

DETECCION DE LOS FACTORES DOMINANTES EN LA DISTRIBUCION DE LA VEGETACION MEDIANTE ANALISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIA. ESTUDIO CON COBERTURA HERBACEA

ESTANISLAO LUIS CALABUIG*
JOSÉ MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ*
ÁNGEL GIL CRIADO**

SUMMARY

The list of species (vegetation) of eroded slope, through a systematic sampling, was studied by means of a correspondence analysis. The results obtained are interpreted for each of the planes defined by the first components and these plane delimited by them. To this end cover value matrix for the species considered in each plot was taken as a calculation basis.

We obtained three fundamental directions of dispersion that correspond with the dominant factors affect vegetation distribution. Likewise is defined the antropic action that appear as an alteration phenomenon in the slope system.

RESUMEN

Los inventarios obtenidos con la vegetación herbácea en un muestreo sistemático a lo largo de una ladera, se han estudiado mediante un análisis factorial de correspondencias. Tomando como base la matriz de valores de coberturas por especies en las parcelas, se interpretan los resultados obtenidos para los planos definidos por los tres primeros ejes y el espacio definido por los mismos.

Se obtienen tres sentidos fundamentales de dispersión que se corresponden con los factores dominantes que influyen en la distribución de la vegetación. Igualmente queda definida la acción antrópica que se traduce como un fenómeno de alteración en el sistema de la ladera.

INTRODUCCIÓN

En las dehesas salmantinas son muy frecuentes los sistemas de ladera en muy diversas etapas de la sucesión matorral-bosque o en proceso de

* Sección de Praticultura. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca.

** Centro de Cálculo Electrónico del C.S.I.C.

erosión por efecto de la parcial deforestación, sobre todo en la cima de la ladera.

La ladera de erosión en la que se ha realizado este estudio se corresponde en líneas generales, en cuanto a sus características, con las que normalmente pueden encontrarse en esta zona. Está localizada en las proximidades de un arroyo, en cuyo margen, antes de comenzar la pendiente, presenta una pequeña vega o zona de acumulación. Ya en la ladera pueden definirse varios factores que determinan la distribución de la vegetación herbácea.

Estos sistemas son especialmente interesantes para estudiar las variaciones de la vegetación, afectada por los diferentes factores que confluyen en el conjunto, de una forma gradual o complementaria.

Para realizar el estudio se consideró conveniente fijar una línea de transección a lo largo de toda la ladera, desde la orilla del arroyo hasta la cima. Cada 5 metros y siguiendo una dirección perpendicular a las curvas de nivel se realizó un inventario sobre un cuadrado de 0,25 m², con un total de 20 en toda la ladera. Fig. 1.

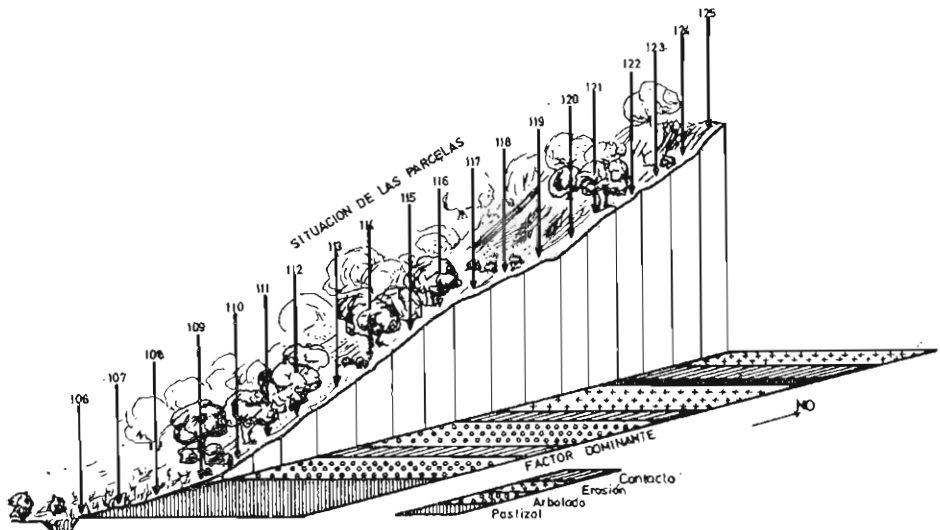


Fig. 1 - Corte esquemático de la ladera estudiada.
Situación de las parcelas y clasificación en relación con su tendencia dominante.

En este caso solamente se han considerado datos discretos de cobertura por especies, que se ha valorado según el siguiente código:

0. Especie no presente en la ladera. Cobertura nula.
1. Especie de muy poca cobertura. Menos del 5 %.

TABLA I. MATRIZ ORIGINAL DE DATOS PARA EL ANALISIS CON COBERTURAS

Clave	ESPECIES	PARCELAS	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
A01	<i>Poa bulbosa</i> L.		.	.	.	4	.	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	.	.	.	1
A02	<i>Festuca rubra</i> L.		2	.	1	1	2	.	2	.	1	3	3	3	1	.	.	3	3	4	.	.
A03	<i>Dactylis glomerata</i> L.		3	2	1	2	.	1	2	.	1	3	3	.	.	.	.	1	2	1	.	.
A04	<i>Agrostis castellana</i> B. et R.		.	3	3	3	3	3	.	2	1	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.
A05	<i>Trifolium glomeratum</i> L.		3	2	.	1	.	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
A06	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.		.	2	3	3	1	.	.	2	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
A07	<i>Aira multiculmis</i> (Dum.) Dur.		.	.	1	2	.	.	.	2	.	1	1	2	2	1	.	.	.	.	.	.
A08	<i>Bellis perennis</i> L.		.	.	.	.	1	.	1	1	1	1	1	2	.	.	1	1	.	.	.	.
A09	<i>Gentaurea ornata</i> Willd.		.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.
A10	<i>Thymus zygis</i> L.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	1	3	1	1
A11	<i>Daucus carota</i> L.		1	1	.	1	.	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A12	<i>Trifolium repens</i> L.		.	2	2	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
A13	<i>Carlina corymbosa</i> L.		1	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	.
A14	<i>Plantago lanceolata</i> L.		1	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	.	.
A15	<i>Bulpia bromoides</i> (L.) S. F. Gray.		.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	1	.	.	.	.	.
A16	<i>Plantago gr. carinata</i>		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	1
A17	<i>Dianthus</i> sp.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	1	1	.	.
A18	<i>Galium verum</i> L.		.	1	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
A19	<i>Trifolium striatum</i> L.		.	3	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.
A20	<i>Helianthum ledifolium</i> (L.) Mill.		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.
A21	<i>Erygium campestre</i> L.		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	1
A22	<i>Cynosurus echinatus</i> L.		.	.	.	.	.	.	2	.	2	2	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.
A23	<i>Phleum nodosum</i> L.		.	.	.	.	.	.	2	.	2	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.
A24	<i>Helianthemum apenninum</i> Boiss.		.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1
A25	<i>Ranunculus gr. paludosus</i>		.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.
A26	<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauw.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	.	.	1	.	1

TABLA I (continuación)

Clave	ESPECIES	PARCELAS	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	
C02	<i>Campanula rapunculus</i> L.		.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C03	<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
C04	<i>Crucianella angustifolia</i> L.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
C05	<i>Sedum caespitosum</i> DC.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.
C06	<i>Vulpia ciliata</i> Link.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
C07	<i>Aphanes cornucopioides</i> Lag.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
C08	<i>Velezia rigida</i> L.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
C09	<i>Vrepis taraxicifolia</i> Thuill.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
C10	<i>Helianthemus aegyptiacum</i> (L.) Mill.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
C11	<i>Chondrilla juncea</i> L.		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C12	<i>Cirsium arvense</i> Scop.		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C13	<i>Torilis nodosa</i> Gaertn.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C14	<i>Echium plantagineum</i> L.		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C15	<i>Brassica barrelieri</i> (L.) Janka		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C16	<i>Verbascum pulverulentum</i> Vill.		5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C17	<i>Vulpia myuros</i> Gmol.		2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C18	<i>Microlophus salmanticus</i> DG.		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C19	<i>Trifolium subterraneum</i> L.		2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C20	<i>Lolium rigidum</i> Gaud.		.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C21	<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) P. B.		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C22	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C23	<i>Bromus aquarrosus</i> L.		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C24	<i>Podospermum laciniatum</i> (L.) DC.		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C25	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C26	<i>Bromus maximus</i> Desf.		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D01	<i>Hypochoeris radicata</i> L.		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D02	<i>Phleum pratense</i> L.		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

2. Especie de poca cobertura. 5-10 %.
3. Especie de cobertura media. 10-25 %.
4. Especie de bastante cobertura. 25-50 %.
5. Especie de mucha cobertura. Mayor del 50 %.

La matriz de datos (Tabla I) consta de 20 columnas (parcelas) y 101 filas (especies). Las parcelas están numeradas correlativamente desde el número 106 al 125 y las especies forman cuatro series alfanuméricas según el siguiente orden: A01, A02, ..., A26, B01, B02, ..., B26, C01, C02, ..., C26, D01, D02, ..., D23, D24.

Los datos así obtenidos se sometieron a un análisis factorial de correspondencias, análisis que en esencia consiste en obtener un espacio multidimensional donde se representan conjuntamente parcelas y especies, de tal forma que las parcelas se sitúan en el centro de gravedad de los valores de cobertura de las especies presentes en cada una de ellas. Ese sistema gravitatorio está basado en relaciones de tipo probabilístico. Puede encontrarse con detalle la metodología de este análisis en los trabajos de BRUNERYE y col. (1969), LACOSTE y col. (1971 y 1972), ROMANE (1972), GUINOCHE (1973), GIL CRIADO y col. (1976).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la matriz de correspondencia los valores más elevados corresponden generalmente a los elementos situados en la diagonal principal, aunque también aparecen elementos diferentes de fuerte correspondencia entre sí.

Los que superan el valor $1,10^{-1}$ son:

A01	0,132	Poa bulbosa
A02	0,132	Festuca rubra
A04	0,114	Agrostis castellana
B14	0,160	Periballia involucreta
B22	0,132	Poa trivialis
B25	0,175	Trisetum flavescens
C10	0,118	Helianthemum aegyptiacum
C16	0,131	Verbascum pulverulentum
D22	0,125	Medicago minima
D23	0,125	Nardurus maritimus

que pertenecen a la diagonal principal y se distinguen fácilmente del resto de las especies por sus elevados valores de grado de cobertura, an una

o varias parcelas, o bien, por tener entre ellas una fuerte correspondencia, como ocurre entre

B14 y C10	Periballia involucrata	0,112
	Helianthemum aegyptiacum	
D22 y D23	Medicago minima	0,125
	Nardurus maritimus	

El primer par es común para las parcelas 124 y 125, con coberturas de 1-2 y 1-1, sobre un total de 8 y 9 especies por parcela respectivamente. El segundo par está representado en la parcela 125 con el mínimo valor de cobertura, pero solamente se encuentran en esa parcela, como especies diferenciales.

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

I 0,67578 III 0,55223 III 0,46002

cuyos porcentajes de la varianza correspondientes son:

I 13,37 % II 10,93 % III 9,10 %

que representan en total un 33,41 %.

A continuación figuran las parcelas cuyo valor de contribución relativa, para alguno de los tres primeros ejes, es mayor o igual a $1,10^{-1}$, subrayando aquellos que superan el valor $2,10^{-1}$ como más importantes a la hora de interpretar grupos o trayectorias. Asimismo anotamos sus correspondientes indicadores de correspondencia que, junto con la contribución, constatan los sentidos de dispersión más relevantes.

TABLA II
CONTRIBUCIONES RELATIVAS DE PARCELAS

PARCELA	CONTRIBUCIONES			INDICADOR DE DEPENDENCIA
	EJE I	EJE II	EJE III	
106	0,567	0,344		231,692
107	0,159			110,953
111		0,116		99,383
115		0,125		42,388
118	0,209		0,363	104,083
119	0,224		0,353	128,217
120	0,251			81,999
124	0,180	0,320	0,344	185,386
125	0,161	0,188		129,399

Excepto para la 115, los indicadores de dependencia de las demás parcelas presentes en la tabla son bastante elevados, lo que permite una mejor interpretación de relaciones parcela-especie.

Coinciden en la tabla aquellas parcelas que teniendo las máximas aportaciones de contribución, por lo menos para dos de los ejes, sus indicadores de dependencia son también los más elevados del conjunto. En este caso están 106, 124, 119 y 118, por orden decreciente de sus indicadores de dependencia.

Paralelamente y siguiendo el mismo criterio de selección se resumen en la tabla III aquellas especies cuyos valores de contribución relativa son superiores a $1,10^{-1}$ para alguno de los tres primeros ejes extraídos, subrayando asimismo las más importantes, y complementando estos valores con sus correspondientes indicadores de dependencia.

En la tabla se encuentran representadas la mayoría de las especies con valores de indicador de dependencia elevados, quedando como excepción solamente dos que tienen su correspondiente indicador superior a 40, pero de contribuciones muy bajas respecto a los primeros ejes extraídos.

TABLA III
CONTRIBUCIONES RELATIVAS DE LAS ESPECIES

ESPECIES	CONTRIBUCIONES			INDICADOR DE DEPENDENCIA
	EJE I	EJE II	EJE III	
A01	0,127	0,116		25,030
A03	0,264			18,464
A04		0,326		23,576
A05	0,444			13,396
A06		0,106		19,233
A07	0,137		0,298	14,166
A08		0,117		18,214
A09		0,146		12,055
A10	0,334	0,198		25,737
A11	0,163			11,630
A12		0,156		18,786
A13	0,102			15,929
A15	0,236		0,405	16,590
A16	0,235			18,086
A17	0,185		0,106	15,073
A18		0,139	0,105	14,727

Tabla III (continuación)

ESPECIES	CONTRIBUCIONES			INDICADOR DE DEPENDENCIA
	EJE I	EJE II	EJE III	
A20			0,176	12,818
A22		0,151		33,570
A24	0,328	0,221		21,571
A25	0,241		0,189	14,998
A26	0,368	0,126	0,125	22,657
B01	0,154			10,074
B03		0,113		16,773
B04	0,184		0,348	15,986
B05	0,139			24,453
B06	0,431			16,743
B10	0,133			27,272
B11	0,206		0,448	19,272
B12	0,271		0,276	16,982
B13	0,271		0,276	16,982
B14	0,224	0,313	0,165	65,214
B15	0,587	0,287		16,957
B16	0,594	0,332		25,178
B17	0,313			11,398
B18	0,587	0,287		16,957
C01			0,167	12,545
C04			0,127	14,831
C05	0,179		0,428	22,696
C06	0,200		0,485	12,545
C07	0,151			19,974
C08	0,193	0,266	0,187	40,428
C10	0,191	0,350	0,308	48,999
C11	0,495	0,369		10,386
C12	0,495	0,369		10,368
C13	0,495	0,369		10,368
C14	0,495	0,369		10,368
C15	0,495	0,369		10,368
C16	0,495	0,369		51,842
C17	0,495	0,369		20,736
C18	0,495	0,369		10,268
C19	0,493	0,369		20,736
D08			0,205	12,090
D09			0,205	12,090
D10			0,205	12,090
D11	0,104		0,243	14,999
D12	0,104		0,243	14,999
D13	0,104		0,243	14,999
D22	0,116	0,251	0,326	52,999
D23	0,116	0,251	0,326	52,999

Correspondencia respecto a los ejes I y II

Los valores extremos son $-2,48$ y $2,26$ para el eje I, y $-1,14$ y $3,65$ para el eje II. Con respecto al primer eje la dispersión es bastante homogénea; para el segundo hay una clara tendencia hacia los valores positivos.

Para el eje I el valor positivo más elevado corresponde a la 106, estando considerablemente alejada de la siguiente parcela de valor positivo. En el otro extremo se encuentra la 124, precedida de las parcelas 125, 120, 119 y 118, cuyas diferencias van disminuyendo paulatinamente, pero sin la brusquedad que caracteriza al extremo positivo. En la zona central aparece el resto de las parcelas ocupando lugares muy próximos entre sí.

Este eje ordena las parcelas con relación a la densidad total de plantas que en ellas aparecen, ocupando las parcelas de densidad mayor los lugares positivos, y las de densidad menor los lugares negativos. Las parcelas citadas son las mismas que aparecen en la tabla de contribuciones con los valores más altos respecto a este primer eje.

Para el eje II los valores positivos altos corresponden a las parcelas 124, 125 y 106. En el extremo opuesto aparece un grupo de parcelas de posiciones muy próximas, entre las que sobresale la 111 por su alejamiento en el tramo negativo. Este eje ordena las parcelas en función de la influencia del arbolado, principalmente por la característica de posición con respecto al mismo.

Las aportaciones de la contribución de parcelas sobre este eje se encuentran también entre las más elevadas (Véase tabla II).

Teniendo en cuenta las variables explicadas por los ejes I y II pueden definirse, una vez proyectadas las parcelas y especies sobre el plano, varias trayectorias de dispersión que se caracterizan por la correspondencia estadística entre las parcelas formadoras de cada grupo y las especies más próximas a ellas.

En el primer cuadrante se localiza la trayectoria «influencia del pastizal», en el segundo «influencia de la erosión», en el cuarto «influencia del arbolado» y en el tercero, próxima al origen de coordenadas y aproximadamente equidistante de las influencias anteriores se localiza la «zona de contacto».

En la gráfica (fig. 2) se enmarcan los grupos de cada una de las tendencias de dispersión, utilizando símbolos diferentes para identificar las especies formadoras de cada influencia, que se conservarán en posteriores representaciones.

La tendencia «influencia del pastizal» ocupa principalmente el primer

cuadrante, encontrándose en la parte más alejada del origen la parcela 106, caracterizada por su alto grado de ruderalización. Las especies que presentan mayor correspondencia con esta parcela de alteración son: *Bromus mollis*, *Medicago polymorpha*, junto con *Chondrilla juncea*, *Cirsium arvense*, *Torilis nodosa*, *Echium plantagineum*, *Brassica barrelieri*, *Verbascum pulverulentum*, *Vulpia myuros*, *Microlophus salmanticus* y *Trifolium subterraneum*, típicas de zonas ruderalizadas por pastoreo intensivo.

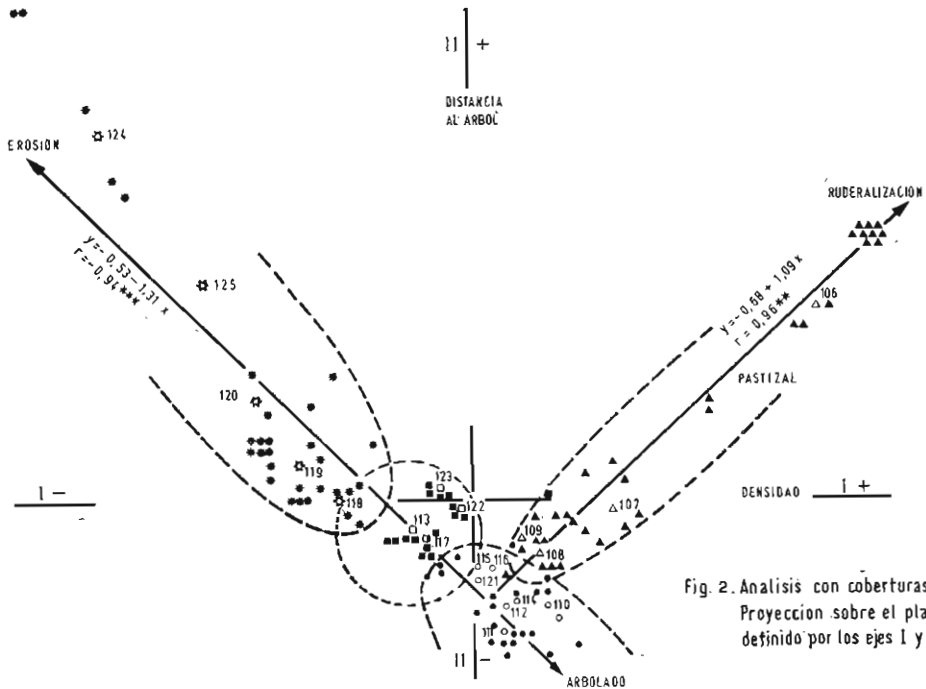


Fig. 2. Analisis con coberturas. Proyección sobre el plano definido por los ejes I y II.

En este caso las contribuciones de todas esas especies son muy altas con relación al primer eje y altas con relación al segundo.

El otro grupo de parcelas, clasificadas también dentro de la zona de dominio del pastizal, se encuentran muy distanciadas de la anterior. Las especies que más las caracterizan por su mutua dependencia son *Agrostis castellana*, *Trifolium campestre*, *Trifolium striatum*, *Carex chaetophylla* y *Medicago sativa*.

En el segundo cuadrante, ocupando una zona de dispersión más extensa, se encuentra la zona marcada por su «grado de erosión», más intenso cuanto más lejos del origen de coordenadas. Esta trayectoria está definida por las parcelas 118, 119, 120, 125 y 124.

Las especies acompañantes que mejor definen esta tendencia por su mayor relación con las zonas más erosionadas de la ladera son *Periballia involucrata*, *Velezia rigida*, *Helianthemum aegyptiacum*, *Medicago minima* y *Nardurus maritimus*.

Ambas (parcelas y especies) tienen contribuciones elevadas con respecto a alguno de los ejes, o incluso para los dos.

Hay que destacar también que a este grupo pertenecen los dos pares de especies que en la matriz de correspondencias aparecían con índices elevados.

En el cuarto cuadrante, donde se complementan las variables «densidad de la hierba» y «distancia del árbol» que determinan los ejes I y II, se proyectan las parcelas que están más influenciadas por la presencia del árbol. Se forma un grupo compacto de siete, cuyo denominador común es la proximidad al árbol. Muy cerca de este grupo se encuentran las 108 y 109, clasificadas como de dominio del pastizal, pero que por su posición apuntan cierta influencia del arbolado sobre ellas.

Las especies acompañantes, en su mayoría muy típicas en estos enclaves con arbolado de encina; *Cynosurus echinatus*, *Trisetum flavescens*, *Campanula rapunculus*, *Lathyrus angulatus*, etc., definen perfectamente este grupo clasificado como «zona de influencia del árbol».

Entre este grupo definido por los efectos del arbolado y la trayectoria señalada por las parcelas afectadas por la acción de diversos agentes de erosión, se encuentra el pequeño grupo cuyas características no son claramente definibles. Están situadas en la proximidad del origen de coordenadas, ocupando principalmente el tercer cuadrante. Las especies que forman parte de este grupo son, en la mayoría de los casos, las características de algunas de las parcelas, es decir, aquellas que solamente están presentes en una determinada parcela perteneciente al grupo. A esta zona, donde las influencias anteriormente señaladas actúan con efectos casi equivalentes, la definimos como zona de contacto.

En conjunto, parcelas y especies marcan en el plano definido por los ejes I y II, tres trayectorias que siguen diferentes sentidos. Por una parte, y con sentidos de dispersión opuestos, se encuentran las parcelas que marcan las tendencias de erosión e influencia del arbolado, permaneciendo entre ambas las clasificadas como pertenecientes a una zona de contacto.

Considerando que estos tres grupos se encuentran en una misma dirección, se ha calculado la recta de regresión para los pares de puntos definidos por las coordenadas de estas 16 parcelas, resultando ser:

$$y = -1,31x - 0,53$$

cuyo coeficiente de correlación es igual a $-0,94^{***}$, valor muy significativo. Por lo tanto se pueden referir estos grupos a una línea cuyos extremos marcarían las tendencias opuestas de erosión e influencia del arbolado. De la parte inicial de esta última zona arranca perpendicularmente la trayectoria marcada por la influencia del pastizal, cuyas parcelas, consideradas en los valores de sus coordenadas, se ajustan a la recta:

$$y = 1,09x - 0,68$$

con un coeficiente de correlación igual a $0,96^{**}$, valor significativamente distinto de cero. Esta recta es casi perpendicular a la anterior ya que las pendientes de ambas ($-1,31$ y $1,09$) corresponden a ángulos de 127 y 47° respectivamente (formando entre sí casi un ángulo recto). Esta prueba trigonométrica lleva consigo la independencia estadística, por lo tanto, queda claro que debido a la interacción de los factores expresados en los ejes I y II, las tendencias «erosión» y «arbolado» se encuentran opuestas entre sí, y la zona de «pastizal» mantiene el carácter de perpendicularidad frente a los otros dos.

Los resultados obtenidos en este análisis de la vegetación a lo largo de la transección en una ladera, utilizando datos discretos de cobertura por especies, es muy similar a la que se obtuvo con datos de abundancia (GIL CRIADO y col. 1976). Las especies que definen las tendencias son las mismas. Varían ligeramente las posiciones de algunas de las parcelas en el plano.

Correspondencia respecto a los ejes I y III

La variable que contribuye en mayor grado a la dispersión de las parcelas sobre el eje I, es el grado de densidad de especies, cuya ordenación a lo largo del mismo ya se explicó en el apartado anterior. Por lo tanto solamente nos queda describir individualmente el eje III para su posterior estudio, en relación con los demás ejes considerados.

La dispersión de las parcelas y especies respecto a este eje oscila entre valores $-4,15$ y $1,91$, ocupando los lugares extremos 118, 119 en el lado positivo, y 124, 125 en el negativo. Las primeras tienen para los ejes I y III contribuciones muy elevadas y sus indicadores de dependencia son igualmente altos. En el otro extremo, 124 es la que más contribuye a la dispersión sobre este tercer eje, con valores que superan a $0,3$ y con indicadores de dependencia también elevados.

La característica más sobresaliente para distinguir a las parcelas de los extremos distales, positivo y negativo, de este eje, es el número de

especies presentes en ellas, ya que 118 y 119 tienen un número de especies aproximadamente tres veces mayor que la parcela con valor negativo más alto.

También está relacionado este eje con la similitud entre parcelas, según el número de especies presentes, lo que viene a completar la característica anterior.

Las parcelas 118 y 119 tienen entre ellas mayor coeficiente de similitud que con cualquiera otra, llegando a ser de 44,1 el porcentaje de especies comunes entre ambas, sobre el número total de especies presentes en las dos. Por el contrario, 124, de características contrarias según su posición, presenta su mayor similitud con 125, pero solamente con un 23 % de especies comunes sobre el total.

En la proyección sobre el plano definido por los ejes I y III las especies *Sedum caespitosum*, *Vulpia ciliata*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Filago minima*, *Evax carpetana* y *Thrinacia hirta*, se encuentran próximas a las parcelas 118 y 119, teniendo en común altos valores de contribución para ambos ejes, sobre todo muy elevados para el tercero. Estas especies son siempre comunes en estas parcelas, estando muy relacionadas entre sí por sus valores de cobertura. Son precisamente ellas las que mejor definen la similitud entre estas dos parcelas, a la vez que las diferencian de las demás. Junto a 124 aparecen las especies C10, D22 y D23, con valores de contribución igualmente elevados y caracterizadas por ser las que mejor definen la disimilitud de ésta con las demás parcelas. Fig. 3.

Con relación a este tercer eje el resto de las parcelas y especies se encuentran localizadas en la parte central, formando un grupo cuyas características de similitud no pueden definirse claramente por la multiplicidad de relaciones posibles, al considerar grados de cobertura de especies.

Los grupos de parcelas formados al complementar las variables que definen estos ejes, son muy similares a los obtenidos con los primeros ejes. Sin embargo, se definen algo las tendencias de algunas de las parcelas centrales.

Más desplazadas hacia la zona de erosión están 113 y 117, que pueden clasificarse como parcelas de posible erosión. Estas, junto con 118 y 119 (en la gráfica unidas con líneas de puntos), pueden considerarse como un subgrupo caracterizado por su grado no muy alto de erosión y erosión incipiente. La zona de contacto se sitúa casi en el origen de coordenadas y pueden agruparse con ella algunas de las parcelas con influencia del árbol (115, 116 y 121), para formar un nuevo subgrupo que se caracteriza por la presencia del matorral. 108 y 109 se localizan en una zona más próxima

a la de influencia de la encina, pero su tendencia sigue claramente la trayectoria del pastizal.

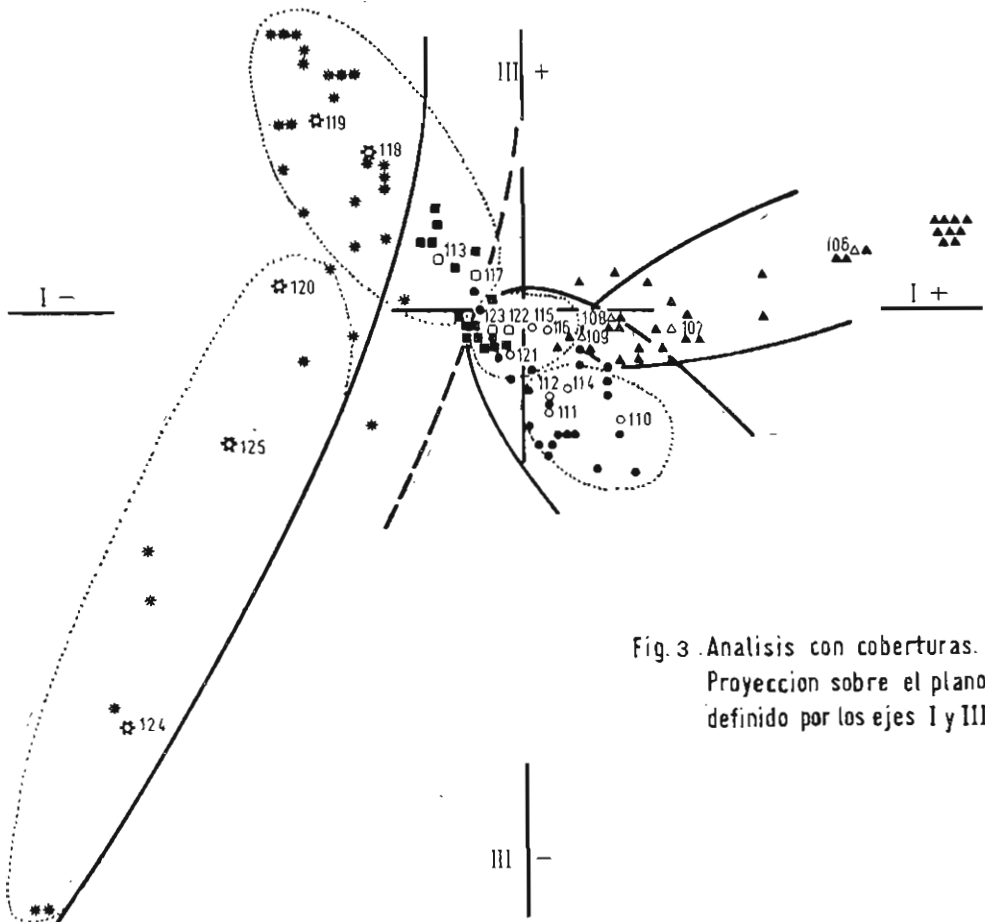


Fig. 3. Analisis con coberturas.
Proyeccion sobre el plano
definido por los ejes I y III.

Correspondencia respecto a los ejes II y III

Como las variables que definen estos ejes, así como los valores de contribución e indicadores de dependencia, ya se han comentado ampliamente en los apartados anteriores, pasamos directamente a detallar la ordenación de las parcelas en el plano definido por estos ejes y a su explicación.

En el tercer cuadrante y en el extremo más alejado del origen de coordenadas, se encuentra un grupo de parcelas ordenadas en torno a una

recta paralela a la bisectriz. Tanto estas parcelas como sus especies acompañantes se separan muy poco de esta línea imaginaria. Las parcelas que integran este grupo son 110, 111, 112, 114 y 121, todas ellas con fuerte influencia de los árboles próximos. Fig. 4.

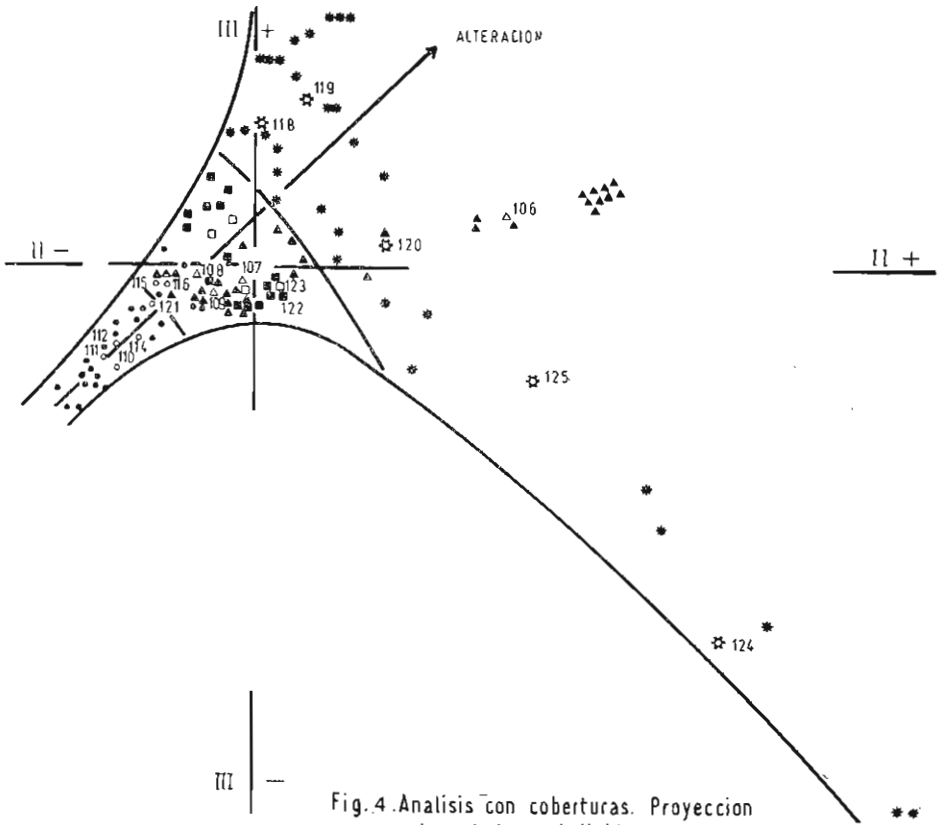


Fig. 4. Analisis con coberturas. Proyeccion sobre el plano definido por los ejes II y III.

En torno al origen de coordenadas, y en los cuadrantes segundo, tercero y cuarto, se encuentra otro grupo que tiene una mayor amplitud de dispersión con relación a aquella línea imaginaria. En este grupo se encuentran las clasificadas anteriormente dentro de la zona de contacto y las de pastizal menos ruderalizado.

Siguiendo este mismo sentido aparecen las restantes parcelas con una gran dispersión en torno a la parcela de la bisectriz del primer y tercer cuadrante. A este grupo pertenecen las de erosión y las clasificadas como de pastizal influenciado por ruderalización.

La dispersión en torno a esa línea, que se puede considerar como eje de la trayectoria, va aumentando a medida que aumenta la distancia al grupo bajo influencia del árbol. La amplitud de esta dispersión transversal determina la variabilidad de las parcelas según el número de especies componentes de cada grupo. Teniendo en cuenta estas características, el eje señala la trayectoria del grado de alteración.

El primer grupo determinado por la fuerte influencia del arbolado es el menos alterado y está caracterizado por poseer unas especies (las que se encuentran próximas a ellas), que lo definen perfectamente. En la zona central están las parcelas cuyo grado de alteración puede ya determinarse, aunque no sea muy fuerte. La diversidad es mayor, porque las especies que forman parte de este grupo pertenecen a varias tendencias. Lo forman principalmente las clasificadas en la zona de contacto, con especies adaptadas a zonas de erosión, de arbolado o de pastizal, por lo que su variedad es lógica. El tercer grupo está formado por las más alteradas y sus especies más características.

La alteración es debida a la erosión en sus diversas facetas y a la acción antropozógena. La diversidad de especies en este grupo es mayor, porque caracterizan parcelas muy diferentes entre sí. La erosión es debida al viento y la lluvia (parcelas situadas en la cima de la ladera), o a la escorrentía superficial del agua de lluvia, en las zonas despobladas de la ladera. Esto hace que las especies en uno y otro subgrupo sean diferentes, aunque marquen un mismo sentido de alteración. Por otra parte la zona de ruderalización caracteriza a una parcela con gran número de especies diferentes, distintas a su vez, del otro tipo de alteración.

Podemos traducir esta evolución hacia la alteración como una trayectoria marcada por la influencia del hombre. El grupo inicial se mantiene en su aspecto más natural, pero a medida que las parcelas se alejan de él, es decir, que los árboles son menos frecuentes por haber sido eliminados, se llega al grupo de parcelas con mayor índice de influencia antrópica, en unos casos por despoblar la ladera y en otros por forzar el pastizal hasta la ruderalización, favoreciendo el pastoreo con animales.

Correspondencia respecto a los ejes I, II y III

En representación tridimensional (fig. 5), para el espacio definido por los tres primeros ejes, se ponen de manifiesto las tres trayectorias dominantes y la zona de contacto, la cual en una mayor aproximación podría considerarse como perteneciente a la banda de dispersión de la «influencia del arbolado».

De la zona de «influencia del arbolado» y próxima a la de «contacto» parte la trayectoria «influencia del pastizal», perpendicularmente a las demás zonas de influencia.

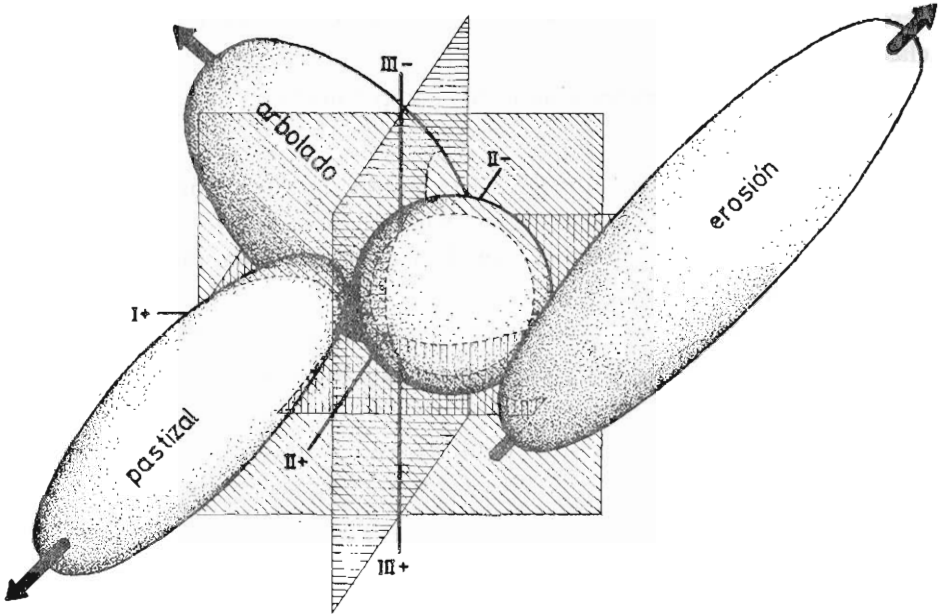


Fig. 5 Perspectiva espacial de las zonas de dispersión. Análisis con coberturas.

La banda de dispersión definida por la «influencia de la erosión», al considerar el espacio de los tres primeros ejes, toma un sentido perpendicular a la línea de dirección del arbolado, de la que formaba parte en el plano de los ejes I y II.

Por lo tanto, las tres trayectorias toman en este espacio tridimensional direcciones perpendiculares, con el sentido de aumento de la influencia proporcional a la distancia, respecto al origen de coordenadas. Es decir, las tres tendencias dominantes se muestran independientes y divergentes.

CONCLUSIONES

1. 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

tendencias dominantes de dispersión de la vegetación en relación con los factores actuantes.

2. 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 y diversidad entre parcelas.

3. 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, definida en el análisis por las especies *Cynosurus achinatus*, *Trisetum flavescens*, *Campanula rapunculus*, *Lathyrus angulatus*.
- iv. Zona de contacto, donde confluyen los efectos complementarios de los tres tipos de influencia anteriores.

4. Para el plano definido por 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».

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

6. Los subgrupos «erosión incipiente» e «influencia de matorral» formados a partir de la proyección en el plano definido por los ejes I y III, complementan la información obtenida en el plano de los primeros ejes.

7. 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.

8. 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 actuantes.

BIBLIOGRAFIA

- BRUNERYE, L., GOREN FLOT, R. et ROUX, M. (1969): *Application de l'analyse des populations de Senecio helenitis L.* Cuf. Rev. gén. Bot., 76: 217-256.
- GIL CRIADO, A., LUIS CALABUIG, E. y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M. (1976): *Correspondencia entre diversos factores y la distribución de la vegetación en una ladera erosionada.* An. Edafol. y Agrobiol. (en prensa).
- GUINOCHE, M. (193): *La Phytosociologie.* Masson et cie. Paris.
- LACOSTE, A. et ROUX, M. (1971): *L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à données de l'étage subalpine des Alpes maritimes. I. L'analyse des données floristiques.* Oecol. Plant., 64 (4): 353-371.
- ROMANE, F. (1972): *Utilisation de l'analyse multivariante en phytoécologie.* Inv. Pesq., 36 (1): 131-139.