

# Especies vegetales de la reserva biológica de Doñana. Composición química

A. GARCIA CIUDAD, M. RICO RODRIGUEZ y B. GARCIA CRIADO

Centro de Edafología y Biología Aplicada (CSIC), Apdo. 257.  
SALAMANCA  
R.C. SORIGUER  
Estación Biológica de Doñana (CSIC), Apdo. 1056. SEVILLA

## RESUMEN:

*Este trabajo constituye un primer paso en el estudio de las interrelaciones plantas-herbívoros en el Parque Nacional de Doñana y los Parques Naturales de Cazorla-Segura y Grazalema.*

*Se estudia la composición química (fracciones orgánicas y elementos minerales) y digestibilidad de 105 especies herbáceas y leñosas del matorral mediterráneo. Se considera la variabilidad relativa de cada uno de los parámetros en el conjunto total de especies, y la ordenación de las muestras mediante el análisis factorial en componentes principales, en base a las mismas variables.*

*Las mayores variaciones se producen en las concentraciones de proteína, ADF, P y Mn. A éstas siguen las de los restantes carbohidratos y elementos minerales, destacando K y digestibilidad por su escasa fluctuación. Por otra parte, se aprecian niveles altos en lignina y Na, bajos en P y moderados en los demás índices de calidad.*

*El análisis en componentes principales resalta dos tendencias: una, marcada por la contraposición lignina-DNDF, se traduce en la gradación herbáceas-arbustivas, y la otra, condicionada por el gradiente fibra-contenido celular, permite establecer grupos con apreciación taxonómica más o menos precisa. La inclusión de las variables minerales aporta datos de interés en la segregación de especies con características peculiares.*

---

\* Este trabajo es parte del Proyecto: "Investigaciones Integradas en el Parque Nacional de Doñana", Subproyecto N° 992, financiado por CSIC-CAICYT.

## PALABRAS CLAVE:

ESPECIES VEGETALES, PARQUES NATURALES, DOÑANA, CAZORLA, GRAZALEMA, FRACCIONES ORGANICAS, ELEMENTOS MINERALES.

## INTRODUCCION

Los ecosistemas mediterráneos que aún se conservan son de gran interés para la realización de numerosas investigaciones de carácter estructural y funcional. De hecho, sus peculiares características ecológicas propician unas magníficas condiciones para el ensayo de nuevos conceptos sobre conservación, planificación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables (GARCIA NOVO y Cols., 1977).

Las relaciones planta-herbívoro es un tema de actualidad (ROSENTHAL y JANZEN, 1979, CRAWLEY, 1983) y en España lo es aún más por la crítica situación que plantea la degradación del tapiz vegetal, como consecuencia del impacto de los grandes herbívoros. Este aspecto es aún más patente en áreas bien conservadas, tanto desde el punto de vista de la flora como de su fauna, como es el caso de los Parques de Cazorla-Segura-Las Villas (PNCVS), Grazalema (PNG) y Doñana (PND), (FANDOS, 1986 y SORIGUER, 1983).

En el presente trabajo se ofrece una primera contribución sobre composición química, tanto orgánica como mineral, y digestibilidad de distintas especies herbáceas y arbustivas (105 en total), seleccionadas en base a su consumo por vertebrados fitófagos de los parques señalados. El grado de intensidad de dicho consumo depende obviamente del animal en cuestión, y varía con las fluctuaciones climáticas inter-anales, siendo estos aspectos junto con su cuantificación, uno de los objetivos del Proyecto de Investigación que en la actualidad se está realizando conjuntamente entre la Estación Biológica de Doñana y el CEBAS (CSIC).

Para aproximar una visión general con suficiente representatividad, se ha tratado de abarcar una gran variabilidad en las muestras, pero facilitando el establecimiento de comparaciones interespecíficas. Por ello, se ha intentado eliminar en lo posible el factor fenología, responsable fundamental de las diferencias intraespecíficas, como se ha puesto de relieve en trabajos anteriores (RICO y GARCIA CRIADO, 1985).

## MATERIAL Y METODOS

El material básico comprende 108 muestras monoespecíficas, correspondientes a fitomasa aérea, excepto las nº 70 y 71 que pertenecen a bulbos de *Iris* sp. En la Tabla 1 se indica la especie y partes de la planta que incluye cada muestra. Como puede apreciarse, predominan las muestras integradas por hojas, tallos y flores (THF) y de hojas y tallos (TH). El tratamiento taxonómico está basado en TUTIN y Cols. (1964-1980).

TABLA 1.- RELACION DE MUESTRAS ESTUDIADAS

45	<i>Acer granatense</i> (TH)	105	<i>Genista tridens</i> (THF)
54	<i>Acer montspessulanum</i> (THF)	8	<i>Halimium atriplicifolium</i> (TH)
25	<i>Adenocarpus decorticans</i> (THF)	30	<i>Halimium lasianthum</i> (THF)
99	<i>Adenocarpus telonensis</i> (TH)	58	<i>Hedera helix</i> (THF)
17	<i>Aeluropus litoralis</i> (TH)	1	<i>Helianthemum croceum</i> (THF)
61	<i>Agostis stolonifera</i> (TH)	90	<i>Helianthemum origanifolium</i> (THF)
101	<i>Alnus glutinosa</i> (TH)	69	<i>Heliotropium supinum</i> (TH)
41	<i>Amelanchier ovalis</i> (TH)	65	<i>Helleborus foetidus</i> (H)
87	<i>Anagallis arvensis</i> (THF)	34	<i>Ilex aquifolium</i> (TH)
74	<i>Anagyris foetida</i> (THF)	86	<i>Illecebrum verticillatum</i> (THF)
29	<i>Anthyllis cytisoides</i> (THF)	70	<i>Iris sp.</i> (SB)
62	<i>Anthyllis sp.</i> (THF)	71	<i>Iris sp.</i> (B)
81	<i>Arenaria tetraqueta</i> (TH)	47	<i>Jasminum fruticans</i> (THF)
64	<i>Armeria gaditana</i> (THF)	75	<i>Juncus capitatus</i> (THF)
72	<i>Artemisia crithmifolia</i> (THF)	2	<i>Juniperus communis</i> (TH)
5	<i>Berberis hispanica</i> (TH)	3	<i>Juniperus oxycedrus</i> (TH)
79	<i>Bupleurum fruticosum</i> (TH)	4	<i>Juniperus phoenicea</i> (TH)
82	<i>Bupleurum spinosum</i> (TH)	38	<i>Juniperus sabina</i> (THF)
7	<i>Buxus sempervirens</i> (TH)	100	<i>Lavandula lanata</i> (TH)
24	<i>Calicotome villosa</i> (THF)	53	<i>Lavandula latifolia</i> (THF)
22	<i>Ceratonia siliqua</i> (TH)	106	<i>Limoniastrum monopetalum</i> (THF)
97	<i>Chamaespartium tridentatum</i> (TH)	12	<i>Lithodora fruticosa</i> (TH)
31	<i>Cistus crispus</i> (THF)	42	<i>Lonicera arborea</i> (TH)
67	<i>Cistus ladanifer</i> (THF)	102	<i>Mercurialis tomentosa</i> (THF)
11	<i>Cistus laurifolius</i> (TH)	78	<i>Nerium oleander</i> (TH)
66	<i>Cistus monspeliensis</i> (THF)	35	<i>Ononis aragonensis</i> (TH)
10	<i>Cistus populifolius</i> (TH)	80	<i>Phlomis crinita</i> (TH)
40	<i>Clematis vitalba</i> (THF)	88	<i>Phragmites australis</i> (TH)
52	<i>Cornus sanguinea</i> (THF)	108	<i>Pistacia terebinthus</i> (THF)
27	<i>Coronilla juncea</i> (THF)	33	<i>Prunus mahaleb</i> (THF)
20	<i>Cynodon dactylon</i> (THF)	93	<i>Prunus spinosa</i> (THF)
107	<i>Cynodon dactylon</i> (TH)	50	<i>Ptilotrichum reverchonii</i> (TH)
9	<i>Cytissus patens</i> (TH)	98	<i>Putoria calabrica</i> (THF)
103	<i>Cytissus villosus</i> (THF)	15	<i>Pyrus bourgaeana</i> (THF)
59	<i>Cytissus sp.</i> (THF)	56	<i>Quercus faginea</i> (TH)
51	<i>Dhapne oleoides</i> (THF)	92	<i>Rhamnus oleoides</i> (THF)
46	<i>Dianthus broteri</i> (THF)	76	<i>Rhododendron baeticum</i> (THF)
32	<i>Digitalis obscura</i> (THF)	23	<i>Rubia peregrina</i> (THF)
73	<i>Dorycnium rectum</i> (TH)	68	<i>Salicornia sp.</i> (TH)
85	<i>Eleocharis multicaulis</i> (THF)	16	<i>Salix atrocinerea</i> (TH)
83	<i>Eleocharis palustris</i> (THF)	57	<i>Satureja cuneifolia</i> (THF)
60	<i>Ephedra fragilis</i> (THF)	63	<i>Scirpus lacustris</i> (T)
49	<i>Equisetum sp.</i> (TH)	89	<i>Scirpus sp.</i> (THF)
13	<i>Erica arborea</i> (THF)	37	<i>Sorbus domestica</i> (TH)

96	<i>Erica australis</i> (THF)	43	<i>Sorbus torminalis</i> (TH)
95	<i>Erica erigena</i> (THF)	55	<i>Spartium junceum</i> (THF)
84	<i>Erica umbellata</i> (THF)	104	<i>Stauracanthus boivinii</i> (THF)
39	<i>Erinacea anthyllis</i> (TH)	19	<i>Tamarix africana</i> (THF)
91	<i>Euphorbia characias</i> (THF)	36	<i>Taxus baccata</i> (TH)
14	<i>Frangula alnus</i> (TH)	94	<i>Teline linifolia</i> (THF)
18	<i>Fraxinus angustifolia</i> (TH)	28	<i>Teucrium fruticans</i> (THF)
26	<i>Fumana thymofilia</i> (THF)	44	<i>Teucrium polium</i> (TH)
48	<i>Genista cinerea</i> (THF)	77	<i>Vinca diformis</i> (THF)
21	<i>Genista tridens</i> (THF)	6	<i>Viburnum tinus</i> (TH)

El estudio se extiende sobre un total de 105 especies, pertenecientes a 41 familias, existiendo duplicidad de muestras únicamente para *Cynodon dactylon*, aunque en una de ellas se incluyen hojas, tallos y flores (n° 20) y en la otra sólo hojas y tallos (N° 107); *Genista tridens*, con dos muestras tomadas en distinto año (n° 21 y 105) e *Iris* sp.; pero en este último caso también se introduce cierta variabilidad, la muestra 70 comprende partes más superficiales del bulbo (SB) que la 71 (B).

La biomasa vegetal obtenida fue trasladada al laboratorio, desecada (60° C durante 48 h), triturada en micromolino con tamiz de luz de malla de 1 mm y homogeneizada, almacenándose para su posterior análisis. Se utilizó el método de GOERING y VAN SOEST (1970), con algunas modificaciones introducidas por GARCÍA CRIADO (1974), para la determinación de fibra neutro-detergente (NDF), contenido celular (CC), fibra ácido-detergente (ADF), lignina (Lig), celulosa (Cel), pared celular digestible (DNDF), contenido celular digestible (DCC) y materia seca digestible (DMD). Conviene recordar que estas tres últimas variables sólo deben ser consideradas cuando el consumo de las especies se realice por animales rumiantes. El contenido en proteína (Prot) se obtuvo multiplicando la concentración de nitrógeno, determinado mediante el método Kjeldahl, por el factor 6.5. Para el análisis de cenizas y elementos minerales (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu y Zn) se siguió el procedimiento descrito por DUQUE (1971), determinándose P por el método del amarillo de vanadomolibdo-fosfórico y los restantes por absorción atómica. Todos los resultados analíticos se expresan como porcentajes o ppm (Fe, Mn, Cu y Zn) sobre sustancia seca.

A pesar de la enorme variabilidad introducida, se consideró conveniente llevar a cabo un estudio estadístico conjunto de la información, para lo que se aplicó el análisis factorial en componentes principales (ver, entre otros, HARMAN, 1967) a la matriz general de datos. Como es lógico, y se resaltaré a lo largo de la discusión, la interpretación resulta complicada debido a la imposibilidad de establecer grupos a priori.

*Variabilidad en la composición química*

En primer lugar, se destacan algunos aspectos acerca de la variabilidad de los parámetros analizados. Ello se esquematiza mediante histogramas de distribución de frecuencias relativas, representándose en la Fig. 1 los correspondientes a fracciones orgánicas y en la Fig. 2 Los de elementos minerales.

*a) Fracciones orgánicas y digestibilidad*

Respecto a NDF (Fig. 1), como puede apreciarse, la oscilación de los valores es notable, pero el 61% de las muestras alcanza porcentajes comprendidos entre 30 y 50%. Solamente tres de las observaciones presentan niveles inferiores al 20% de NDF, éstas son las correspondientes a *Salix atrocinerea* (n° 16), *Helleborus foetidus* (65) y bulbos de *Iris* sp. (71), localizándose en el extremo opuesto, con porcentajes de NDF superiores al 60%, un 10% de las muestras. En cuanto a ADF, la variabilidad también es apreciable y la máxima proporción de muestras (66%) se incluye en el intervalo comprendido entre 24 y 42%. Destacan, por sus bajos niveles (inferiores al 18% de ADF) *Nerium oleander* (78) y los bulbos de *Iris* sp. (71), frente a especies como *Buxus sempervirens* (7), *Cistus ladanifer* (67) y *Armeria gaditana* (69). Como cabía esperar, los porcentajes de lignina son elevados, obteniéndose la máxima frecuencia (68% de las muestras) en el intervalo delimitado por el 5 y 15%. La menor lignificación corresponde obviamente a herbáceas, especialmente gramíneas, ciperáceas y juncáceas. Con porcentajes superiores al 25% de lignina sólo aparecen *Cistus crispus* (31), *Armeria gaditana* (64) y *Cistus ladanifer* (67). Esta elevada lignificación de una especie herbácea (*Armeria gaditana*) puede estar condicionada por la propia conformación de las muestras, pues al considerar hojas y tallos de especies arbustivas y leñosas, posiblemente se introduce más biomasa verde (menos lignificada), que en el caso de algunas especies herbáceas. Esta forma de actuar induciría a errores si el objetivo del estudio fuera el conocimiento de la composición de la planta en su conjunto. Sin embargo, nuestro interés se restringe a aquellas partes que son consumidas por el animal, y sobre esta base se ha llevado a cabo el muestreo, aunque sería necesaria la cuantificación comparativa de aspectos similares al citado, en estudios más específicos.

En cuanto a celulosa, la distribución de frecuencias se encuentra más próxima a la curva normal que las ya mencionadas, y la mayor densidad de muestras (76%) se acumula en el intervalo comprendido entre el 15 y 30%. En el extremo inferior se localizan *Salix atrocinerea* (16) y bulbos de *Iris* sp. (71), frente a *Dianthus broteri* (46) que alcanza un nivel superior al 40% de celulosa. El porcentaje de materia seca digestible (DMD) experimenta cierta variabilidad, aunque el 41% de las muestras supera el

60% de DMD, valor que puede considerarse como referencia, ya que ha sido establecido como mínimo adecuado en pastizales de calidad media (GARCIA CRIADO y GOMEZ GUTIERREZ, 1975). En este caso, la distribución se ajusta también de forma aproximada a la curva normal, acumulándose la mayor proporción de muestras (64%) en el intervalo comprendido entre el 50 y 65% de DMD. Con valores inferiores al 40% se encuentran *B. sempervirens* (7), *Dorycnium rectum* (73), y *Stauracanthus boivinii* (104), frente a la muestra nº 71 (*Iris* sp.) que rebasa el 85%.

El contenido en proetina es relativamente bajo, ya que sólo el 19% de las muestras superan el 10%, valor establecido como mínimo en dietética animal (ARC, 1968), y que por lo tanto puede considerarse como aproximado para este estudio. La mayor parte de las observaciones (78%) se concentran en el intervalo comprendido entre 4 y 10% de contenido proteico. Los porcentajes más escasos corresponden a *C. crispus* (31), *C. ladanifer* (67) e *Iris* sp. (70), y los más elevados a *Anagyris foetida* (74), *Cytisus villosus* (103) y *Adenocarpus telonensis* (99).

### b) Elementos minerales

En la Fig. 2 se representan los histogramas de distribución de frecuencias de los contenidos en elementos minerales. El establecimiento de deficiencias o toxicidades resulta muy complicado, debido a la diversidad de consumidores y a la falta de bibliografía que unifique los distintos criterios existentes para cada uno de ellos. Por esto, la discusión se basará en el comentario de los resultados obtenidos, aunque interesa destacar la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados en este sentido.

Los porcentajes de P alcanzados pueden considerarse bajos en general, con una máxima acumulación de muestras (80%) en el intervalo delimitado por 0.04 y 0.16%. Llamen la atención por sus escasos niveles (inferiores a 0.04) *Scirpus lacustris* (63) y *A. gaditana* (64), frente a *Illecebrum verticillatum* (86) y *Heliotropium supinum* (69), con porcentajes superiores a 0.32%.

El 72% de las muestras toma valores comprendidos entre 0.4 y 1% de K. Cabe destacar, con niveles por encima de 1.6% a *Jasminum fruticans* (47), *Vinca diformis* (77), *Phragmites australis* (88), *Eleocharis palustris* (83) y *Clematis vitalba* (40). Por el contrario la distribución de frecuencias del Ca, resulta muy homogénea, sin que se produzca ningún máximo acusado. El 74% de las muestras no rebasa el 1.6% de calcio, destacando con valores máximos (superiores a 2.8%) *Lithodora fruticosa* (12), *Anthyllis cytisoides* (29), *Cornus sanguinea* (52) *Hedera helix* (58), *Euphorbia characias* (91), *Lavandula lanata* (100), *Bupleurum fruticosum* (79) y *Putoria calabrica* (98).

Para Mg, el 69% de las muestras se encuentra en el intervalo de 0.06 y 0.18%, sobresaliendo *Limoniastrum monopetalum* (106), *Salicornia* sp. (68) y *P. calabrica* (98), con los porcentajes más altos (superiores a 0.48%).

La situación difiere para Na (Fig. 2), los contenidos se polarizan hacia niveles bajos. Un 79% de las muestras tiene valores inferiores a 0.1%. De las restantes, un 13% no rebasa el 0.45% de Na, y un 8% alcanza niveles considerablemente elevados (superiores a 0.5%). Este es el caso de *Aeluropus littoralis* (17), *Tamarix africana* (19), *Salicornia* sp. (68), *Artemisia crithmifolia* (72) *Juncus capitatus* (75), *E. palustris* (83), *I. verticillatum* (86), *Anagallis arvensis* (87) y *L. monopetalum* (106). Todas estas especies son típicas de ambiente marismeno y perimarismeno.

Para los microelementos Fe y Mn, también se aprecia una tendencia de las muestras hacia niveles bajos. Respecto a Fe, el 75% de las observaciones presentan menos de 200 ppm, mientras que destacan en sentido contrario (superiores a 700 ppm) *H. supinum* (69), bulbos de *Iris* sp. (70) y *A. littoralis* (17). En el caso del Mn, la máxima proporción de muestras (82%) no rebasa 80 ppm, situándose en niveles más elevados (con más de 240 ppm) *S. lacustris* (63), *Alnus glutinosa* (101), *Frangula alnus* (14) y *S. atrocineria* (16). Por último, para Zn y Cu, las observaciones se distribuyen de forma algo más regular en los distintos intervalos. En el caso del Zn, el 69% de las muestras toman valores comprendidos entre 10 y 30 ppm y para el Cu la máxima acumulación (71%) se produce entre 2 y 8 ppm. Destacan, por aparecer desplazadas de los restantes, *L. monopetalum* (106) para ambos nutrientes y *S. atrocineria* (16) por su alto contenido en Zn.

#### *Ordenación de las especies según su composición química*

La aplicación del análisis factorial en componentes principales a la matriz general de datos, proyecta a las variables, en el plano definido por los dos primeros componentes extraídos (31.10% y 15.67% de absorción de la varianza, respectivamente), según se indica en la Fig. 3. Para el eje I, los factores de carga más elevados con signo positivo corresponden a NDF (0.36), celulosa (0.35) y ADF (0.34), frente a CC y DCC (−0.36), DMD (−0.30) y, en menor grado, cenizas (−0.22) y Mg (−0.21). El segundo componente destaca la contraposición de lignina (0.38) frente a DNDF (−0.44), Na (−0.31), P (−0.28), K (−0.28) y cenizas (−0.27). Aunque las tendencias de variación más marcadas vienen definidas por las fracciones orgánicas, los minerales también desempeñan un papel importante, ya que permiten resaltar algunos aspectos de interés, como han señalado MERINO y GARCIA NOVO (1975), entre otros.

La ordenación de las muestras en el plano principal se esquematiza en la Fig. 4. Conviene aclarar que el término gramínoide, utilizado anteriormente por GARCIA GONZALEZ y MONTSERRAT (1986), incluye las gramíneas, ciperáceas y juncáceas (10 muestras en total); que en gimnospermas se recogen 6 observaciones pertenecientes a las familias cupresáceas, taxáceas y efedráceas, y en tubiflorales 9 muestras de labiadas borragináceas y escrofulariáceas. Las restantes se han agrupado por familias señalándose en la figura 4 aquellas que incluían al menos cinco muestras,

como es el caso de leguminosas (21 muestras), cistáceas (10) rosáceas (6) y ericáceas (5). Las que alcanzaron menor representatividad se engloban en dos bloques denominados "Otras especies herbáceas" y "Otras especies leñosas", ya que la gran heterogeneidad existente impide hacer diferenciaciones más precisas.

Aunque algo confusa a primera vista, la ordenación resulta más sencilla de interpretar de lo que cabía esperar, si nos basamos en la acción ejercida por los factores de carga. La tendencia más evidente es atribuible al segundo componente a pesar de su menor explicabilidad, y estriba en la separación de las especies herbáceas, que tienden a tomar coordenadas negativas respecto a dicho eje, de las leñosas, en su parte positiva, debido principalmente a la contraposición lignina-DNDF. Sin embargo, existen algunas excepciones, como en el caso de *A. gaditana* (64), comentado anteriorente, o de algunas muestras de características peculiares (bulbos de *Iris* sp. u hojas de *H. foetidus*). También cabría citar como excepciones las herbáceas de gran porte, a veces lignificadas en la base, como *E. characias* (91) y *Mercurialis tomentosa* (102), y especies de composición particular como *L. monopetalum* (106) y *Salicornia* sp. (68), condicionadas por sus elevados contenidos en Na y K, o *N. oleander* (78), por su escaso contenido en fibra y elevada proporción de residuo insoluble. En definitiva, siguiendo el eje II desde su parte negativa a la positiva se observa en primer lugar la aparición de las gramínoideas, perfectamente diferenciadas de las restantes muestras, que enlazan a su vez con un grupo integrado fundamentalmente por herbáceas, localizándose a continuación, ya en la parte positiva, las especies arbustivas.

Al primer componente puede atribuírsele un gradiente fibra-contenido celular desde su parte positiva a la negativa, lo que en términos generales se traduce en cierta diferenciación con base taxonómica. Para facilitar la descripción, en la figura se han delimitado de forma aproximada una serie de zonas mediante líneas discontinuas. Con coordenadas positivas para el eje I, y en consecuencia, con mayor contenido en fibra, se sitúan las gramínoideas (zona e), discriminadas por el eje II debido a su mayor porcentaje en DNDF, y un conjunto de muestras, de las que el 64% corresponden a leguminosas, familia que aquí alcanza su máxima representación (14 de las 21 muestras incluidas), localizadas preferentemente dentro del primer cuadrante, en la zona que hemos denominado "a". A continuación (zona b) aparece un grupo integrado por la totalidad de las observaciones pertenecientes a gimnospermas y ericáceas, alcanzando también alta representación las cistáceas (9 de las 10 muestras analizadas) y tubiflorales (5 muestras). La zona c resulta la más heterogénea, aunque en ella se recogen la totalidad de las rosáceas y el 60% del grupo "otras especies arbustivas" que a pesar de su lógica variabilidad alcanza su máximo en dicha zona. Por último, la zona d incluye preferentemente especies herbáceas, posicionándose aquí también algunas muestras (78, 68, 100) citadas anteriormente debido a su peculiar composición.

Estos comentarios se complementan con la representación, sobre la ordenación de las muestras, del contenido en algunas variables de interés (Figs. 5 a 8). Así, en la Fig. 5 se expresan distintos niveles en proteína, parámetro fundamental en la definición de la calidad nutricional. Aunque con numerosas excepciones condicionadas por el mayor peso que ejercen otras variables, puede seguirse a grandes rasgos una tendencia que lleva desde el primer al tercer cuadrante a lo largo de la bisectriz a ambos, a medida que se incrementa el contenido proteico. Respecto a NDF, (Fig. 6) se sigue una trayectoria inversa, algo más próxima al primer eje y de mucha mayor nitidez, pues en la separación mediante líneas discontinuas de los tres niveles establecidos, las excepciones son mínimas. Para DMD (Fig. 7) ocurre algo similar, aunque lógicamente en sentido inverso, con una tendencia semejante a la descrita para proteína, pero con mayor resolución en la diferenciación de niveles. Por último, de los elementos minerales, a título de ejemplo se representan los niveles de Ca (Fig. 8) que, a grandes rasgos, tienden a incrementarse a lo largo de la bisectriz del cuarto al segundo cuadrante. A estos comentarios podrían añadirse otros de carácter más particular, mediante comparación con la Fig. 4, sobre la composición individual de las muestras o la mayor o menor homogeneidad de los grupos taxonómicos considerados.

En definitiva, se puede afirmar que, a pesar de la enorme variabilidad introducida, los parámetros relativos a la composición química de las muestras son adecuados para establecer diferencias con distinto grado de precisión, centradas fundamentalmente en dos tendencias: una, marcada por la contraposición lignina DNDF, se traduce en la gradación herbáceas-arbustivas y otra, condicionada por el gradiente fibra-contenido celular, permite establecer grupos con una base taxonómica más o menos amplia.

La inclusión de los elementos minerales en el análisis, aporta datos de especial interés en la segregación de muestras de características peculiares, debido a su habitat o a su particular composición.

## AGRADECIMIENTO

Al CEBAS y a la Estación Biológica de Doñana, al ofrecernos su apoyo y todo tipo de facilidades y a L. García Criado, J.C. Estevez González, M<sup>a</sup> A. Sánchez Rodríguez, J.A. Amat, M. Carrión, C.M. Herrera, P. Jordano y P. Paniagua por la colaboración prestada.

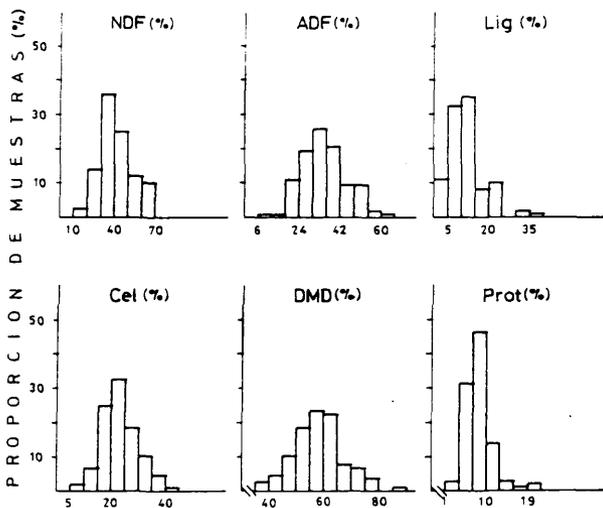


FIGURA 1.- Histogramas de frecuencias para fracciones orgánicas y digestibilidad.

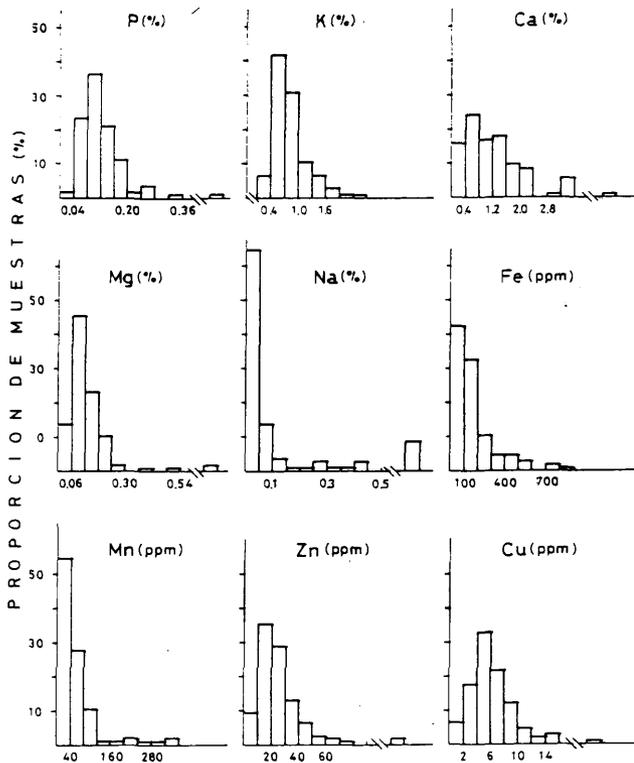


FIGURA 2.- Histogramas de frecuencia para elementos minerales.

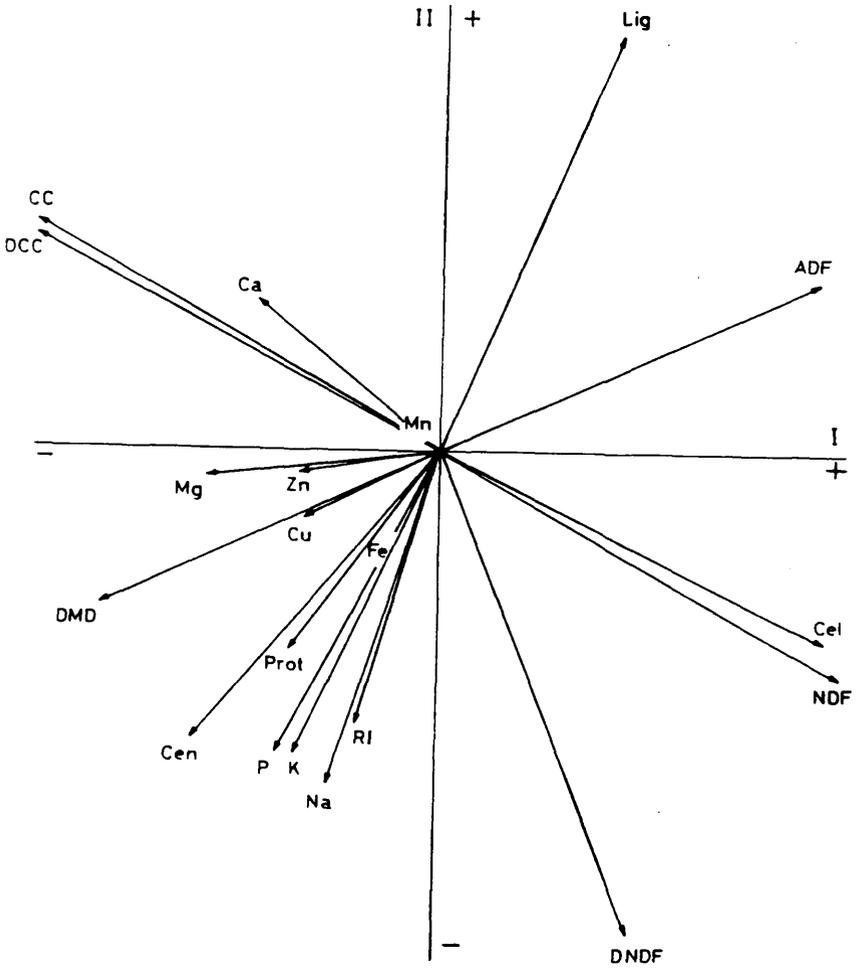


FIGURA 3.- Análisis en componentes principales. Factores de carga para los dos primeros ejes.

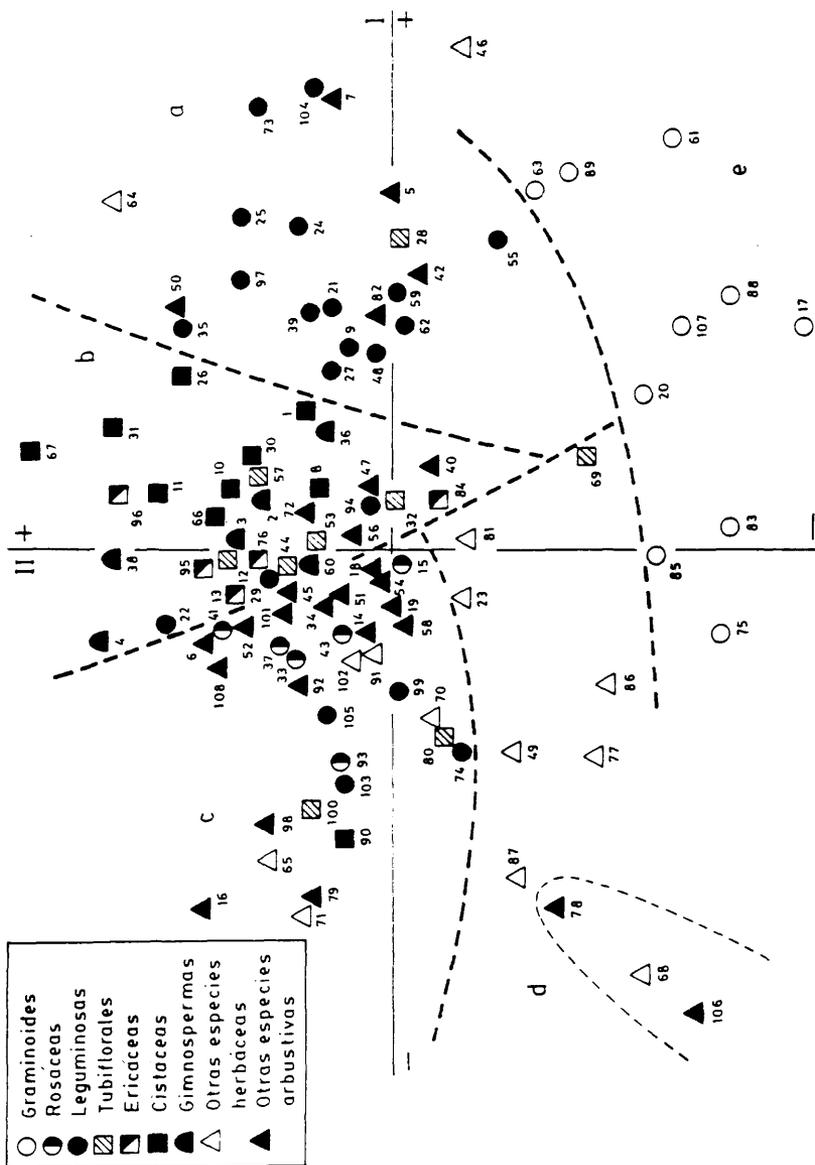


FIGURA 4.- Ordenación de las muestras sobre el plano principal según fracciones orgánicas, elementos minerales y digestibilidad.

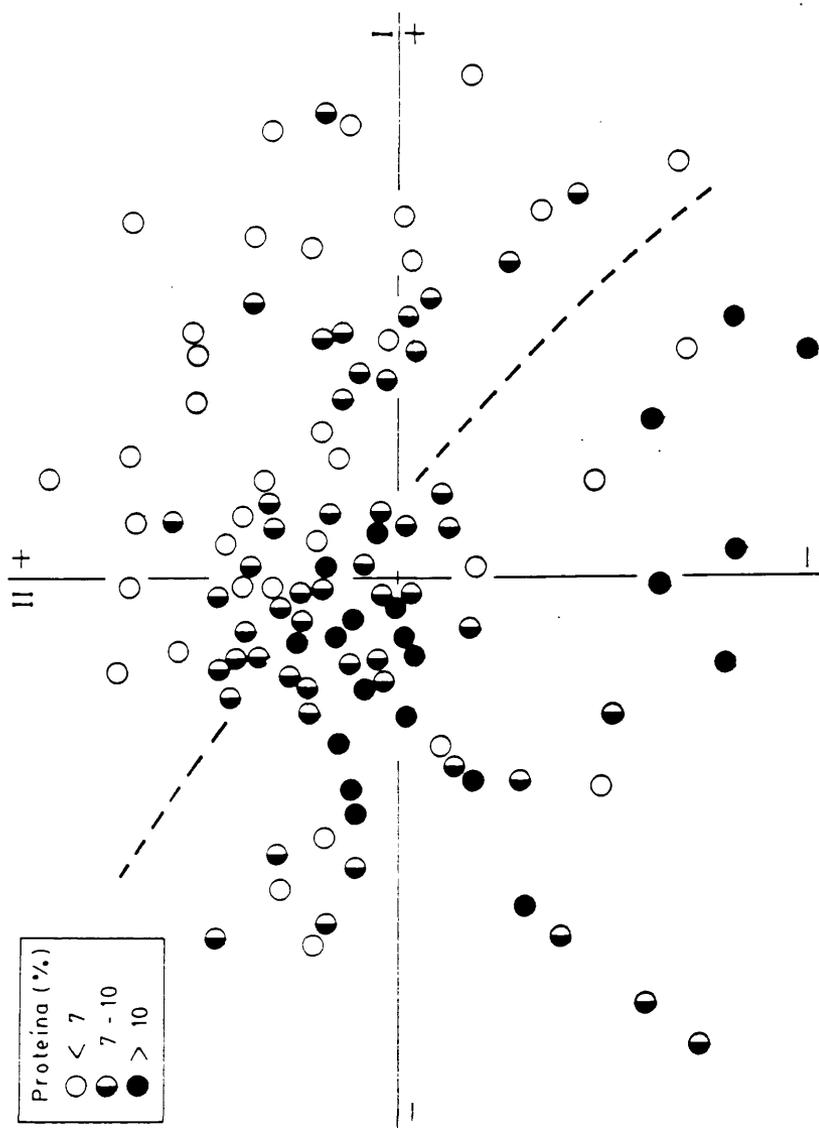


FIGURA 5.- Distribución de las muestras sobre el plano principal, en base a sus niveles de Proteína.

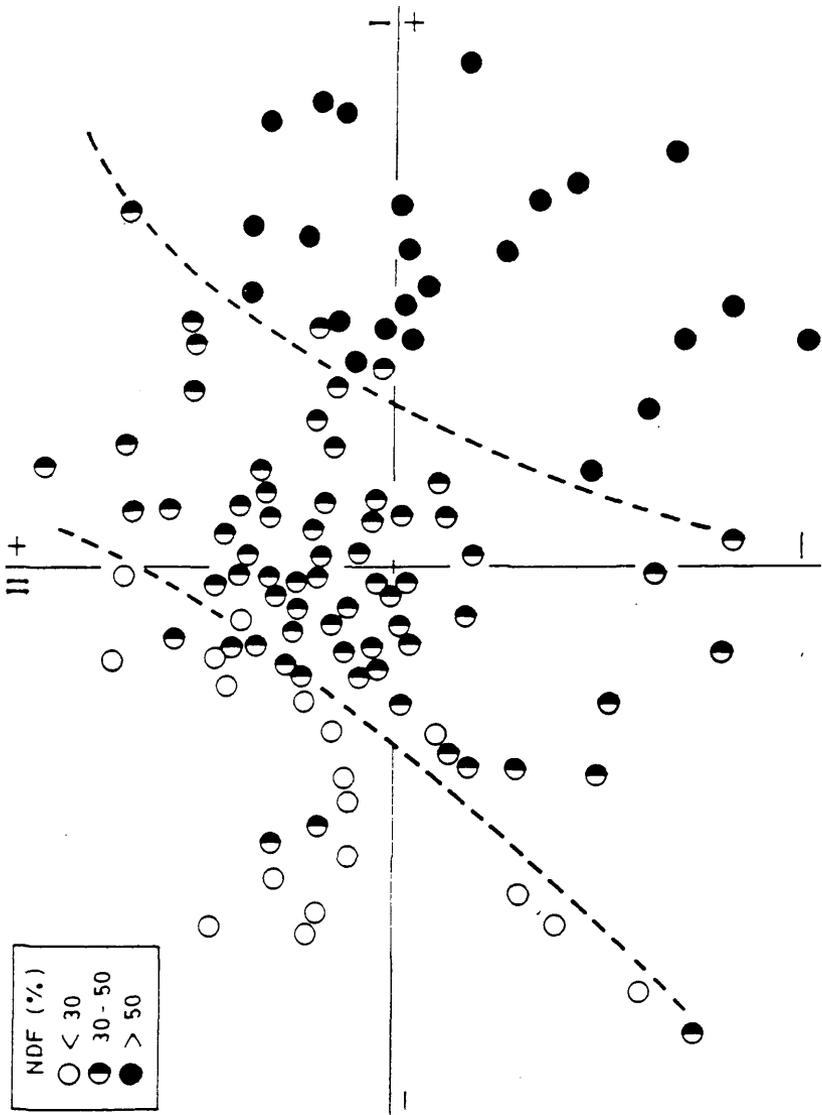


FIGURA 6.- Distribución de las muestras sobre el plano principal, en base a sus niveles de NDF.

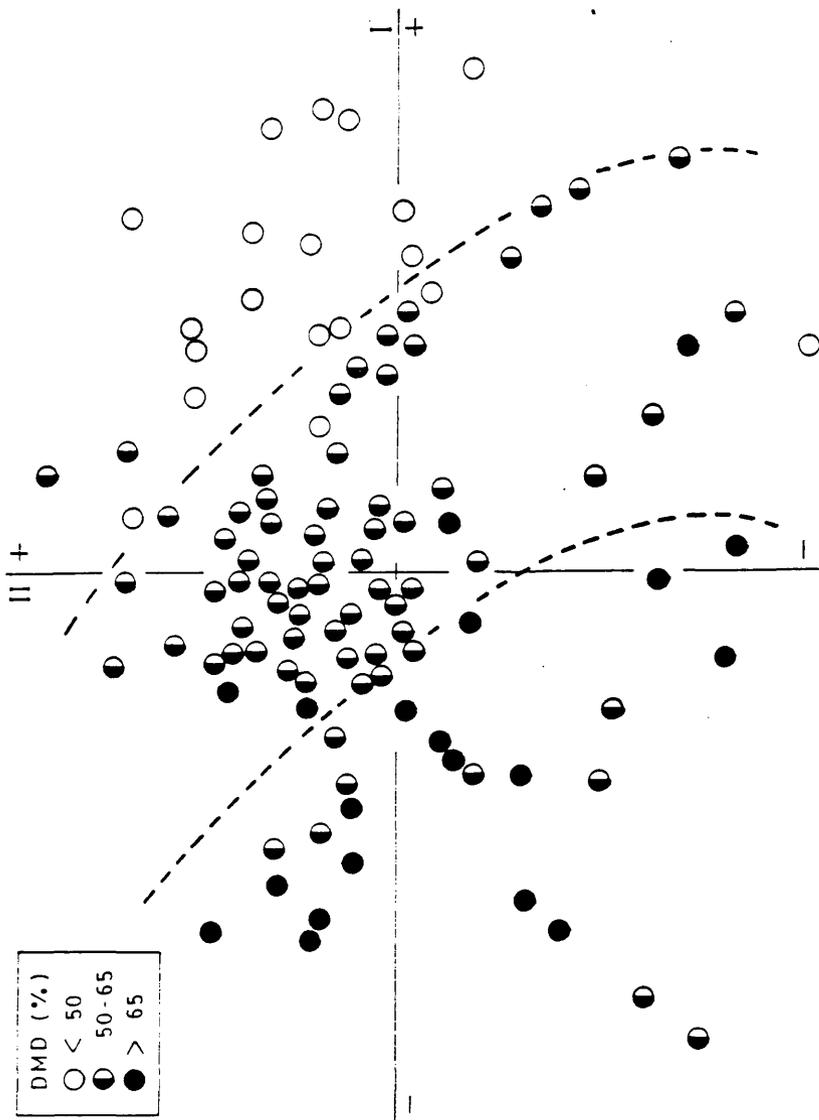


FIGURA 7.- Distribución de las muestras sobre el plano principal, en base a sus niveles de DMD.

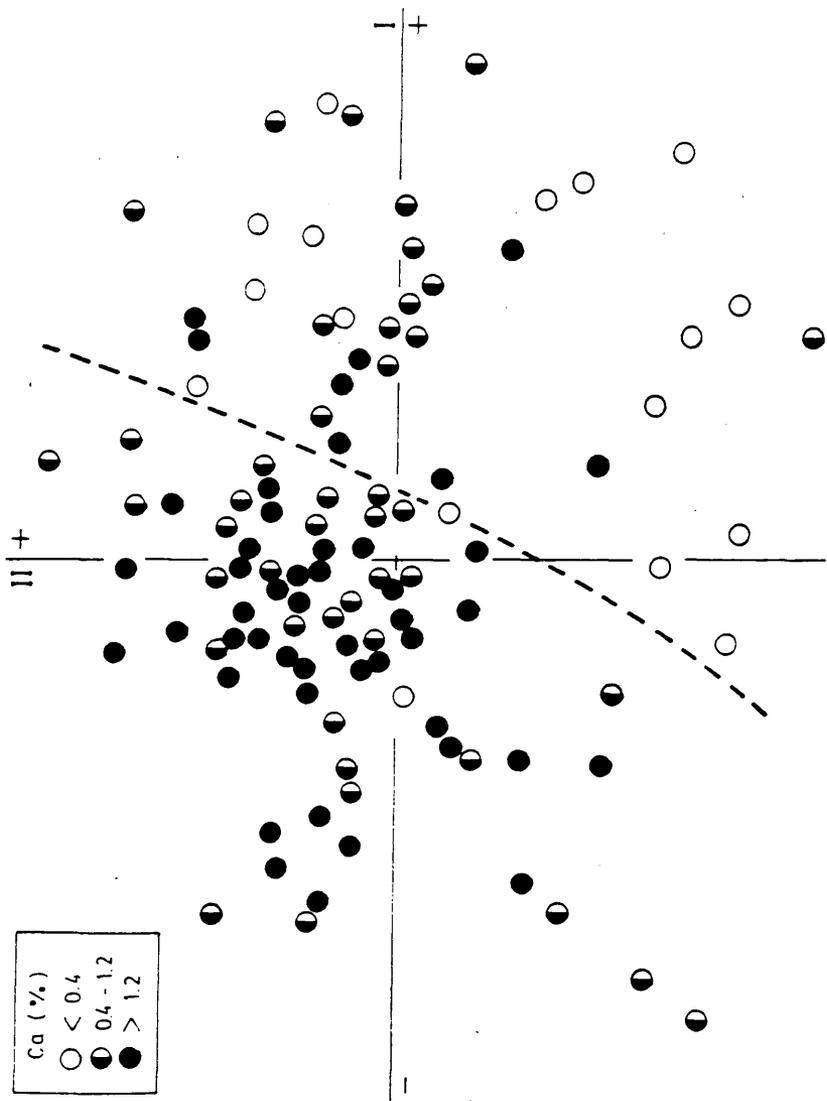


FIGURA 8.- distribución de las muestras sobre el plano principal, en base a sus niveles de Calcio.

## BIBLIOGRAFIA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (1968). Necesidades nutritivas de los animales domésticos N° 2. Rumiantes. Trad. R. Sanz Arias. Ed. Academia. León.
- CRAWLEY, M.J. (1983). Herbivory. The dynamics of animals-plants interactions. Blackwell. Oxford.
- DUQUE MACIAS, F. (1971). Determinación conjunta del P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn en plantas. An. Edafol. Agrobiol., 30: 207-229.
- FANDOS, P. (1986). Aspectos ecológicos de las poblaciones de Cabra Montés (*Capra pyrenaica* Schniz, 1838) en las Sierras de Cazorla y Segura, Jaen, Tesis doctoral. Univ. Madrid.
- GARCIA CRIADO, B. (1974). Fraccionamiento químico de alimentos forrajeros y su evaluación por métodos de laboratorio. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca.
- GARCIA CRIADO, B. y GOMEZ GUTIERREZ, J.M. (1975). Clasificación de diez especies pratenses mediante un sistema de test de calidad. An. Edafol. Agrobiol., 34: 903-915.
- GARCIA GONZALEZ, R. y MONTSERRAT, P. (1986). Determinación de la dieta de ungulados estivantes en los pastos supraforestales del Pirineo Occidental. XXVI Reunión Científica de la SEEP. Ponencias y Comunicaciones I: 119-134.
- GARCIA NOVO, F.; MERINO ORTEGA, J.; RAMIREZ DIAZ, L.; RODENAS LARRO, M.; SANCHO ROYO, F.; TORRES MARTINEZ, A.; GONZALEZ BERNALDEZ, F.; DIAZ PINEDA, F.; ALLIER, C.; BRESSET, V. y LACOSTE, A. (1977). Doñana. Prospección e inventario de sus ecosistemas. Monografía n° 18. ICONA, 244.
- GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J. (1970). Forage fiber analysis. Agric. Handb. 379, U.S.D.A.
- HARMAN, H.H. (1969). Modern factor analysis. Univ. Chicago Press. Chicago.
- MERINO, J. y GARCIA NOVO, F. (1975). Ordenación de poblaciones de *Rosmarinus officinalis* L. por su composición mineral, empleando técnicas de análisis factorial. Anal. Inst. Bot. Cavanilles 32 (2): 521-536.
- RICO, M. y GARCIA CRIADO, B. (1985). Ordenación de especies dominantes en pastizales salmantinos según su calidad nutricional. Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca, 11: 307-320.
- ROSENTHAL, G.A. y JANZEN, D.H. (1979). Herbivores: their interaction with secondary plants metabolites. Academic Press. New York.
- SORIGUER, R.C. (1987). Ramoneo y daño por los grandes herbívoros en las plantas de matorral mediterráneo en las Sierras de Cazorla y Segura (en prensa).
- TUTIN, T.G.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; MOORE, D.M.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, J.M. and WEBB, D.A.; Eds. (1964-1980). Flora Europaea. Vols I-V. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

## CONSIDERATIONS ON THE CHEMICAL COMPOSITIONS OF MEDITERRANEAN SHRUB SPECIES

### SUMMARY

The present work comprises the first step in the study of the plant-herbivore interrelationships in the Doñana Biological Reserve (Huelva, Spain) and the Natural Reserves of Cazorla-Segura and Grazalema.

The chemical composition (organic fractions and mineral elements) and digestibility of 105 herbaceous and woody species pertaining to Mediterranean shrubs are studied. The relative variability of each of the parameters in the overall set of species together with the ordering of the samples is examined by factor analysis components on the basis of those variables.

The greatest variations are seen to occur in the concentrations of protein, ADF, P and Mn. These are followed by the concentrations of the remaining carbohydrates and mineral elements, with special emphasis being placed on K and

digestibility owing to their fluctuations. Further-more, high levels are seen in lignin and Na; low levels in P, and moderate levels in the rest of the quality indices.

Analysis by principal components points to two trends: one, marked by the lignin-DNDF contraposition, is reflected in the herbaceous-shrub species gradient and the other, conditioned by the fibre-cell content gradient, permits the establishment of groups in taxonomic series with greater or lesser precision. Inclusion of the mineral variables yields data of interest concerning the segregation into species with special characteristics.