemelum* utilizando como variables los resultados analíticos. Símbolos: círculos *C. nobile* y triángulos *C. mixtum*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

ORDENACIONES EN BASE A LOS VALORES DE REFLECTANCIA

Considerando como variables los seis valores de reflectancia aportados por el sistema INFRA-ALYZER, mod. 2.5 A, en la figu-

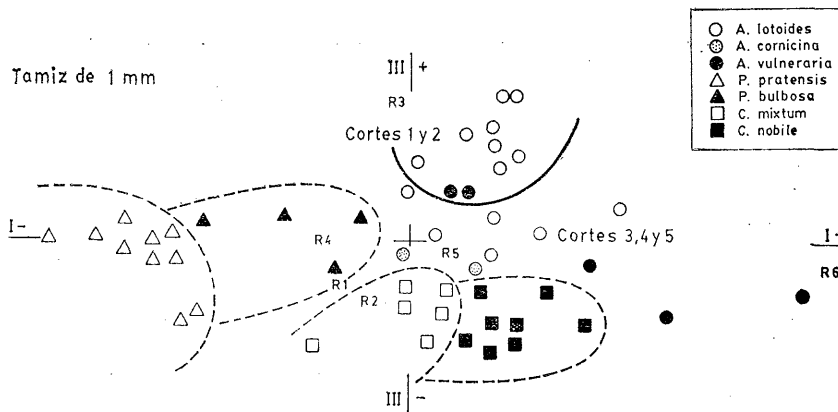


Fig. 5.—Ordenación general de las muestras, molidas a través de tamiz de 1 mm., utilizando como variables 6 valores de reflectancia.

ra 5 se representa la ordenación general de las muestras de granulometría más gruesa (tamiz de luz de malla de 1 mm.), en el plano de los ejes I y III (66,0 y 5,3 % de absorción). A lo largo del eje I se produce una separación muy completa de las especies estudiadas, debiéndose la mayor influencia a la reflectancia R6 (2310 nm), que se contrapone a la R1 (1680 nm) y R4 (2180 nm). Para el tercer componente es la R3 (2100 nm) la variable que más contribuye. En el plano, la diferenciación de especies se hace clara, salvo para *Anthyllis*, donde se observan algunas superposiciones al incidir también la distinta madurez en la ordenación de las muestras. Esta tendencia temporal se encuentra enmascarada para el resto de las especies.

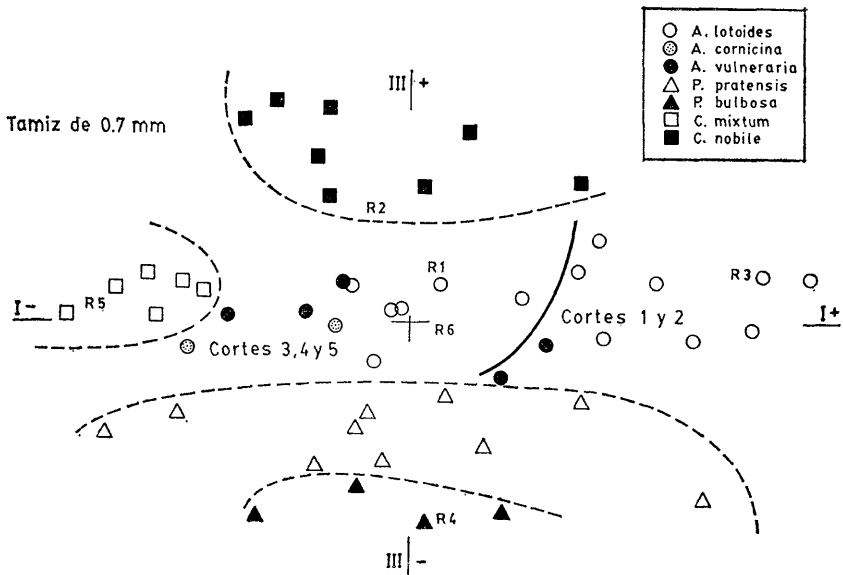


Fig. 6.—Ordenación general de las muestras, molidas a través de tamiz de 0,7 mm., utilizando como variables 6 valores de reflectancia.

Para las muestras de granulometría más fina (Fig. 6), los resultados obtenidos son muy similares, en lo que se refiere a la separación de especies y cortes, aunque las muestras aparecen algo más dispersas en el plano de los ejes I y III (absorción de 68,8 y 8,1 %, respectivamente).

Comparando estas ordenaciones con la representada en la figura 1, se destaca que las diferencias específicas quedan definidas de forma más clara al considerar las reflectancias. En cambio, el sentido evolutivo (diferenciación de cortes) resulta más completo si se utilizan los datos químicos como variables.

En cuanto a los análisis individuales para cada uno de los géneros, en la parte superior de la figura 7 se representa la distribución de las muestras de granulometría más gruesa de *Poa* en el plano defi-

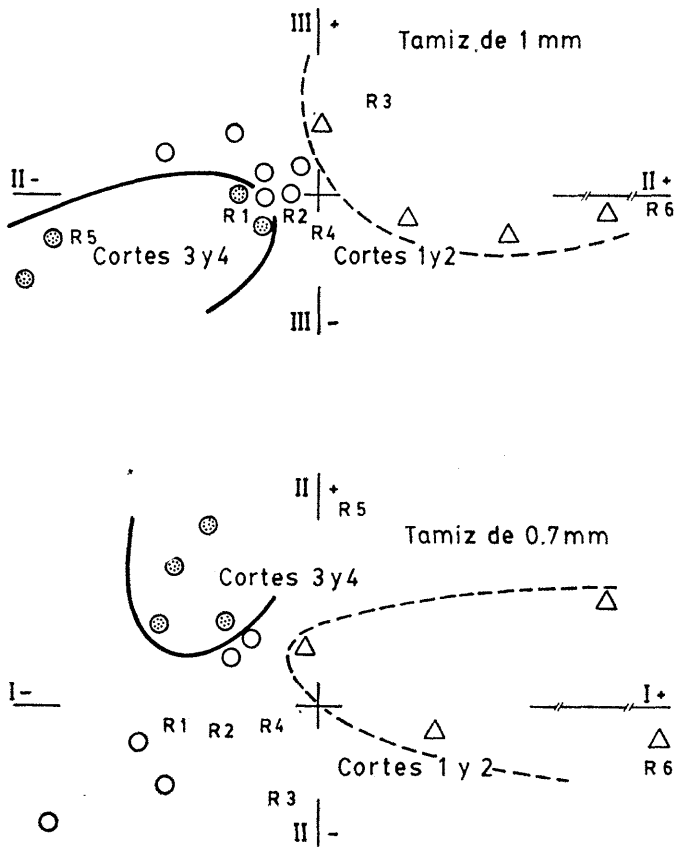


Fig. 7.—Ordenación de las muestras de *Poa*, de distinta granulometría, utilizando como variables 6 valores de reflectancia. Símbolos: círculos *P. pratensis* y triángulos *P. bulbosa*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

nido por los ejes II y III (41,6 y 9,3 % de absorción). En la parte inferior de la misma figura aparece la ordenación de las muestras de granulometría fina de *Poa*, en el plano de los ejes I y II (70,5 y 25,1 % de absorción). En ambos casos es evidente la separación de las dos especies, así como la diferenciación entre los estadios más jóvenes y más maduros de *P. pratensis* y, como se comentó anteriormente, cierta aproximación de estos cortes iniciales a la totalidad de las muestras de *P. bulbosa*. La elección de la granulometría más idó-

nea estriba en la mayor representatividad de los resultados al trabajar con muestras molidas a través de tamiz de luz de malla de 0,7 mm., ya que aquí se consideran los dos primeros ejes que acumulan un 95,6 % de absorción de la varianza, mientras que los ejes que intervienen en la ordenación de las muestras de granulometría más gruesa, sólo acumulan en conjunto un 50,9 % de absorción. Lo mismo ocurre

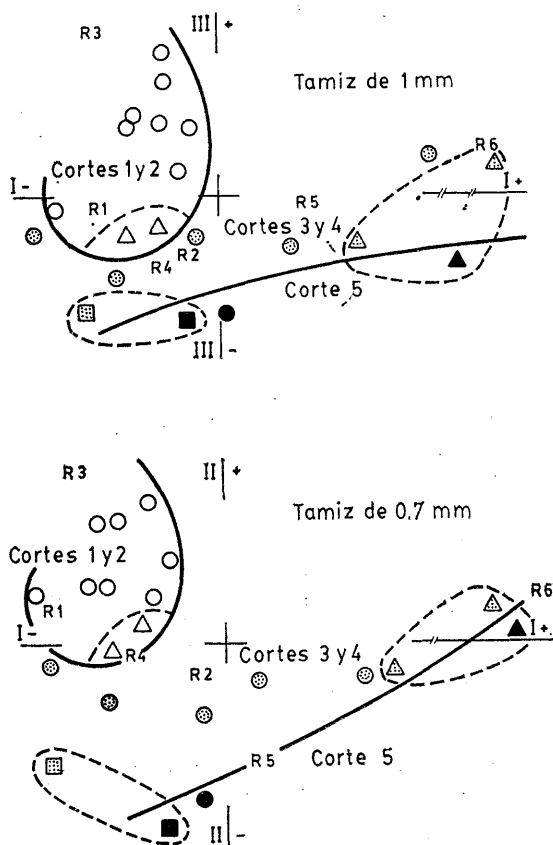


Fig. 8.—Ordenación de las muestras de *Anthyllis*, de distinta granulometría, utilizando como variables 6 valores de reflectancia. Símbolos: círculos *A. lotoides*, triángulos *A. vulneraria* y cuadrados *A. cornicina*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

en el caso de *Anthyllis* (Fig. 8) y de *Chamaemelum* (Fig. 9), lo que motiva la selección a priori del tamiz más fino, siendo similar al distribución de los grupos en las ordenaciones.

En efecto, en la ordenación de las muestras de granulometría más gruesa de *Anthyllis* (Fig. 8) intervienen los ejes I y III (48,9 y 18,2 %

de absorción), mientras que para las más finamente molturadas, la representación se realiza en el plano definido por los dos primeros componentes (65,3 y 23,1 % de absorción). En ambos casos la diferenciación de especies y la progresión fenológica son semejantes, no

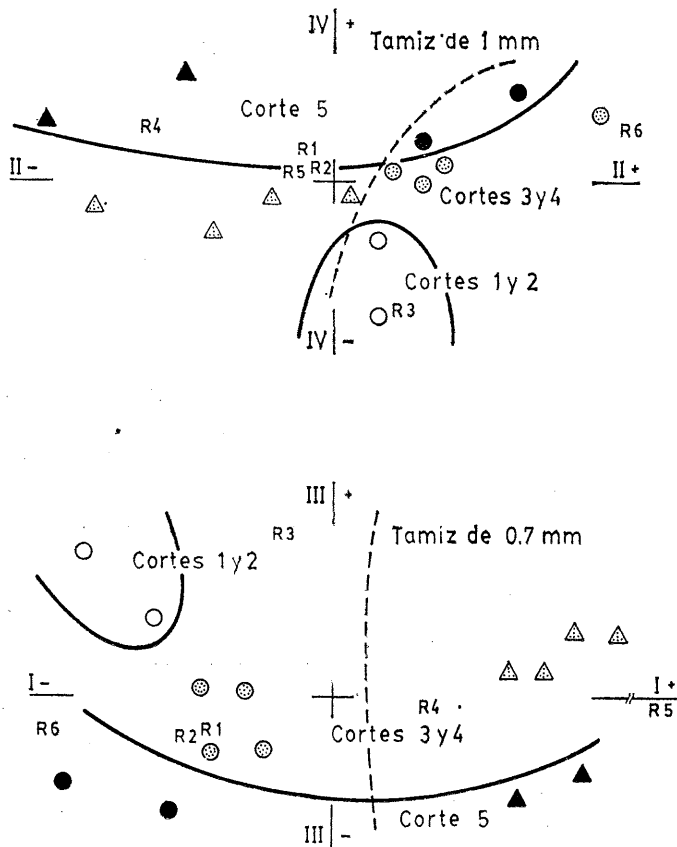


Fig. 9.—Ordenación de las muestras de *Chamaemelum*, de distinta granulometría, utilizando como variables 6 valores de reflectancia. Símbolos: círculos *C. nobile* y triángulos *C. mixtum*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

apreciándose pérdida alguna de información al emplear como variables las reflectancias (comparar las figuras 3 y 8). Puede ocurrir que las diferencias de madurez se impongan de tal forma que, como se insinuaba anteriormente, enmascaran diferencias interespecíficas.

En la figura 9 se comparan las ordenaciones de las muestras de *Chamaemelum* de granulometría gruesa (representación sobre los ejes II y IV, con 18,8 y 2,1 % de absorción), en la parte superior, y

de granulometría fina (ejes I y III, con 53,0 y 6,2 % de absorción), en la parte inferior de la figura. Los comentarios anteriores, sobre la mayor aportación de información al trabajar con las muestras más finamente molidas, ahora adquieren aún más relieve, siendo las ordenaciones en ambos casos muy similares. La separación de especies resulta evidente, quizá de forma más acentuada en la gráfica inferior. Las diferencias de madurez son más claras que al trabajar con datos químicos (comparar las figuras 4 y 9), aunque los distintos estadíos de *C. mixtum* pierdan parte de su identidad al incorporarse a la tendencia general.

En lo que se refiere a las reflectancias, es manifiesta la influencia que ejerce en la distribución de las muestras sobre el eje tomado como abscisas la R6. A ella se contraponen, pero con contribuciones mucho menores, R1 y R5 (1940 nm) para el caso de *Poa* (muestras de granulometría fina y gruesa, respectivamente), R1 y R3 para *Anthyllis*, y R6 y R4 para *Chamaemelum* (tamiz de 0,7 y 1 mm., respectivamente). Para el eje tomado como ordenadas, la influencia más generalizada se debe a la R3, localizándose con coordenadas de signo opuesto más elevadas la R5, para el género *Poa* y las muestras de granulometría fina de *Anthyllis*. En el resto de las ordenaciones, la contraposición se debe a la R4 para las muestras tamizadas a través de 1 mm. de *Anthyllis*, y a la R6 para *Chamaemelum*, aunque no es muy clara dicha contraposición en el caso de las muestras más finamente molduradas de este género.

Por último, al actuar como variables en el análisis de correspondencias los 19 valores de reflectancia aportados por un sistema INFRAALYZER, mod. 400 R, se obtienen los resultados que se exponen a continuación.

En la figura 10 se representa la ordenación general de las muestras en el plano definido por los ejes I y II (absorción de 73,3 y 15,8 %, respectivamente). Las diferencias, tanto específicas como de madurez, se encuentran bastante enmascaradas. El eje I, muy influenciado por la variable F18 (1722 nm) a la que se contrapone un bloque integrado por las restantes, separa hacia su parte positiva la totalidad de las muestras de *Chamaemelum*, a las que se unen algunas de *P. bulbosa*, existiendo cierto desplazamiento especial de las dos especies estudiadas, sin que sea posible establecer precisiones de rango más fino al respecto. Las restantes muestras se localizan preferentemente en la parte negativa del eje, observándose una cierta gradación que lleva desde el predominio de *Anthyllis*, en la parte media, al de *Poa*, con coordenadas más negativas. De esta forma, la diferenciación específica sigue ligada al eje I, aunque la precisión es

notablemente inferior a la aportada en análisis anteriores. Respecto al eje II, las reflectancias se distribuyen en dos grupos bastante com-

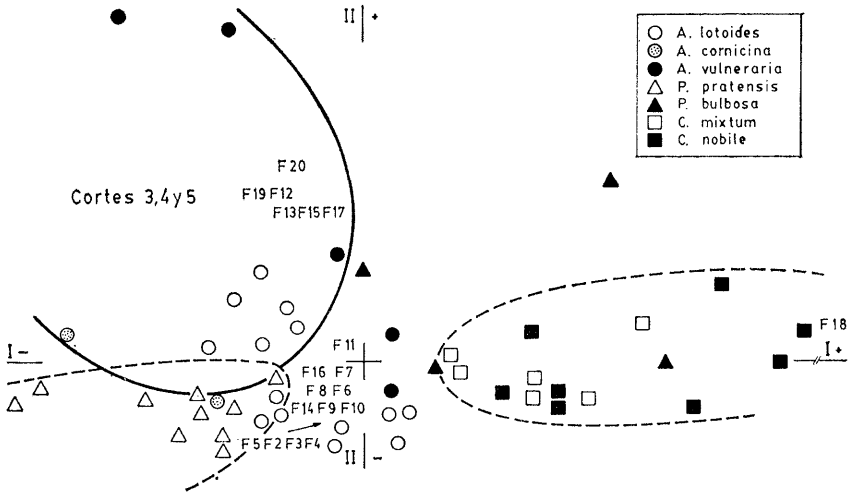


Fig. 10.—Ordenación general de las muestras utilizando como variables 19 valores de reflectancia.

pactos, advirtiéndose algunas diferencias de madurez de carácter muy general (separación de los estadios más maduros de *Anthyllis*). En el plano definido por ambos ejes se aprecian las tendencias de diferenciación específica (en este caso más bien genérica) y temporal descritas hasta ahora, aunque mucho más diluidas particularmente en lo que se refiere a la individualización de cortes.

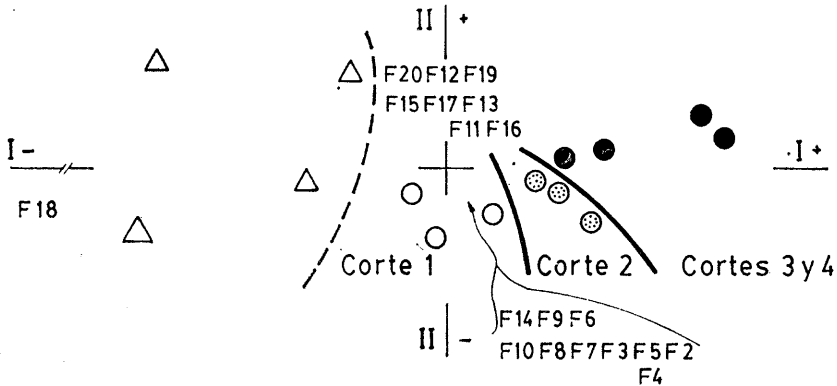


Fig. 11.—Ordenación de las muestras de *Poa* utilizando como variables 19 valores de reflectancia. Símbolos: círculos *P. pratensis* y triángulos *P. bulbosa*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

En cuanto a los análisis individuales, realizados con cada uno de los géneros, en la figura 11 se representa la distribución de las muestras de *Poa* en el plano definido por los dos primeros componentes (91,0 y 6,7 % de absorción). La información es aportada prácticamente en su totalidad por el eje I, definido, como en el análisis general, por la F18. A lo largo de dicho eje se separan las dos especies analizadas, *P. bulbosa*, con coordenadas más negativas, y *P. pratensis*, hacia la parte positiva. Dentro de esta última pueden diferenciarse también distintos estadios de madurez vegetativa. El resto de las reflectancias aparece formando un bloque, sin que se defina ninguna tendencia marcada para el eje II.

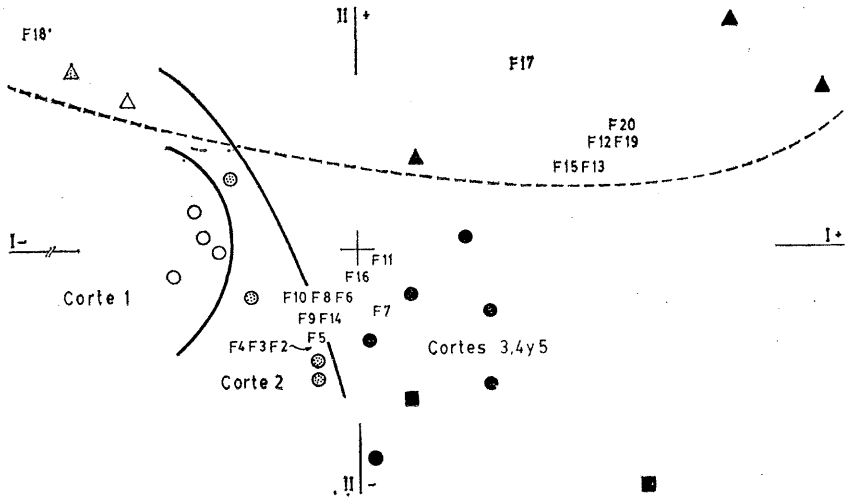


Fig. 12.—Ordenación de las muestras de *Anthyllis* utilizando como variables 19 valores de reflectancia. Símbolos: círculos *A. lotoides*, triángulos *A. vulneraria* y cuadrados *A. cornicina*; los cortes se indican mediante distintas tramas.

La distribución de las muestras de *Anthyllis* en el plano principal se representa en la figura 12. El eje I (85,2 % de absorción) se ve nuevamente mediatizado por la F18. A lo largo de dicho componente, en este caso resaltan con mayor nitidez las diferencias de madurez entre las muestras. El eje II (7,9 % de absorción) tiene ahora una acción algo más definida, interviniendo en la separación específica. La influencia de la F18 es también notoria para este componente. A ella se une otro grupo de reflectancias, que forman un núcleo opuesto al

integrado por las restantes. La definición más clara, como ocurría anteriormente, se produce para *A. vulneraria*.

En la figura 13 se representa la distribución de las muestras de *Chamaemelum* en el plano principal. La información es aportada nuevamente por el eje I (90,0 % de absorción), influenciado otra vez por la F18. El eje II colabora en cierta medida en la separación de las dos especies estudiadas, única tendencia apreciable en el plano.

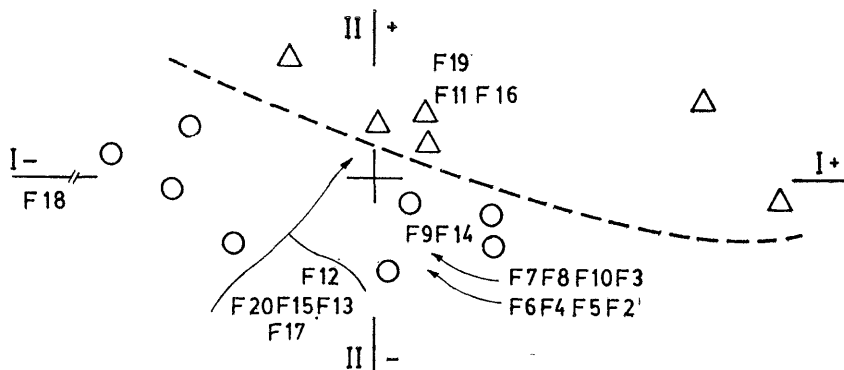


Fig. 13.—Ordenación de las muestras de *Chamaemelum* utilizando como variables 19 valores de reflectancia. Símbolos: círculos *C. nobile* y triángulos *C. mixtum*.

Se pone de manifiesto la necesidad de una selección de las reflectancias, ya que en parte existen indicios de que algunas puedan considerarse redundantes, al tiempo que la posible aleatoriedad de otras lleva a la generación de «ruido» y, por consiguiente, a desvirtuar los resultados del análisis respecto al problema de ordenación que se está tratando.

CONCLUSIÓN

Es posible la diferenciación de especies mediante la aplicación del análisis multivariante a datos de N.I.R. Esto supone la garantía de que las especies vegetales podrán igualmente identificarse por su espectro característico (N.I.R.), al tiempo que constituye una nueva vía para determinar las proporciones relativas de gramíneas, leguminosas y otras familias en muestras de comunidades herbáceas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro especial agradecimiento a la Dra. D.^a Blanca REDONDO PRIETO, por su inestimable ayuda en la costosa tarea de recogida de muestras, y a D.^a M.^a Angeles SÁNCHEZ RODRÍGUEZ y D. Francisco BLANCO, por la colaboración técnica prestada en las rutinas de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- BENZECRI, J. P., 1970: *L'analyse des données. II. L'analyse des correspondances*. Dunod. París.
- CORDIER, B., 1965: *L'analyse factorielle des correspondances*. These 3e Cycle. Rennes.
- DÍAZ GÜEMES, M. I.; GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD, A. y LEÓN MORÁN, L., 1980: *Determinación de cobalto en plantas pratenses por espectrofotometría de A. A. y espectroscopía de la reflectancia de R. I.* Rev. Pastos 10: 148-160.
- DUQUE, F., 1971: *Estudio químico de suelos y especies pratenses y pascícolas de comunidades seminaturales de la provincia de Salamanca*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- DUQUE, F.; GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. y PRAT, L., 1971: *El Trifolium dubium en la provincia de Salamanca. Distribución, contenido mineral y utilización*. Rev. Pastos 1: 228-235.
- GARCÍA CRIADO, B., 1974: *Fraccionamiento químico de alimentos forrajeros y su evaluación por métodos de laboratorio*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- GARCÍA CRIADO, B.; LEÓN MORÁN, L. y GARCÍA CIUDAD, A., 1977: *Determinación directa de proteína, NDF, ADF, lignina, DNDF y DMD en plantas herbáceas mediante reflectancia de infrarrojos*. Rev. Pastos 7: 112-126.
- GARCÍA CRIADO, B.; LEÓN MORÁN, L. y GARCÍA CIUDAD, A., 1978: *Análisis y evaluación automática de forrajes por espectroscopía (R. I.). Longitudes de onda óptimas*. Rev. Pastos 8: 311-323.
- GIL, A., 1978: *Métodos de análisis multivariante en ecología. Aplicaciones a una comunidad herbácea heterogénea*. Tesis Doctoral. Univ. Sevilla.
- GOERING, H. K. and VAN SOEST, P. J., 1970: *Forage fiber analysis*. Agric. Handb. 379. U. S. Dep. Agric.
- LUIS CALABUIG, E., 1976: *Ecosistemas de pastizal: estudio de la vegetación mediante técnicas de análisis factorial. Crecimiento primario*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- MONTALVO, M. I., 1960: *Evaluación mediante análisis químico de la producción primaria aérea neta en ecosistemas de pastizal*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.

- NORRIS, K. H.; BARNES, R. F.; MOORE, R. F. and SHENK, J. B., 1976: *Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy*. J. Anim. Sci., 43: 889-897.
- PUERTO, A., 1977: *Sucesión secundaria en ecosistemas de pastizal*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- PUERTO, A.; VICENTE, M.; RICO, M. y GARCÍA CRIADO, B., 1981: *Diferenciación de cuatro tréboles típicos de los pastizales adehesados, mediante el análisis factorial de sus constituyentes orgánicos y digestibilidad*. Studia Oecologica I/1: 25-35.
- RICO, M., 1981: *Variabilidad, estructura y composición de pastizales salmantinos*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- RICO, M.; PUERTO, A. y GARCÍA CRIADO, B., 1980: *Estudio de las comunidades vegetales de dos dehesas salmantinas atendiendo a su calidad nutritiva*. Anuario del C.E.B.A. de Salamanca, VII: 129-140.
- SHENK, J. S. and BARNES, R. F., 1977: *Current status of infrared reflectance*. 34 th Southern Pasture and Foreg Crop Improv. Conf., Auburn-Alabama.
- SHENK, J. S.; NORRIS, K. H.; BARNES, R. F. and FISSEL, G. W., 1977: *Forage and feedstuff analysis with infrared reflectance*. XIII Int. Grassld. Congress, Leipzig-GDR, 454-464.
- SHENK, J. S. y cols., 1979: *Analysis of forages by Infrared Reflectance*. J. Dairy Sci., 62, 5: 807-812.

DIFFERENTIATION OF HERBACEOUS SPECIES AND THEIR MATURITY STATES BY THE USE OF ORGANIC FRACTIONS AND REFLECTANCE VALUES (N. R. I.)

SUMMARY

An attempt was made to differentiate herbaceous species and at the same time to separate the states of plant maturity by means of the organic composition and reflectance values; in the latter case determinations were made regarding the most suitable granulometry that should be shown by the samples.

From the study of the nutritional qualities of the species different orderings were obtained (overall and for each genus) on applying correspondence analysis. These orderings show both the establishment of groupings at specific level and the temporal evolutionary sequence.

Ordering carried out with six values of the near I. R. reflectance spectrum, is equally valid, particularly when the samples are ground and passed through a 0,7 mm sieve. The specific differentiation is more appreciable than in the first case and although the evolutionary tendency sometimes appears less pronounced, it was always possible to separate initial and final stages. On ordering on the basis of 19 reflectance values, differentiation is less clear than in the previous two cases.