

ESTANISLAO LUIS CALABUIG

ECOSISTEMAS DE PASTIZAL: ESTUDIO DE LA VEGETACION  
MEDIANTE TECNICAS DE ANALISIS FACTORIAL.  
CRECIMIENTO PRIMARIO



Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico

---

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

1976

ESTANISLAO LUIS CALABUIG

ECOSISTEMAS DE PASTIZAL: ESTUDIO DE LA VEGETACION  
MEDIANTE TECNICAS DE ANALISIS FACTORIAL.  
CRECIMIENTO PRIMARIO

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

---

FACULTAD DE CIENCIAS

1976

Resumen de la Tesis Doctoral leída en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, el día 21 de junio de 1976, ante el Tribunal constituido por:

*Presidente:*

Prof. Dr. D. JOSE GARMENDIA IRAUNDEGUI

*Vocales:*

Prof. Dr. D. SALVADOR VICENTE PERIS

Prof. Dr. D. CARLOS DE VICENTE CORDOBA

Prof. Dr. D. GREGORIO NICOLAS RODRIGO

*Ponente:*

Prof. Dr. D. JOSE ANTONIO DE LA FUENTE FREIDE

La Tesis fue calificada con la nota de Sobresaliente «cum laude».

Esta Tesis ha sido realizada en la Sección de Praticultura del C.E.B.A. de Salamanca, bajo la dirección del Dr. D. José Manuel Gómez Gutiérrez, a quien expreso mi agradecimiento. Así mismo expreso mi reconocimiento al Prof. Dr. D. J. A. de la Fuente Freide, Catedrático de Zoología de esta Universidad.

## INTRODUCCION

Antes de penetrar en la temática propiamente dicha de esta Memoria, hemos considerado oportuno definir algunas peculiaridades de los ecosistemas de pastizal de la Zona semiárida del Oeste Español, en este caso especialmente referidas a los de dehesas de la provincia de Salamanca.

Dentro de estos pastizales existe toda una gama, a cuya génesis se hace especial referencia en el texto, que fluctúa entre extremos muy distantes, en que se sitúan desde los terófitos (efímeras) de escasa cobertura, hasta los pastizales o praderas semiagostantes de las depresiones del Terciario y Cuaternario con humedad edáfica, hasta freática.

Estos pastizales son etapas o subetapas de la sucesión secundaria, inducidos por la acción humana y frenados en la etapa herbácea, que se mantiene con los animales domésticos, a costa de un no despreciable ingreso de energía complementaria responsable de la organización y mantenimiento de una estructura en perpetuo estado juvenil y con considerable tendencia de evolución a etapas más maduras y estables.

Es interesante considerar que esta tendencia evolutiva natural decrece con el tiempo, a medida que la organización funcional, en virtud de una intensa adaptación a la forma de explotación de que es objeto, va destruyendo o transformando los canales de información ecológica. Esta acción va terminando poco a poco con las reservas genéticas y ecológicas fuentes de su inducción hacia la etapa bosque, sin embargo, puesto que la acción antropozoógena no afecta a las condiciones mesoclimáticas y sólo a los primeros centímetros de las edáficas, nunca llega a conseguirse una comunidad herbácea con la estabilidad necesaria para fluctuar indefinidamente en torno a un estado de más o menos hipotético climax; en consecuencia la tendencia a regenerar el bosque persiste, aunque tan amortiguada en algunos casos que costaría muchos años regenerar tal comunidad.

A los factores edafoclimáticos normalmente responsables de la diferenciación de comunidades según número de poblaciones y abundancia de cada especie, distribución, etc., hay que añadir los topográficos y los deducidos de una intensa acción zoógena.

Sin embargo, pese a la multiplicidad de comunidades, en cuya diversidad está discutiblemente relacionada con la estabilidad, los aspectos funcionales vienen a ser equivalentes en todas ellas.

Esta, digamos homogeneidad funcional, hace más patente a los ojos del investigador las relativamente variadas facetas a que da lugar cierta heterogeneidad en la distribución espacial.

Por otra parte, el carácter de reciprocidad en el binomio estructura-función, hace posible deducir no pocas irregularidades en el funcionamien-

to de estas comunidades, a partir de los estudios de tipificación y clasificación de la cubierta vegetal.

Estas y otras razones de tipo práctico nos han llevado a abordar los estudios sobre la cubierta herbácea de los pastizales salmantinos, empleando métodos objetivos de ordenación. Con fines complementarios se hace el estudio de la producción a lo largo del crecimiento primario, controlando los componentes y sus relaciones más influyentes en la producción y calidad, agrupados en tres conjuntos: gramíneas, leguminosas y otras.

La condición de los suelos, y su conocimiento fragmentario, que de algunos de sus caracteres fisicoquímicos pueda obtenerse a partir de un número reducido de análisis de factores previamente seleccionados por la cantidad y calidad de información que facilitan, también se han utilizado con carácter complementario.

Se han utilizado métodos de análisis factorial para la elaboración y ordenación de los datos, que facilitarán su interpretación. No obstante existe una pérdida de información como consecuencia lógica de la limitada capacidad humana para abordar temas de enorme complejidad. En la obtención de datos se han conseguido impresionar algunos de los caracteres más patentes para nuestros sentidos, y por consiguiente, sólo una mínima parte de los reales; para su elaboración se han relacionado los más representativos; la máquina ordena con arreglo a los más sobresalientes y nosotros deducimos e interpretamos con arreglo a nuestros limitados conocimientos. Es una realidad de todo proceso de investigación.

Tanto en los estudios de tipificación de comunidades como en los de interrelación de factores en la comunidad, se han considerado dos partes fundamentales. Por una parte la obtención de datos de carácter abiótico, principalmente edáficos, y por otra la del muestreo de la fitocenosis, intentando conseguir la mayor cantidad de información posible.

En todos los muestreos realizados el número de datos obtenidos ha sido bastante elevado, lo cual lleva consigo una masa de información que necesita ser tratada para su comprensión y simplificación.

La técnica numérica de cálculo automático utilizada en este trabajo ha sido el análisis factorial, considerando primero el análisis en Componentes Principales y después el Análisis Factorial de Correspondencias. En resumen, este tipo de análisis consiste en pasar de un hiperespacio de  $n$  dimensiones a otro de igual número de dimensiones en el que los primeros ejes absorban el mayor porcentaje de la varianza sin pérdida considerable de información. (34), (7), (12), (17), (41), (46), (47), (54).

## CAPITULO I

### ESTUDIO DE LOS SUELOS Y VEGETACION DE PASTIZALES

#### 1. ANALISIS DE FACTORES EDAFICOS

Este estudio se ha llevado a cabo mediante un análisis en componentes principales. La matriz original de datos consta de 21 casos (parcelas de pastizal analizadas) y de 11 variables (factores químicos y granulométricos del suelo).

La absorción de la varianza de los cinco primeros componentes es igual a 94,3 que se distribuye de la siguiente forma:

<i>Componente</i>	<i>% Absorción de varianza</i>
I	49,252
II	20,157
III	10,223
IV	8,852
V	5,887

Para el primer componente los factores de carga de las variables N, CaO, Arcilla, pH, Materia Orgánica y  $P_2O_5$  tienen valores positivos superiores a 0,80, mientras que el valor negativo más elevado lo tiene la variable Arena gruesa con  $-0,64$ .

Para el segundo componente no aparece polaridad de valores, solamente se ponen de manifiesto con valores elevados los positivos; entre ellos el Limo y C/N superan el 0,70.

Para el tercer componente solamente aparece una variable con valor elevado, en este caso negativo y sin polaridad marcada en el otro extremo. Esta variable es la Arena fina con valor de  $-0,80$ .

El primer componente ordena las parcelas según el grado de calidad del suelo, considerando todas las variables globalmente y las interacciones y dependencias entre ellas. Las variables que más influyen en esta ordenación son N, CaO y Arcilla como factores positivos, y Arena gruesa como factor negativo.

En la ordenación con respecto al componente II las variables edáficas que intervienen con mayor importancia son C/N y Limo, quedando situadas las parcelas con valores más elevados en estas variables, en el extremo del eje.

En el plano definido por los dos primeros componente quedan perfectamente enmarcados tres grandes grupos, que obedecen principalmente a sus características granulométricas, aunque también quedan gradualmente ordenados según otras variables como Materia Orgánica, Nitrógeno, etc. Fig. 1.

El componente III discrimina los grupos de parcelas teniendo principalmente en cuenta el valor de la fracción granulométrica Arena fina, que con factor de carga elevado y negativo ( $-0,80$ ) sitúa a las parcelas de alto contenido en esa fracción en la zona más negativa del componente.

En el plano definido por los componentes I y III quedan reflejados los mismos grupos que en el plano anterior, pero se diferencian las parcelas 12 y 20 de sus grupos respectivos, formando el grupo de suelos de vega, que puede agrupar también a las parcelas 13 y 14. Fig. 1.

## 2. ANALISIS DE LA VEGETACION

### 2.1. *Análisis en componentes principales*

Al utilizar la variable densidad de individuos, el porcentaje de absorción de varianza para los cinco primeros componentes se distribuye de la siguiente forma:

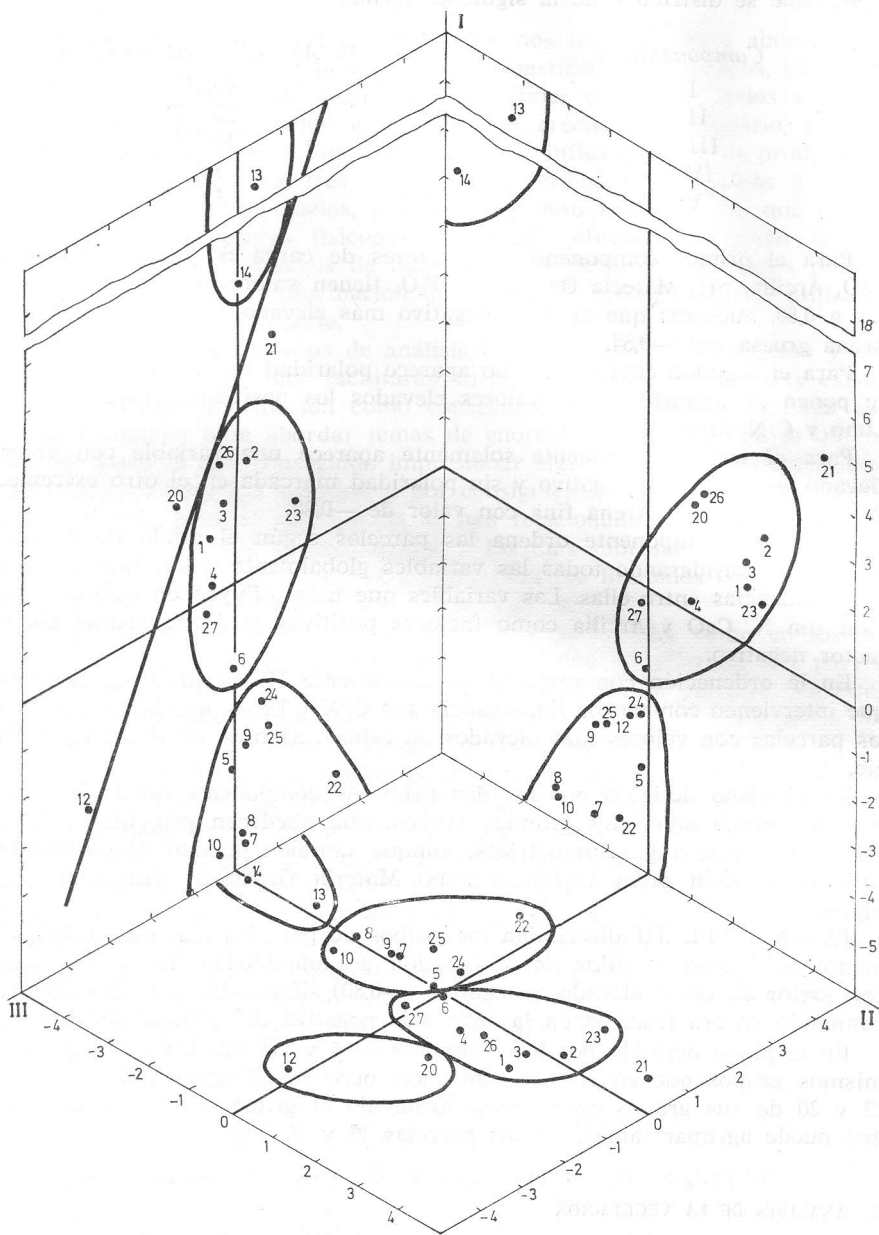


Fig. 1 Factores edáficos de pastizales de dehesa.  
Análisis en componentes.

<i>Componente</i>	<i>% Absorción de varianza</i>
I	14,534
II	11,146
III	9,272
IV	7,822
V	6,952
Total acumulado	49,726

Para el primer componente los factores de carga más elevados muestran una polaridad debida a las siguientes especies:

*Factores positivos*

<i>Ornithopus compressus</i>	<i>Anthemis mixta</i>
<i>Centaurea ornata</i>	<i>Tolpis barbata</i>
<i>Erodium ciconium</i>	

*Factores negativos*

<i>Carex divisa</i>	<i>Hordeum secalinum</i>
<i>Gaudinia fragilis</i>	<i>Poa trivialis</i>
<i>Parentucellia viscosa</i>	<i>Trifolium fragiferum</i>
<i>Rhinanthus minor</i>	<i>Oenanthe fistulosa</i>
<i>Ranunculus bulbosus</i>	<i>Heleocharis multicaulis</i>
<i>Cynosurus cristatus</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Bromus racemosus</i>

Los positivos pertenecen a especies típicas de pastizales oligotrofos mediterráneos, formando parte de comunidades de terófitos efímeros de pequeña talla (*Tuberarietalia*).

Los factores negativos elevados pertenecen a aquellas especies típicas de prados semiagostantes o gramadales (*Holoschoenetalia*).

Por lo tanto el primer componente polariza los pares de factores (poca cobertura-mucha cobertura; suelo arenoso-suelo no arenoso; pobre en materia orgánica-rico en materia orgánica; etc.) que caracterizan a los extremos opuestos de los pastizales estudiados.

El componente II solamente tiene factores de carga elevados, de signo negativo. Este grupo está principalmente representado por las especies:

<i>Aphanes microcarpa</i>	<i>Periballia laevis</i>
<i>Ornithopus compressus</i>	<i>Spergula arvensis</i>
<i>Trifolium arvense</i>	<i>Anthemis mixta</i>
<i>Hipochaeris glabra</i>	<i>Anthyllis lotoides</i>
<i>Filago germánica subsp.</i>	<i>Brasica barrelieri</i>
— <i>spathulata</i>	

que forman parte, junto con las especies indicadoras positivas del componente I, de comunidades de efímeras, precisando así, mucho más, la composición botánica de estos pastizales.



Sobre el plano definido por los componentes I y II, quedan reflejados los grupos de parcelas que pertenecen a tipos de comunidades diferentes, así como una ordenación significativa de estas unidades a lo largo de un gradiente que engloba los caracteres esenciales de variación en la comunidad botánica de los pastizales estudiados. En la gráfica (fig. 2) se ha marcado este gradiente de variación por una flecha, que va desde los pastizales más ricos, en todos los aspectos, hasta los más pobres, pasando por grupos discretos que se corresponden con los tipos de pastizal descritos en este trabajo.

Para el plano definido por los componentes I y III quedan separadas las parcelas 13 y 14 (praderas semiagostantes) del resto de las parcelas. En el extremo opuesto a estos pastizales se encuentran los de efímeras, como representantes de los pastizales menos evolucionados. En la zona central se localizan los ballicares y majadales. A la derecha quedan agrupados en un solo conjunto, totalmente independiente, los ballicares de siega típicos y a la izquierda el resto de los ballicares: ballicares húmedos (6 y 27), ballicares normales (2, 10, 21 y 22). Entre estos dos grupos de pastizales quedan los majadales. Fig. 2.

Igualmente en el plano definido por los componentes II y III quedan formados los mismos grupos. En este caso aparece una distribución en función de las características estructurales del mismo. Por ejemplo: las parcelas de valores más bajos con respecto al componente II o al III tienen índices de diversidad elevados (según la fórmula de Shannon), mientras que las de valores altos para cualquiera de estos componentes tienen índices de diversidad bajos. Fig. 2.

## 2.2. *Análisis factorial de correspondencias*

En la matriz de correspondencias, obtenida con los datos de densidad de especies en el pastizal, los valores más elevados pertenecen fundamentalmente a elementos de la diagonal principal, pero también se encuentran valores altos entre pares de especies, cuya razón de dependencia es muy fuerte para alguna o varias parcelas.

Los valores propios de los cinco primeros ejes extraídos en el análisis y sus porcentajes correspondientes resultan de la siguiente forma:

<i>Eje</i>	<i>Valor propio</i>	<i>%</i>
I	0,735	19,54
II	0,515	13,69
III	0,421	11,20
IV	0,306	8,13
V	0,278	7,38
Total acumulado		59,94

El primer eje del análisis discrimina entre los pastizales más eutrofos (Núm. 13 y 14) localizados en el extremo más positivo, del resto de las parcelas, entre las que pueden también diferenciarse dos grupos; uno situado en la zona central, formado por los ballicares de siega y majadales, y el

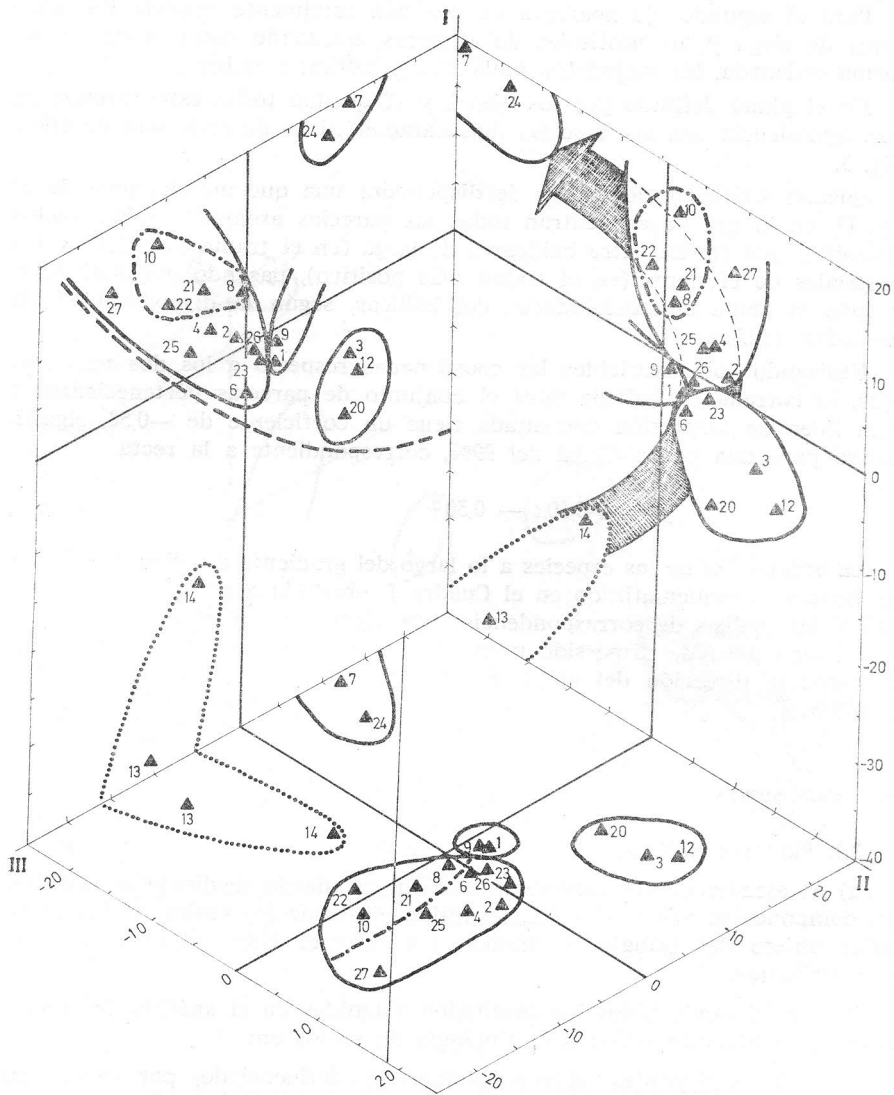


Fig. 2 Vegetación en pastizales de dehesa. Año 1975.  
Análisis en componentes con datos de densidad.

otro en el extremo más negativo en el que se sitúan los ballicares pobres y pastizales de efímeras.

Para el segundo eje aparecen en posición totalmente opuesta los ballicares de siega y los pastizales de efímeras, quedando entre ambos, y de forma ordenada, los majadales, ballicares y ballicares pobres.

En el plano definido por los ejes I y II quedan todos estos grupos en correspondencia con las especies más características de cada uno de ellos. Fig. 3.

Quedan señaladas dos líneas de dispersión; una que marcha paralela al eje II, en la que se encuentran todas las parcelas asentadas sobre suelos silíceos y que varían entre ballicares de siega (en el tramo negativo) y los pastizales de efímeras (en el tramo más positivo), pasando por majadales y toda la gama de posibilidades del ballicar, según la disponibilidad de humedad edáfica.

Utilizando como variables las coordenadas respecto a los dos primeros ejes, la correlación hallada para el conjunto de parcelas pertenecientes a esta línea de dispersión comentada tiene un coeficiente de  $-0,58$ , significativo para una probabilidad del 99%, correspondiente a la recta

$$y = -3,80x - 0,50$$

La ordenación de las especies a lo largo del gradiente de oligo-eutrofismo se encuentra esquematizado en el Cuadro I, obtenido a partir de los resultados del análisis de correspondencias con algunas modificaciones.

La otra línea de dispersión perpendicular a la anterior sigue aproximadamente la dirección del eje I. Sobre ella se localizan las parcelas más eutróficas.

### 3. CONCLUSIONES

#### 3.1. Factores edáficos

a) El estudio de los caracteres edáficos, realizado mediante un análisis en componentes principales, ha permitido clasificar los suelos de los pastizales objeto del trabajo, resaltando las características edafológicas más sobresalientes.

b) Considerando todos los resultados obtenidos en el análisis, las muestras se agrupan en orden a la tipología de suelos en:

- I.—Vegas gleyzadas sobre conglomerados, influenciados por aportes en disolución y de gran evaporación estival que determinan una gran concentración salina.
- II.—Vegas pardas de textura areno-limosa, formadas por aporte aluviales.
- III.—Tierras pardas meridionales sobre pizarras en las que predomina la fracción Limo.
- IV.—Tierras pardas meridionales sobre granitos, de textura arenosa dominante y con valores muy bajos en arcilla y materia orgánica.

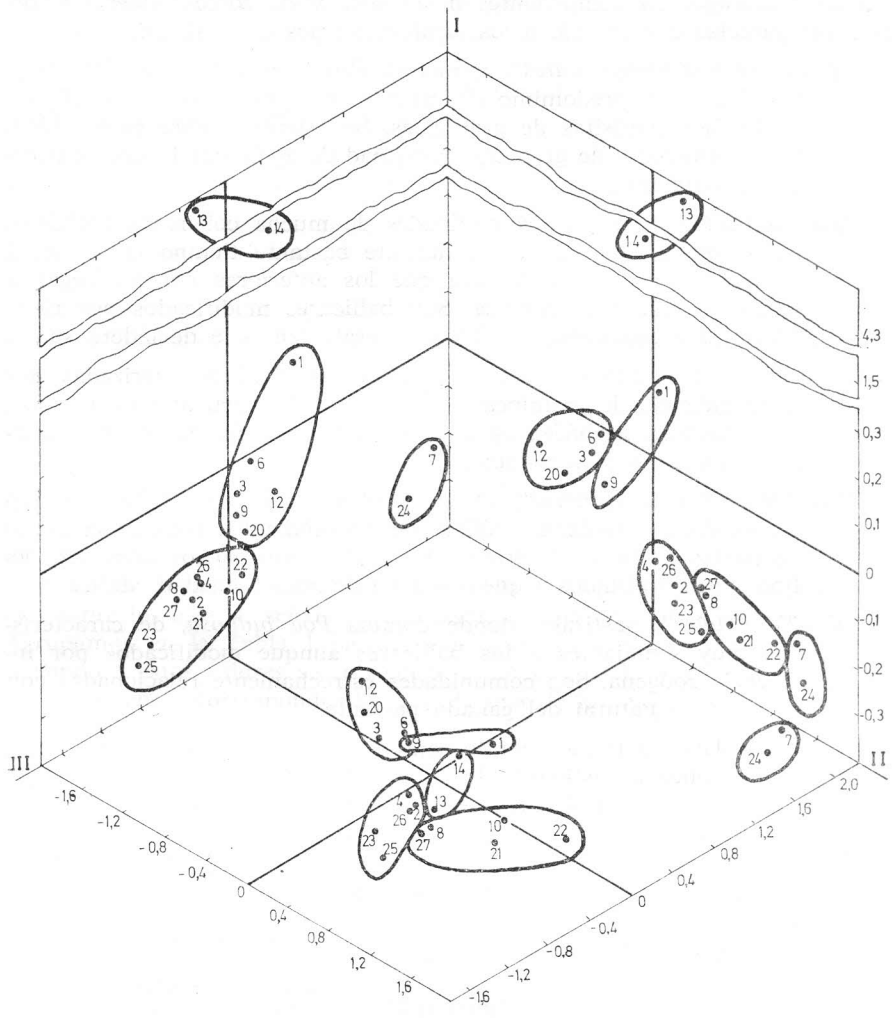


Fig. 3 Vegetacion en pastizales de dehesa. Año 1975.  
 Analisis de correspondencias con datos de densidad.

### 3.2. Vegetación

a) La situación de las muestras, respecto a los ejes resultantes de los análisis factoriales en componentes principales y de correspondencias, ordena las parcelas con arreglo a los siguientes tipos de pastizal:

- I.—"*Prados semiagostantes*", caracterizados por una gran cobertura herbácea, con predominio de especies perennes y presencia de especies hemiparásitas de gramíneas. Se asientan sobre suelos fértiles, profundos y de gran disponibilidad de agua, por lo que se agostan tardíamente.
- II.—"*Ballicares de siega*", comunidades de mucha cobertura herbácea, sobre suelos que mantienen durante bastante tiempo la humedad aunque en menor proporción que los anteriores por no llegar a formarse una capa freática. Son ballicares modificados por riego temporal o con aportes hídricos laterales en zona de ladera suave.
- III.—"*Ballicares*", que son comunidades de pastizal caracterizadas por la abundancia de gramíneas altas y los más frecuentes en la zona. Su cobertura herbácea es casi total. La especie netamente dominante es *Agrostis castellana*.
- IV.—"*Pastizales de efímeras*", caracterizados por la poca cobertura herbácea, donde dominan terófitos de pequeña talla. Forman el grupo de pastizales más oligotrofos, asentados sobre suelos arenosos, pobres, poco profundos y que disponen de poca humedad edáfica.
- V.—"*Majadales*", pastizales donde domina *Poa bulbosa*, de características muy semejantes a los ballicares aunque modificados por influencia zoógena. Son comunidades estrechamente relacionadas con el abonado natural del ganado pastante.

b) En los planos definidos por los ejes I y II de los análisis de correspondencias, se pueden distinguir dos direcciones de variación perpendiculares. En una de ellas se sitúan las parcelas más eutróficas, de suelos básicos y con influencia caliza. En el otro sentido de dispersión se ordenan los pastizales asentados sobre suelos silíceos teniendo en cuenta la calidad del suelo y la disponibilidad de humedad edáfica.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION DE LA VEGETACION MEDIANTE ANALISIS FACTORIAL, APLICACION A UN CASO CONCRETO

En las zonas de penillanura es muy frecuente que la monotonía horizontal se rompa más o menos bruscamente por cauces de arroyos, con laderas frecuentemente erosionadas y con una enorme variedad de pendientes y subcauces. Estos accidentes topográficos son muy característicos en áreas del Terciario y Cuaternario, pero tienen una especial significación en las zonas silíceas del oeste del río Tormes. En esta zona, ocupada principal-

mente por las dehesas salmantinas con predominio de pastizales, estos núcleos de erosión constituyen una unidad ecológica bastante definida.

En una de estas laderas se ha realizado el estudio cuyos resultados presentamos en este capítulo.

La ladera está afectada por un número considerable de factores, que determinan la distribución de las plantas según ciertas relaciones causales. A lo largo de ella se encuentran pequeñas zonas con pasto, zonas de influencia de encina, de erosión, de pendiente acusada pero sin erosión debido a otros factores protectores, de relleno, etc.

### 1. ANALISIS CON ABUNDANCIAS

La matriz de datos obtenida consta de 20 filas que representan las parcelas y 101 columnas que corresponden al número total de especies encontradas.

Los valores propios asociados a los tres primeros ejes extraídos son, por orden decreciente:

I 0,68975                      II 0,56382                      III 0,41681

y los porcentajes correspondientes a estos valores propios son:

I 12,70 %                      II 10,38 %                      III 8,89 %

que representan en total el 31,79%, valor que hace claramente explicables los tres primeros ejes.

Antes de pasar a la interpretación de la ordenación de parcelas y especies sobre los ejes, se señalan y comentan las contribuciones más relevantes. Agrupamos en la Tabla 1 las parcelas que superan el valor 1.10<sup>-1</sup>. Acompañando a estos valores se colocan a la derecha de la tabla los indicadores de dependencia correspondientes a cada una de las parcelas que se anotan.

TABLE I  
ANALISIS CON ABUNDANCIAS  
Contribuciones relativas de las parcelas

Parcela	Contribuciones			Indicador de dependencia
	Eje I	Eje II	Eje III	
106	0,422	0,434		198,908
107	0,203			98,736
111		0,168	0,138	118,286
112		0,181	0,111	103,435
115		0,152		39,775
118	0,213		0,324	99,437
119	0,239		0,232	108,732
120	0,272			75,033
124	0,206	0,163	0,396	161,166
125	0,221	0,127	0,102	130,340

### 1.1. Correspondencia respecto a los ejes I y II

Para las parcelas, con relación al eje I, los valores positivos más altos los consiguen 106 y 107, y los negativos 124, 125, 120, 119 y 118. La característica común entre las primeras es la cobertura total de hierba, con dominio claro del pastizal. Contrariamente, los negativos se caracterizan por la escasa cobertura herbácea. Las contribuciones de todas ellas son las más altas, y los indicadores de dependencia de las extremas (106, 124 y 125) son, a su vez, los más elevados de cuantos se han obtenido para las parcelas.

En la distribución para el eje II los valores más elevados corresponden a las parcelas 106, 124 y 125 en el negativo. Las características de dependencia de las positivas se han indicado anteriormente. Las contribuciones relativas de las mismas parcelas sobre este eje son superiores a 0,1 (el de la parcela 106 es superior a 0,2). Este eje ordena las parcelas en función de la distancia al árbol. Para valores positivos altos la distancia es grande y para valores negativos altos la distancia es muy pequeña.

En la proyección de los sujetos sobre el plano definido por el primero y segundo componentes, se distribuyen las parcelas según sus valores de intensidad para las dos variables explicadas (cobertura y distancia al árbol), resultando una gradación ordenada que sigue unas trayectorias de dispersión definidas al complementar las tendencias individuales sobre cada eje. Fig. 4.

Para el primer cuadrante, las variables "*cobertura*" y "*distancia al árbol*", ambas positivas, ordenan las parcelas en relación con el "*dominio del pastizal*". La más alejada presenta cierto grado de alteración por ruderalización.

Para el segundo cuadrante la variable "*distancia al árbol*" sigue siendo positiva y la variable "*grado de cobertura*" varía desde cero a muy negativa. Complementadas ambas marcan la dirección "*grado de erosión*", que es tanto mayor cuanto más se aleja del origen.

Sobre el cuarto cuadrante se proyectan las variables "*cobertura*" positivamente, y "*distancia al árbol*" negativamente. Complementadas estas variables entre sí señalan un tercer sentido de dispersión en función de la influencia de la encina sobre el pasto.

El tercer cuadrante no representa ningún sentido de dispersión patente. Se explica mejor este grupo de parcelas, junto con todas las demás que se sitúan próximas al origen de coordenadas, como un grupo caracterizado por estar sometido a diversas influencias con fuerza de dispersión significativa hacia las tendencias de pastizal, erosión y encina, que confluyen en una misma zona donde dichas tendencias direccionales de los tres efectos se hacen patentes de forma complementaria. Esta zona de situación central es la que definimos como *zona de contacto* de las influencias.

Observando en conjunto las proyecciones de parcelas y especies sobre el plano definido por los ejes I y II, se hacen patentes las tres trayectorias rectilíneas de sentidos diferentes que confluyen en la zona intermedia. Fig. 4.

Los sentidos de dispersión de las tendencias "*erosión*" e "*influencia del arbolado*" son opuestas en la dirección que marca la recta.

$$y = 0,51 - 1,00x$$

El coeficiente de correlación es igual a  $-0,94^{***}$ . Perpendicular a esta dirección parte la tendencia "influencia del pastizal" siguiendo la trayectoria de la recta

$$y = -0,70 - 1,37x$$

El coeficiente de correlación es igual a  $0,98^{**}$ . Según esto "erosión" e "influencia del arbolado" son negativamente dependientes entre sí, e "influencia del pastizal" es independiente de ambos.

### 1.2. Correspondencia respecto a los ejes I y III

Este tercer eje está principalmente relacionado con la similitud y diversidad de las parcelas, siendo mayor la similitud cuando los valores son negativos.



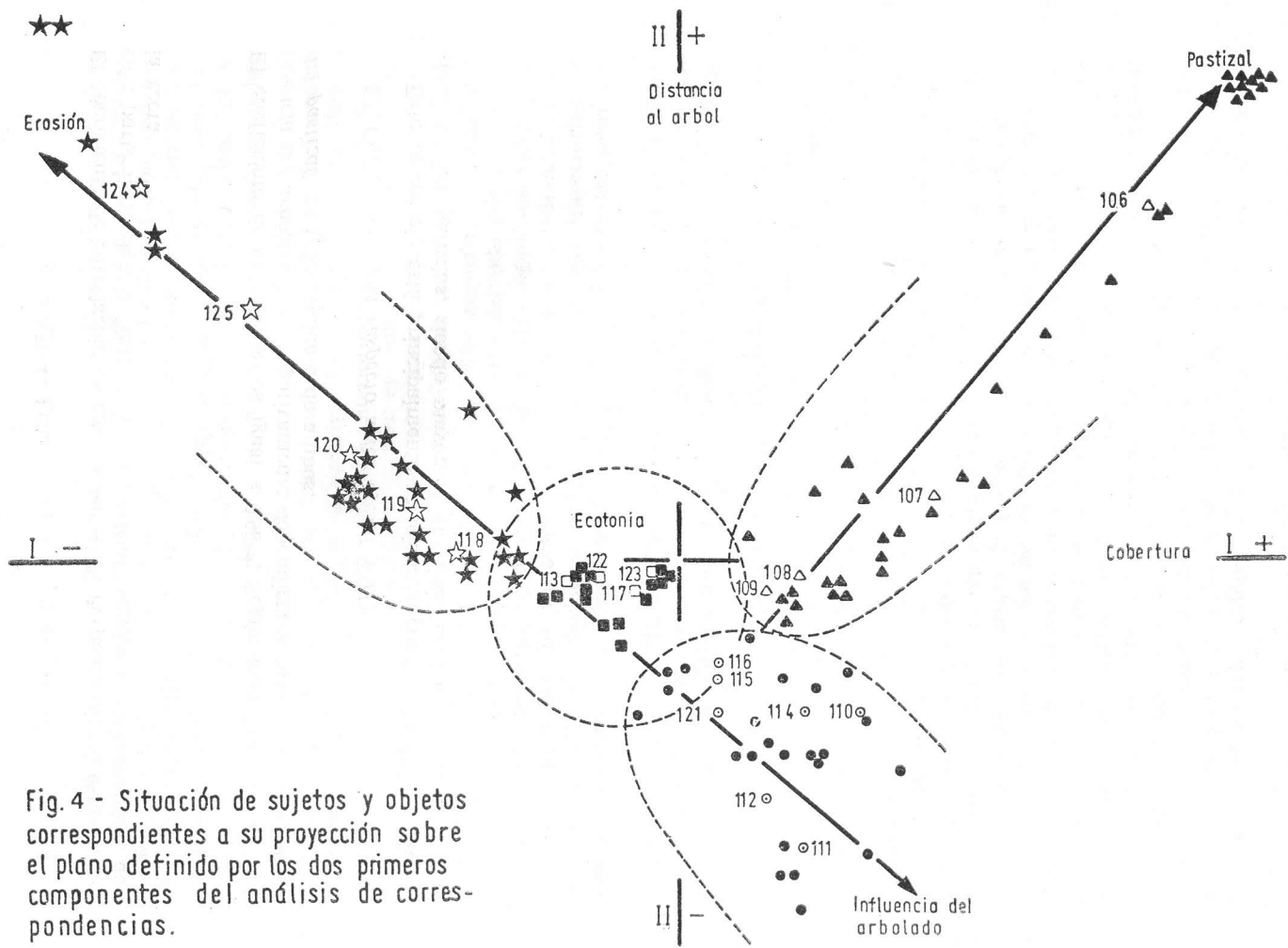


Fig. 4 - Situación de sujetos y objetos correspondientes a su proyección sobre el plano definido por los dos primeros componentes del análisis de correspondencias.

\*\*

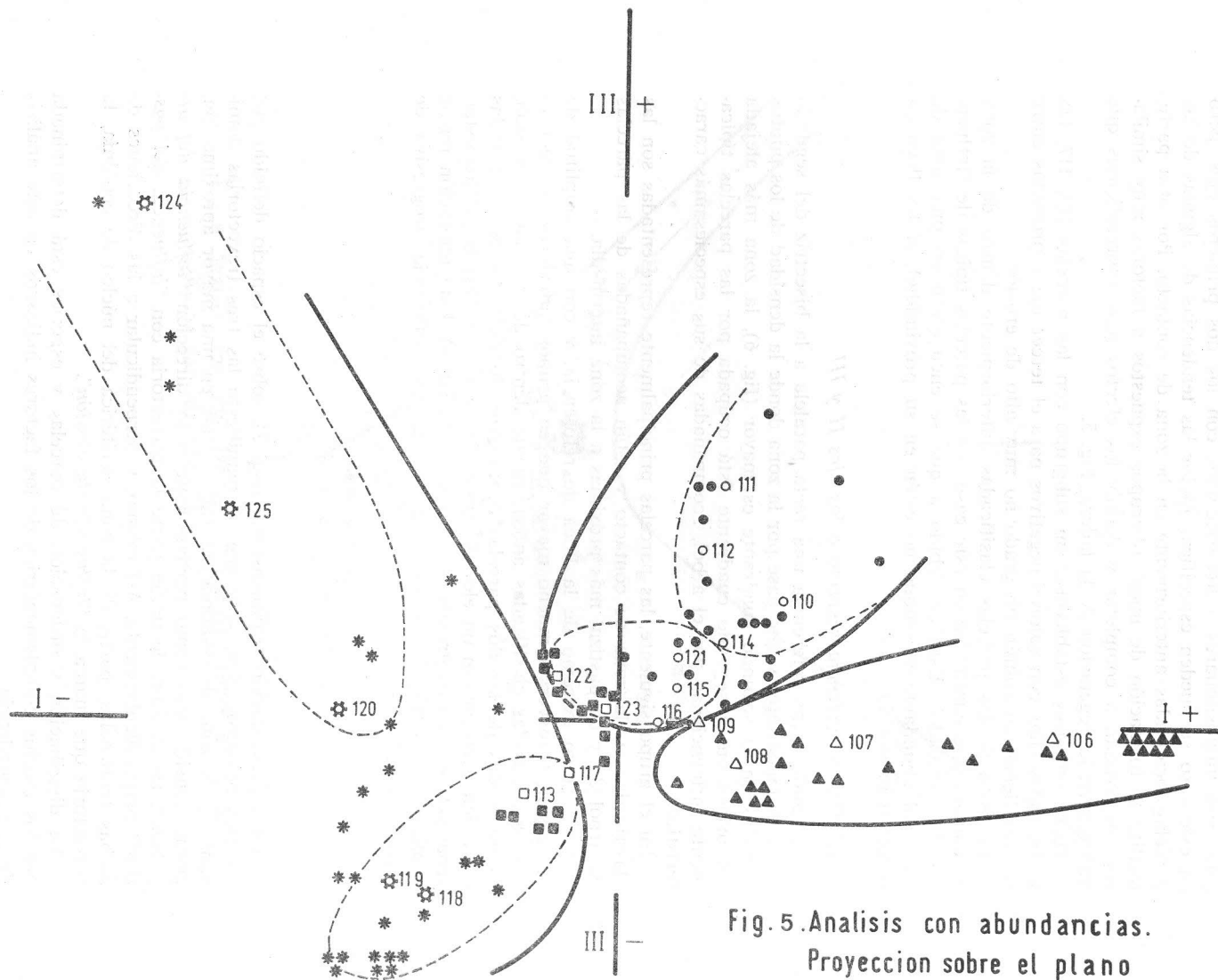


Fig. 5. Analisis con abundancias.  
Proyeccion sobre el plano  
definido por los ejes I y III.

En el plano definido por los ejes primero y tercero, los grupos de parcelas son muy similares a los obtenidos con los dos primeros ejes, pero en este caso se pueden especificar mejor las tendencias de algunas de las parcelas localizadas anteriormente en la zona de contacto. Por otra parte, facilita la formación de unos subgrupos expuestos a factores muy similares que ayudan a completar y definir los efectos más sobresalientes que influyen en la vegetación de la ladera. Fig. 5.

Puede entonces establecerse un subgrupo con las parcelas 113, 117, 118 y 119, todas ellas con valores negativos para el tercer eje y próximas entre sí, que tienen en común un grado no muy alto de erosión.

El resto de las parcelas clasificadas anteriormente dentro de la zona de contacto, se confunden en este caso con las parcelas típicas de "influencia del arbolado". Esto es debido a que se encuentran en una zona de matorral abundante y aunque no estén en su proximidad, sí les llega en parte su influencia.

### 1.3. Correspondencia respecto a los ejes II y III

Tomando como referencia una recta paralela a la bisectriz del segundo y cuarto cuadrantes y que pase por la zona donde la densidad de los puntos situados en el segundo cuadrante es mayor (fig. 6), la zona más alejada del origen en el segundo cuadrante está ocupada por las parcelas típicamente influenciadas por el árbol, acompañadas de sus especies más características.

En el grupo siguiente, las parcelas principalmente representadas son las clasificadas en la zona de contacto y están acompañadas de las parcelas de arbolado y de pastizal más próximas a la zona intermedia.

En el otro extremo de la línea de referencia, y con una amplitud de dispersión transversal mucho mayor que en grupos anteriores, se encuentran las parcelas clasificadas anteriormente dentro de la zona de erosión, acompañadas de las dos parcelas con mayor dominio del pastizal; todas ellas tienen en común un elevado grado de alteración. (En la gráfica están separados estos tres grupos por líneas discontinuas). Esta alteración puede explicarse a partir del primer grupo como una influencia progresiva de factores antrópicos.

\* \* \*

En representación tridimensional (fig. 7), sobre el espacio definido por los tres primeros ejes, se ponen de manifiesto las tres trayectorias dominantes y la zona de ecotonía central, la cual, en una mayor aproximación, puede considerarse como perteneciente a la dirección "influencia del arbolado". De la zona de unión parte la trayectoria con "influencia del pastizal" perpendicularmente. Así mismo, y perpendicular a las direcciones de ambas tendencias, parte, de la zona periférica del núcleo de ecotonía, la trayectoria que marca la "influencia de erosión".

La distribución y ordenación de parcelas y especies está determinada por los efectos complementarios de los factores indicados en este análisis de correspondencias.

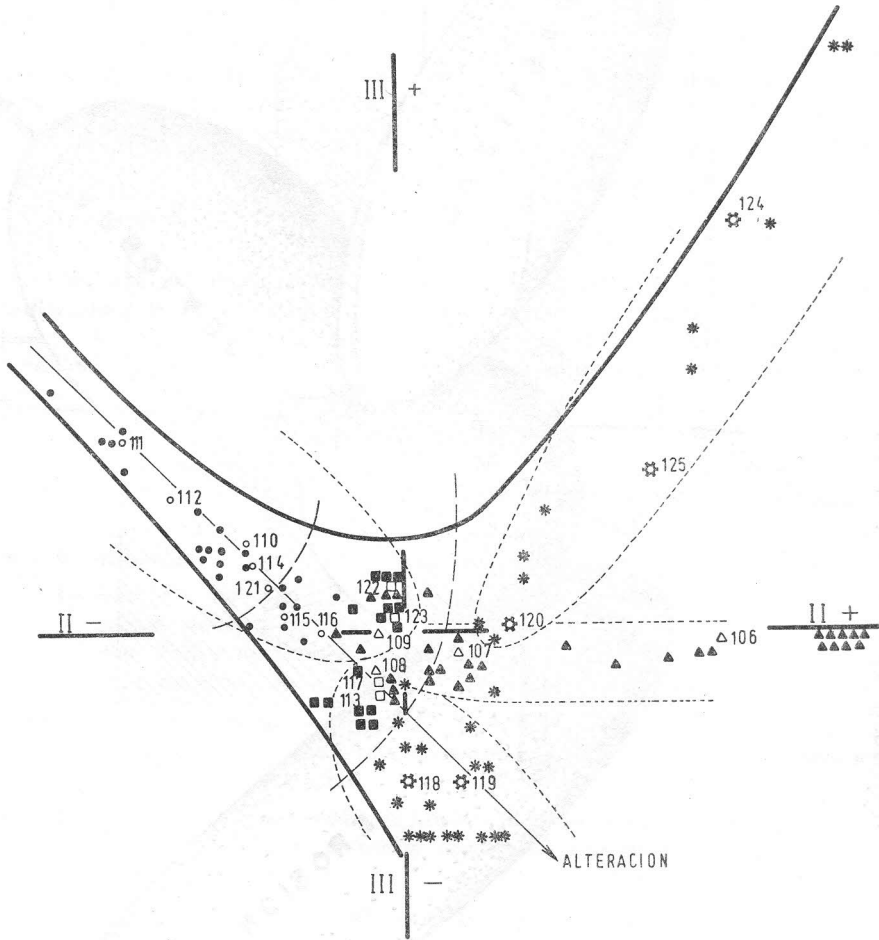


Fig. 6 Analisis con abundancias. Proyeccion sobre el plano definido por los eje II y III.

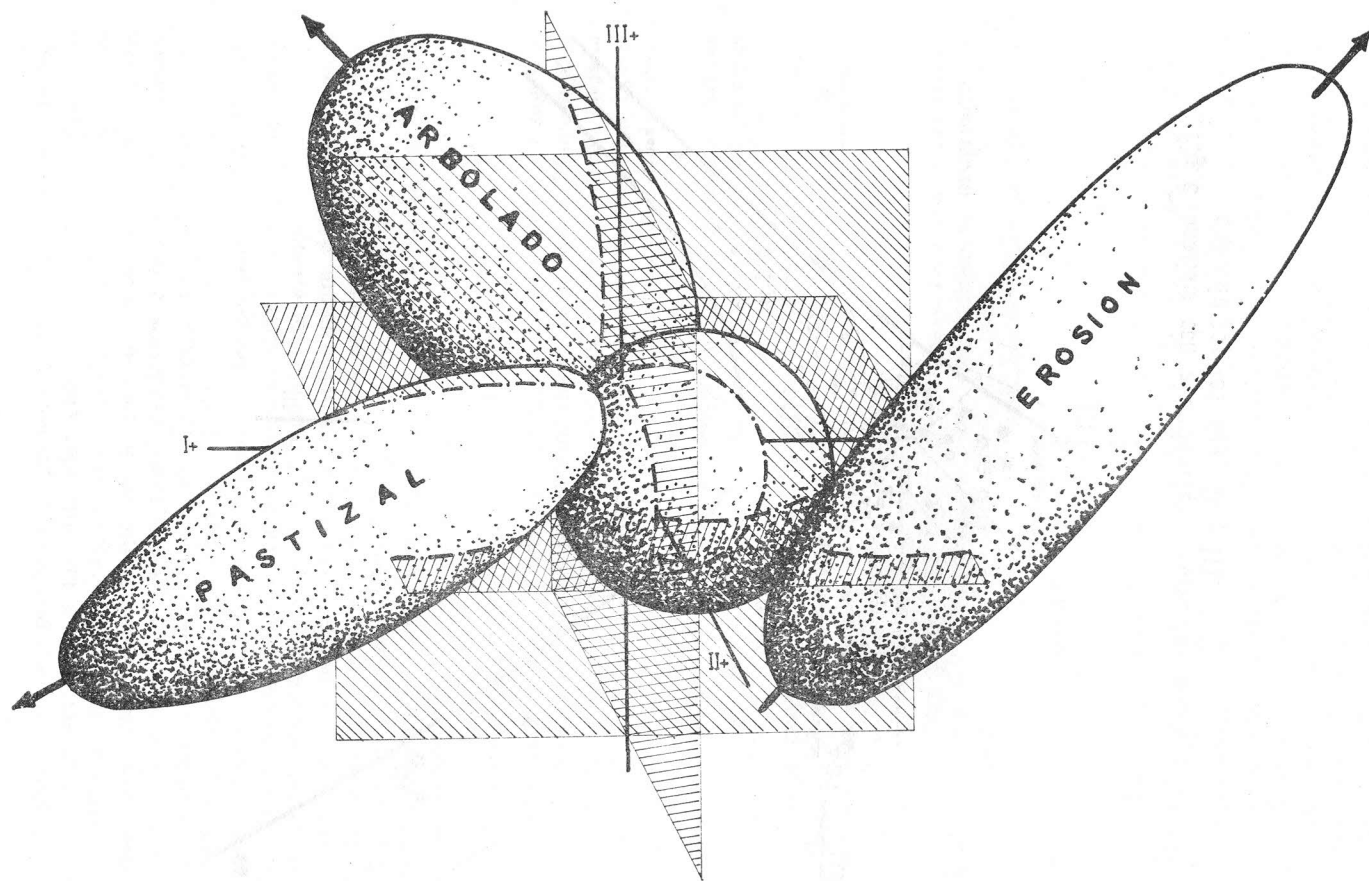


Fig. 7 Perspectiva espacial de las áreas de dispersión.

Al comparar los resultados obtenidos para la vegetación (abundancia y cobertura), en el análisis de correspondencias con los obtenidos en un análisis en Componentes Principales a partir de valores de factoredáficos (químicos y granulométricos), se observa una correlación muy significativa. Los grupos de parcelas formados a partir de los datos discretos de cobertura y abundancia, se corresponden casi perfectamente con los originados al utilizar como variables los factores del suelo, y aunque la explicación en ambos casos sea diferente, las causas y efectos son los mismos y pueden quedar resumidos en las influencias que los tres factores dominantes en la ladera, tantas veces enumerados (erosión, pastizal, arbolado) ejerzan sobre todas y cada una de ellas.

## 2. CONCLUSIONES

a) El análisis factorial de correspondencias, utilizado como técnica de ordenación de la vegetación en la transección realizada a través de una ladera, ha resultado totalmente favorable. Se definen perfectamente las tendencias dominantes de dispersión de la vegetación en relación con los factores actuantes.

b) Las áreas de dispersión que se repiten casi uniformemente, están definidas por los siguientes ejes o factores: I, Densidad del pasto frente a erosión; II, Distancia del árbol; III, Similitud entre parcelas.

c) Estos factores determinan, al complementarse entre sí, cuatro zonas de influencia:

- I.—*Dominio del pastizal* con cierto grado de alteración por ruderalización, definido por las especies *Bromus mollis*, *Medicago polymorpha*, *Trifolium subterraneum*, *Verbascum pulverulentum*, *Microlophus salmanticus*, etc.
- II.—*Influencia de la erosión* definida por las especies *Periballia involu-crata*, *Velezia rigida*, *Helianthemum aegyptiacum*, *Medicago minima* y *Nardurus maritimus*.
- III.—*Influencia del arbolado*, definido en el análisis por las especies *Cynosurus achinatus*, *Trisetum flavescens*, *Campanula rapunculoides*, *Lathyrus angulatus*.
- IV.—*Zona de contacto*, donde confluyen los efectos complementarios de los tres tipos de influencia anteriores.

d) Para el plano definido para los factores I y II las tendencias "influencia de erosión" e "influencia del arbolado" aparecen opuestas en la dirección de una recta, permaneciendo entre ambas la "zona de contacto". Perpendicularmente a esta dirección se encuentra la zona de dispersión con "dominio del pastizal".

e) El eje Erosión-Arbolado marca con claridad los efectos del control ambiental contra las fluctuaciones desorganizadoras; el perpendicular señala la eutrofización-ruderalización, ligada a transportes laterales.

f) Los subgrupos "erosión incipiente" e "influencia del matorral" forma-

dos a partir de la proyección en el plano definido por los ejes I y III complementa la información obtenida en el plano de los primeros ejes.

g) En el plano de los ejes II y III queda marcada una evolución hacia la alteración, que puede traducirse como una trayectoria definida por la influencia antrópica.

h) Por lo general las especies que pertenecen a cada una de las tendencias permanecen constantemente en su grupo, pero hay algunas especies sin localización definida. Son precisamente aquellas que tienen una gran flexibilidad frente a los factores ambientales.

i) La correlación entre los factores edáficos y la vegetación expresada por sus valores de abundancia y cobertura es muy significativa. Los grupos formados por los datos de vegetación se corresponden casi exactamente con los originados al utilizar variables edáficas. Ambas ordenaciones definen las influencias de los tres factores dominantes en la ladera.

### CAPITULO III

## PRODUCCION PRIMARIA EN PASTIZALES

Uno de los capítulos básicos en ecología es el concepto de producción (ecología trófica). Este concepto reúne en un solo término los componentes energéticos y de masa propios del dinamismo del ecosistema.

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos en la producción del primer nivel trófico del ecosistema de pastizal de las típicas «Dehesas», estimada en forma de producción primaria neta anual. Se controla la producción que se considera de utilidad y transformación inmediata para el nivel de consumidores, representado por los rumiantes, équidos y otros animales domésticos.

Para las medidas de producción, la unidad elemental de muestreo está representada por un cuadrado de 50 cm. de lado. Cada una de estas unidades de muestreo ha sido tomada en una zona protegida por jaulas de un metro cuadrado de superficie basal, situadas en aquellas zonas de pastizal que por su altura, densidad, regularidad, etc., eran las más características de toda la parcela. En cada muestra se recogió la biomasa aérea comprendida en la superficie de la unidad elemental de medida, cortándola a 2 cm. aproximadamente del suelo.

Con las muestras de hierba obtenidas se procedía a la separación de fracciones taxonómicas, estableciendo tres grupos: gramíneas, leguminosas y otras hierbas.

#### 1. ESTUDIO COMPARATIVO DE FRACCIONES

##### 1.1. *Gramíneas*

Estudiando globalmente la evolución de las gramíneas para todas las comunidades, se observa que las producciones logradas para las mismas

épocas, presentan una gran variabilidad, que se hace progresivamente mayor a lo largo del ciclo de producción de los pastizales. Como ejemplo puede servir la comparación de valores obtenidos en los cortes de mediados de junio, cuando por lo general se consiguen los máximos, consideradas las parcelas independientemente. Oscilan entre los 18 g. / 0,25 m<sup>2</sup> de la parcela núm. 27, que corresponde a un ballicar, y los 212 g. / 0,25 m<sup>2</sup> del Ballicar de siega controlado con el número 20.

Se puede resumir de la siguiente forma:

a) Una fase de estabilización después de un primer máximo que corresponde al mes de mayo.

b) Un segundo máximo debido a la plenitud del desarrollo de *Agrostis castellana* en la mayoría de las comunidades.

c) Un tercer máximo que corresponde con el de los prados semiagostantes que, por sus características microclimáticas y edáficas, presentan un ciclo más retrasado que el resto de las parcelas.

## 1.2. Leguminosas

Considerando los rendimientos de todas las parcelas se puede sacar en común las siguientes particularidades:

a) Los máximos de producción se obtienen en junio, exceptuando la comunidad núm. 13 (prado semiagostante), que siguiendo la misma pauta que para las gramíneas, presenta su máximo desplazado hasta el mes de agosto.

b) Las producciones de leguminosas son en muchos casos inapreciables, incluso para todo el ciclo anual del pasto. Son excepciones las parcelas 7, 8, 14, 23, 27 y naturalmente la 13, que llegan a superar los 20 g. / 0,25 m<sup>2</sup>.

c) La principal especie de esta familia en las comunidades estudiadas es *Trifolium striatum*, que aparece en casi todas las parcelas cuando se alcanza el máximo de producción, en el estado fenológico de floración y fructificación. Aparecen también como importantes *Ornithopus compressus* y *Trifolium subterraneum*; este último principalmente en los majadales.

## 1.3. Otras hierbas

La variabilidad en este caso es aún mayor que en las otras fracciones. La única característica que puede señalarse como generalidad, salvo muy pocas excepciones, es que el máximo se logra en el mes de junio, pero los valores varían mucho de unas comunidades a otras. Las especies dominantes no están muy definidas, aunque las más comunes son: *Convolvulus arvensis*, *Plantago lanceolata*, *Thrinicia hirta*, *Galium verum*, *Tuberaria guttata*, *Eryngium campestre*, etc. La mayor parte de ellas prolongan su ciclo fenológico hasta el mes de agosto, acompañando a las gramíneas perennes.

## 1.4. Producciones totales

Los máximos de producción se consiguen, a excepción de las comunidades 13 y 14 que son más tardías, en el mes de junio, coincidiendo en casi todas ellas con el máximo de las gramíneas. La variabilidad en cuanto a



la producción óptima es muy grande, oscilando entre los 38,4 g. / 0,25 m<sup>2</sup> del pastizal de efímeras de «Berrocal de la Espinera», hasta 282 g. / 0,25 m<sup>2</sup> del prado semiagostante de «Santibáñez de Cañedo». Producciones superiores a los 10 g. / 0,25 m<sup>2</sup> de materia seca para todas las comunidades solamente se logran en tres cortes (los del mes de junio y el primero de julio), habiendo siempre en los restantes cortes varias parcelas con valores inferiores a ese peso.

Si consideramos las parcelas por grupos fitosociológicos, podemos sacar las siguientes conclusiones:

a) Los pastizales de efímeras comienzan su período de producción apreciable más tarde que los demás grupos.

b) Los ballicares, majadales y ballicares de siega presentan una semejanza inicial que va rompiéndose progresivamente.

c) Los ballicares de siega presentan un período con producciones muy altas, más largo que los prados semiagostantes.

d) Los ballicares de siega en el período de máximo desarrollo, tienen entre sí poca variabilidad.

e) Los ballicares y majadales presentan una evolución muy semejante, pero en los primeros es más tardía y dan valores más bajos.

## 2. CORRELACION ENTRE FRACCIONES

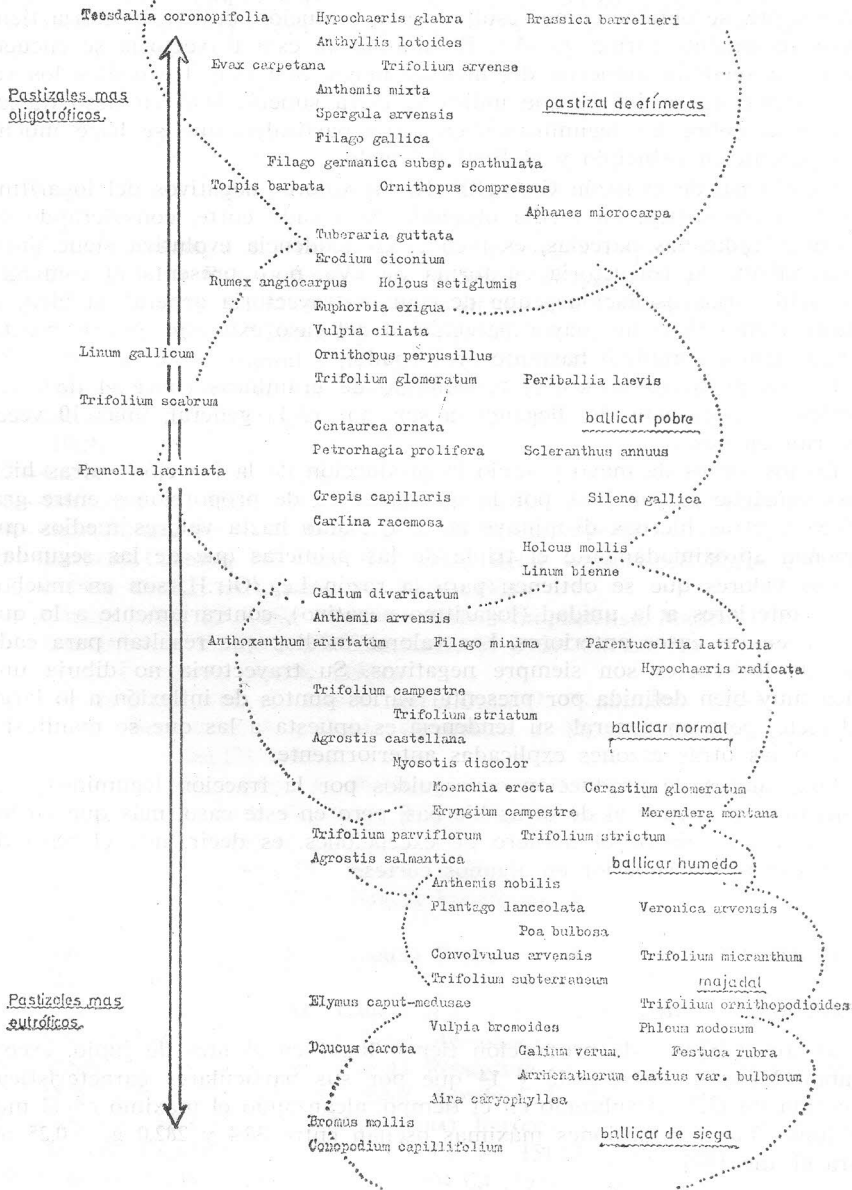
La correlación entre gramíneas y leguminosas es generalmente muy buena y positiva; es decir, que la evolución entre estas dos fracciones se encuentra casi perfectamente acompasada en lo que a su producción se refiere, aunque los valores obtenidos para las gramíneas sean siempre muy superiores a los conseguidos para las leguminosas. El 15% de las parcelas tienen correlaciones significativas y el 35% muy significativas entre estas dos fracciones.

Entre gramíneas y otras hierbas el porcentaje de parcelas que presentan muy buena correlación es muy bajo (15%). Predominan, por el contrario los valores de correlación no significativos; es decir que la evolución de rendimientos entre estas dos fracciones aparece en los pastizales de la zona con cierta independencia.

Para leguminosas y otras hierbas el porcentaje de parcelas que tienen una correlación muy significativa es algo superior al que existe entre las dos fracciones anteriormente comentadas, sin embargo, siguen dominando los valores no significativos que demuestran una evolución ligeramente independiente. Predominan igualmente los valores de correlación positiva, y en el caso de ser negativa, la relación entre las fracciones no tienen en ningún caso carácter significativo.

Por tanto solamente existe cierta dependencia entre gramíneas y leguminosas. Las otras hierbas se muestran a lo largo del ciclo evolutivo independientemente de la marcha de las otras dos fracciones.

CUATRO I. DISPERSION DE ESPECIES EN RELACION CON EL NIVE TIPOLOGICO  
DE CORRESPONDENCIAS. (PASTIZALES SOBRE SUELOS SILICEOS).



### 3. EVOLUCION DE LA RAZON ENTRE FRACCIONES

Los valores obtenidos para la razón Gram./Leg. son generalmente superiores a la unidad. Si se consideran todos los valores de la razón conjuntamente, se obtiene como resultado una evolución, cuya trayectoria tiene aproximadamente forma de «V». El mínimo de esta trayectoria se encuentra en la segunda quincena del mes de mayo. Son muy frecuentes los valores superiores a 100 lo que indica la clara superioridad en peso de las gramíneas sobre las leguminosas en estos pastizales, que se hace mucho más patente al principio y al final del ciclo.

En el caso de la razón Gram./Otr.H. los valores negativos del logaritmo son más frecuentes. La media obtenida para cada corte, considerando en conjunto todas las parcelas, es menor. La tendencia evolutiva sigue aproximadamente la trayectoria en forma de «V», pero presenta al comienzo del ciclo varias oscilaciones que desvían la trayectoria general, si bien, el último tramo tiene un mayor parecido al del caso expuesto anteriormente, aunque con un mínimo bastante prolongado.

En los primeros meses, el predominio de gramíneas sobre el de otras hierbas es muy acusado, llegando a ser, por regla general, unas 10 veces superior en peso.

En los meses de mayo y junio la producción de la fracción «otras hierbas» consigue su máximo, por lo que la curva de proporciones entre gramínea y otras hierbas disminuye en este tramo hasta valores medios que suponen aproximadamente el triple de las primeras que de las segundas.

Los valores que se obtienen para la razón Leg./Otr.H. son en muchos casos inferiores a la unidad (logaritmo negativo), contrariamente a lo que ocurre en los casos anteriores. Los valores medios que resultan para cada uno de los cortes son siempre negativos. Su trayectoria no dibuja una línea muy bien definida por presentar varios puntos de inflexión a lo largo del ciclo, pero en general, su tendencia es opuesta a las que se manifestaban en las otras razones explicadas anteriormente.

Los valores de producción conseguidos por la fracción leguminosas es generalmente menor al de otras hierbas, pero en este caso, más que en los anteriores, es mayor el número de excepciones, es decir, que el peso de leguminosas sea superior en algunos cortes.

### 4. CONCLUSIONES

#### 4.1. Rendimientos

a) Los máximos de producción tienen lugar en el mes de junio, exceptuando las comunidades 13 y 14 que por sus particulares características presenta un ciclo desplazado en el tiempo, alcanzando el máximo en el mes de junio. Las producciones máximas oscilan entre 38,4 y 282,0 g. / 0,25 m<sup>2</sup> para el año 1975.

b) La correlación entre valores de evolución de la producción de gramíneas y leguminosas es generalmente alta y positiva, lo que expresa un perfecto acompasamiento en el ciclo evolutivo entre estas dos fracciones.

c) Otros valores obtenidos para la fracción Gram./Leg. son generalmente superiores a la unidad. Los máximos se encuentran en la segunda quincena del mes de mayo. Para la razón Gram./Otr.H. son frecuentes los valores inferiores a la unidad. Durante los meses de mayo y junio es frecuente encontrar producciones superiores para otras hierbas que para gramíneas. Los valores obtenidos para la razón Leg./Otr.H. son en muchos casos inferiores a la unidad.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.—ALLUE ANDRADE, J. L.: Inst. Forest. de Investg. y Experien. Madrid (1966).
- 2.—BELLOT, F.: *I Reun. Cientific. de la SEEP*. Zaragoza (1960).
- 3.—BELLOT RODRIGUEZ, M. A., CASASECA MENA, B. y FERNANDEZ RODRIGUEZ, M. A.: *Publ. del I.O.A.T.O.* Salamanca (1966).
- 4.—BENZECRI, J. P.: Dunod. París (1 ed. 1970) (1973).
- 5.—BROWN, D.: *Bull. 42 Commonw. Bur. Past. Fld. Crops.* (1954).
- 6.—BRUNERYE, L., GOREN FLOT, R. et ROUX, M.: *Cuf. Rev. gen. Bot.*, 76: 217-256 (1969).
- 7.—CORDIER: Thèse, 3° Cycle. Rennes (1965).
- 8.—DAGNELLE, P.: *Bull. Serv. Carte. Phytogeogr.*, 5: 7-71 y 93-195 (1960).
- 9.—DIAZ PINEDA, F.: Tesis Doctoral. Univ. Sevilla (1975).
- 10.—ESCOFIER-CORDIER, B.: Cah. Bur. Univ. Rech. Opér. Univ. París (1969).
- 11.—FISHER, D. R.: *Syst. Zool.*, 17: 48-63 (1968).
- 12.—GARCIA NOVO, F.: Tesis Doctoral. Univ. Complutense. Madrid (1968).
- 13.—GARCIA-NOVO, F., GONZALEZ-BERNALDEZ, F. y GIL-CRIADO, A.: *V Symposium Flora Europaea*. Sevilla (1969).
- 14.—GARCIA RODRIGUEZ, A.: *Public. del I.O.A.T.O.* (Salamanca (1964).
- 15.—GARCIA RODRIGUEZ, A. y GOMEZ GUTIERREZ, J. M.: *VI Reunión Cientf. de la S.E.E.P.*, 161-171 (1965).
- 16.—GARMENDIA IRAUNDEGUI, J.: *Publicaciones del I.O.A.T.O.* Salamanca (1964).
- 17.—GIL-CRIADO, A., LUIS CALABUIG, E. y GOMEZ GUTIERREZ, J. M.: *An. Edaf. Agrobiol.* (En prensa) (1975).
- 18.—GITTINGS, R.: Blackwell's. Oxford (1969).
- 19.—GOMEZ GUTIERREZ, J. M. y GARCIA RODRIGUEZ, A.: *An. Edaf. Agrobiol.* 27: 329-340 (1968, a).
- 20.—GOMEZ GUTIERREZ, J. M. y GARCIA RODRIGUEZ, A.: *An. Edaf. Agrobiol.* 27: 341-353 (1968, b).
- 21.—GOMEZ GUTIERREZ, J. M., GARCIA RODRIGUEZ, A., SANCHEZ CAMAZANO, M. y MARTIN PATINO, M. T.: *An. Edaf. Agrobiol.* 27: 447-457 (1968, c).
- 22.—GOMEZ GUTIERREZ, J. M., GARCIA RODRIGUEZ, A., SANCHEZ CAMAZANO, M. y MARTIN PATINO, M. T.: *An. Edaf. Agrobiol.* 27: 459-468 (1968, d).
- 23.—GONZALEZ BERNALDEZ, F., MONTSERRAT RECODER, P. y GIL CRIADO, A.: *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 66: 151-176 (1968).
- 24.—GOODALL, D. W.: *Aust. J. Bot.*, 2: 304-324 (1954).
- 25.—GOUNOT, M.: Masson et Cie. Paris (1969).
- 26.—GREIG SMITH, P.: Butterworths, 2nd. ed. London (1 ed. 1957) (1964).
- 27.—GUINOCHET, M.: Masson et Cie. Paris (1973).

- 28.—HARMAN, H. H.: 2nd ed. Univer. of Chicago Press. Chicago (1967).
- 29.—HOTELLING, H.: *J. Educ. Psychol.*, 24: 417-520 (1933).
- 30.—LACOSTE, A. et ROUX, M.: *Oecol. Plant.*, 64 (4): 353-371 (1971).
- 31.—LACOSTE, A. et ROUX, M.: *Oecol. Plant.*, 7 (2): 135-147 (1972).
- 32.—LEBART, L. et FENELON, J. P.: Dunod. Paris (1971).
- 33.—LEFEBRE, J., LAURENT, P. et LOUIS, J.: *Invest. Pesqu.* 36 (1): 119-126 (1972).
- 34.—LONG, G.: Masson et Cie. Paris (1974).
- 35.—MARGALEF, R.: Omega. Barcelona (1974).
- 36.—MARGALEF, R. y GONZALEZ-BERNALDEZ, F.: *Invest. Pesqu.*, 33: 287-312 (1969).
- 37.—MONTERRAT, P.: *I Reunión científica de la S.E.E.P.* Zaragoza (1960).
- 38.—MONTERRAT RECODER, P. P.: Cent. pir. Biol. exp. Jaca (1964).
- 39.—NEWBOULD, P.: Handbook. N.º 2. Blackwell, Oxford. 2nd printing 1970 (1967).
- 40.—PEARSALL, W. H. and GORHAM, E.: *Oikos*. 7 (2): 193-201 (1956).
- 41.—RAMIREZ-DIAZ, L.: Public. Dep. Ecología. Univ. Sevilla. 26 pp. (1972).
- 42.—RAUNKIAER, C.: *Biol. Medd. Kbh.*, 1 (3): 1-80 (1918).
- 43.—RIVAS GODAY, S.: *I reunión científica de la S.E.E.P.* Zaragoza (1960).
- 44.—RIVAS GODAY, S. y RIVAS MARTINEZ, S.: Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid (1963).
- 45.—RIVAS-MARTINEZ, S.: *Simposio de producción animal en zonas áridas.* Badajoz (1975).
- 46.—ROMANE, F.: *Inv. Pesqu.* 36 (1): 131-139 (1972).
- 47.—SANCHO-ROYO, F.: Anales de la Universidad Hispalense. Serie Ciencias. Núm. 19. 1974. Publicaciones de la Universidad de Sevilla (1974).
- 48.—SEAL, H.: Methuen. Londres (1964).
- 49.—SHANNON, C. E. and WEAVER, W.: Univ. Illinois Press. Urbana (1963).
- 50.—SOKAL, R. R. and ROHLF, J.: Freeman and Co. San Francisco (1969).
- 51.—VAN DYNE, G. M.: *XI Internat. Grassld. Congr.* Surfers Paradise. Queensland (1970).
- 52.—WILLIAMS, W. T. and LAMBERT, J. M.: *J. Ecol.*, 54: 427-445 (1966).
- 53.—WOODWELL, G. M. and WHITTAKER, R. H.: *Am. Zoologist*, 8: 19-30 (1968).
- 54.—YARRANTON, G. A.: *Canad. J. Bot.*, 45: 93-115 (1967).