

EFFECTOS RESTRICTIVOS DE LA FERTILIDAD DEL SUELO SOBRE LA DISTRIBUCION DE *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweer.

J. M. Gómez, P. Galindo, V. Martínez, y M. A. Pérez

*Departamento de Ecología. Facultad de Biología
Plaza de la Merced s/n, 37008 Salamanca.*

RESUMEN

Se estudia la relación del pH, materia Orgánica (M. O.), N, P, K, Ca, arena gruesa, arena fina, limo y arcilla del suelo, con la distribución de *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet en su área climática en España.

Mediante una técnica de representación simultánea HJ-BIPLLOT, se acotan los valores de las variables estudiadas, entre los que la planta se desarrolla en diversos grados de cobertura y aquellos en los que no está presente. La especie está ausente en suelos para un pH superior a 6.0, Ca menos de 0.40 mmol Kg⁻¹ y más de 26.80 mmol Kg⁻¹; M. O. menos de 10 g Kg⁻¹, P más de 0.30 mmol Kg⁻¹, K más de 3.83 mmol Kg⁻¹, arena gruesa más de 550 g Kg⁻¹, arena fina menos de 200 g Kg⁻¹, limo poco definido, arcilla más de 200 g Kg⁻¹.

Palabras clave: Fertilidad de suelos. *Cytisus multiflorus*. Distribución.

SUMMARY

RESTRICTIVE EFFECTS OF SOIL FERTILITY UPON THE DISTRIBUTION OF *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet

Relationships between the pH, organic matter (M. O.), N, P, K, Ca, coarse sand, fine sand, silt, and clay of soil and the distribution of *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet in its climatic area in Spain are studied.

The values of the studied variables within which the plant canopy develops to vary in degrees and those for which it is not present are fixed by means of a technique of simultaneous representation HJ-BIPLLOT. The species is absent from soils with a pH over 6.0, less than 0.40 mmol Kg⁻¹ and more than 26.80 g Kg⁻¹ of Ca, less than 10 g Kg⁻¹ of organic matter, more than 0.30 mmol Kg⁻¹ of P, more than 3.83 mmol Kg⁻¹ of K, more than 550 g Kg⁻¹ of coarse sand, less than 200 g Kg⁻¹ of fine sand, poorly defined silt, more than 200 g Kg⁻¹ of clay.

Key words: Soil fertility, *Cytisus multiflorus*. Distribution.

INTRODUCCION

Con anterioridad, se ha realizado un estudio de los caracteres topográficos, litológicos, edáficos, y climáticos, definitorios del área de distri-

bución de *Cytisus multiflorus* (L'her) Sweet en España (Martínez Ropero y Gómez Gutiérrez, 1980).

Ahora, en un intento de mayor aproximación, estudiamos la relación entre algunos caracteres químicos y texturales del suelo (pH, Ca, P, K, M.O., arena gruesa, arena fina, limo y arcilla), y el establecimiento y densidad de esta especie dentro de su área climática. Se hizo el análisis de dichos caracteres, se sintetizaron todos los datos, y mediante la verificación de las hipótesis planteadas (la existencia de las relaciones indicadas), por los correspondientes tratamientos estadísticos, se ha pretendido conocer cual o cuales son los principales factores que afectan a su presencia en el área relativamente limitada en la que se encuentra.

Cytisus multiflorus es una especie arbustiva, relegada al cuadrante N.W. de la Península Ibérica. En España se encuentra en las cuatro provincias gallegas al sur del río Tambre, zonas silíceas de León, Zamora, Salamanca, Avila, Toledo, Cáceres y extremo norte de Badajoz. Su límite sur podría establecerse según la trayectoria de los paralelos, entre Alburquer-

que y Ciudad Real. Está citado en Asturias, pero este territorio no ha sido muestreado para la realización de este estudio.

Para más detalles taxonómicos, fitosociológicos, fitoclimáticos, etc. remitimos al lector al trabajo de Martínez Ropero (1988) que hizo una recopilación exhaustiva.

Pese a la baja sensibilidad de que adolecen los datos del análisis químico rutinario de los suelos, son útiles, pues son reproducibles con las técnicas utilizadas, por tanto, fiables y extrapolables, siempre que se utilicen dentro de un aceptable grado de precisión, así no se resta interés ni capacidad de predicción si las técnicas están bien utilizadas y los resultados correctamente interpretados.

La documentación bibliográfica sobre las relaciones suelo-planta, es extensísima y ha permitido acotar límites de tolerancia para gran cantidad de especies vegetales. Sin embargo, sobre la aquí estudiada y con el método estadístico utilizado, no existe más bibliografía, referida a este aspecto, que la citada en este trabajo más adelante, cuando se precisa la referencia concreta.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 76 muestras de los 30 cm superiores de suelos, tomadas en las provincias de Lugo, Orense, Pontevedra, León, Zamora, Salamanca, Avila, Cáceres, Badajoz y Toledo (Fig. 1), en las que se realizaron las siguientes determinaciones (Duque Macías, 1970):

Análisis granulométrico (porcentaje de arena gruesa, arena fina, limo y arcilla): el análisis de la composi-

ción textural se llevó a cabo por el método internacional de la pipeta, utilizando como dispersante una mezcla de poli-meta-fosfato sódico y carbonato sódico, extrayéndose las fracciones finas con una pipeta Robinson montada sobre eje milimetrado.

pH: se hace una pasta saturada del suelo con agua y en ella se efectúan

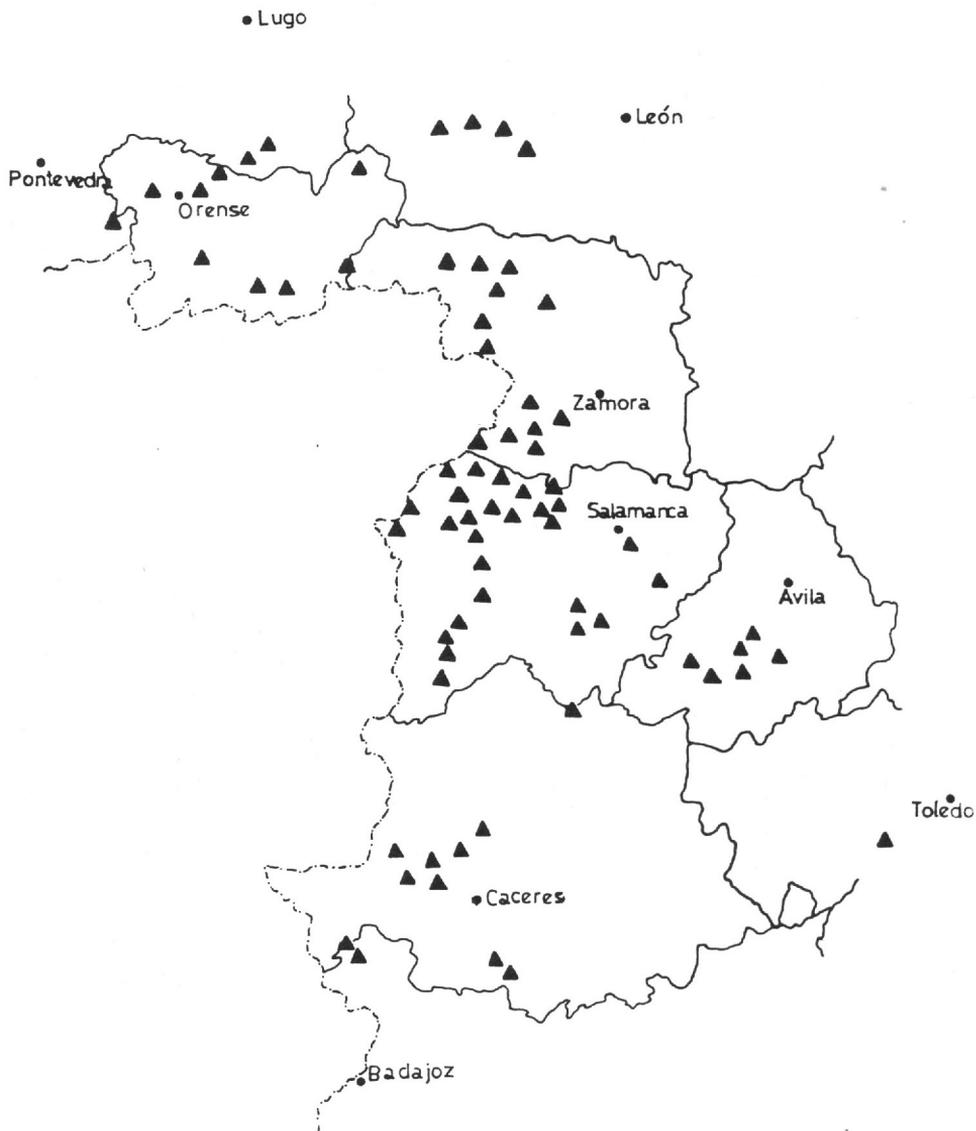


FIG. 1.—*Situación de las muestras.*

las medidas con pH-metro Beckman H-2 con electrodos de vidrio.

Materia orgánica: se toman de 0.5 a 2 g de muestra pulverizada del suelo; dependiendo de la mayor o menor cantidad de materia orgánica

que contenga el mismo, se oxida con exceso de dicromato. Se efectúa la valoración con exceso de sulfato ferroso, utilizando difenilaminas como indicador.

Nitrógeno total: método Kjendahl

empleando como mezcla catalizadora sulfato de cobre y selenio, y como indicador una mezcla de rojo de metilo y verde bromocresol.

Fósforo asimilable: método Burriel-Hernando. Para la determinación colorimétrica se utilizó el método de Lucena-Prat, empleando un colorímetro Speker-Hilger.

Potasio asimilable: extracción con acetato amónico normal pH 7, tomando 5 g de suelo y 10 ml de solución extractora. Se agita durante 30 minutos. Las medidas se llevaron a cabo en un espectrofotómetro de llama Kipp H 45-214.

Calcio asimilable: se sigue un procedimiento similar al anterior, midiéndose también en un espectrofotómetro de llama con lámpara de calcio.

Para la elaboración estadística se ordenaron los datos anotando, en las zonas muestreadas, la abundancia relativa de *Cytisus multiflorus*, con el fin de afinar lo más posible en el análisis.

Para el tratamiento estadístico, se parte de una muestra de 76 observaciones, clasificadas en 6 grupos según el grado de abundancia de la especie citada: **Grupo 1:** la especie está Ausente (AU); **grupo 2:** menos del 20% de cobertura (Poco Frecuente: PF); **grupo 3:** entre el 20 y el 40% cubierto (Frecuente: F); **grupo 4:** entre el 40 y el 60% cubierto (Muy Frecuente: MF); **grupo 5:** entre el 60 y el 80% cubierto (Abundante: A); **grupo 6:** más del 80% cubierto (Muy Abundante: MA).

La proporción de cobertura se refiere al área o "mancha" donde se toma la muestra, no a la cobertura particular de un pie de planta pro-

yectado sobre el terreno. Se estimó midiendo la superficie de la sección más ancha de cada planta (diámetro superior y su perpendicular) en un número variable de cuadrados, en función de la cobertura y nunca inferior a 4, de 4 x 4 m². No se presentaron problemas de significación, dado el amplio margen de cada grupo (20%).

Sobre dicho material se considera un total de 10 caracteres multiestado, pH, Ca (mmol kg⁻¹), materia orgánica (g kg⁻¹), N (mmol kg⁻¹), P (mmol kg. 1), K (mmol kg⁻¹): arena gruesa (g kg⁻¹), arena fina (g kg⁻¹), limo (g kg⁻¹), arcilla (g kg⁻¹), que han sido ordenados según una secuencia lógica, para la cualidad (variable) estudiada. Se han definido 52 estados (intervalos) para dichas variables (Tabla 1).

Una vez elegidas las unidades (grupos), las variables y los intervalos, se pasó a la construcción de la matriz básica de datos. Dadas las características del estudio, parecía que lo más apropiado era definir cada grupo por el número de observaciones presentes en cada uno de los intervalos considerados. La Tabla 1, recoge la matriz de datos, con variabilidades relativas (%), ya que las zonas de estudio no habían sido muestreadas con la misma intensidad.

Poblaciones (grupos) y variables son representadas como puntos en un espacio vectorial multidimensional, separados por la distancia de Mahalanobis, utilizando la técnica de representación simultánea HJ-BIPLLOT propuesta por Galindo (1986), la cual proporciona las mejores representaciones b-bariocéntricas, partiendo de la descomposición en valores singulares de la

TABLA 1

Matriz de datos (Clasificados por intervalos, y número de muestras en cada uno).

	N.º	Intervalo	Ausente	Poco frec.	Frecuente	Muy frec.	Abund.	Muy a
pH	1	< 4.4	1	2	3	3	2	—
	2	4.7-5.4	7	11	10	10	8	5
	3	5.4-6.0	5	3	1	3	4	2
	4	6.0-6.8	6	3	3	—	—	—
	5	> 6.0	4	1	1	—	—	1
Ca	6	< 0.36	9	—	1	1	2	—
	7	0.36-6.25	2	5	9	8	5	2
	8	6.25-13.40	2	6	5	4	4	3
	9	13.40-26.77	4	8	2	3	2	2
	10	> 26.77	6	1	1	—	1	1
M. O.	11	< 10.00	12	5	1	1	2	1
	12	10.0-15.0	4	2	6	3	—	—
	13	15.0-25.0	—	2	5	3	4	1
	14	25.0-40.0	1	7	—	2	3	4
	15	40.0-80.0	3	3	3	6	3	1
N.	16	> 80.0	3	1	—	1	2	1
	17	< 42.6	10	5	1	2	2	1
	18	42.6-64.3	4	4	8	3	3	—
	19	64.3-214.3	2	12	7	10	8	6
	20	> 214.3	5	—	1	1	1	1
K	21	< 0.13	3	7	7	10	6	5
	22	0.13-0.17	1	6	3	2	2	—
	23	0.17-0.21	1	1	4	2	4	2
	24	0.21-0.29	2	4	1	1	2	—
	25	> 0.29	16	2	3	1	—	1
A. gruesa	26	< 0.85	1	2	3	1	—	1
	27	0.85-1.49	2	4	6	2	4	—
	28	1.49-2.13	5	1	6	2	2	2
	29	2.13-2.98	3	5	3	7	4	2
	30	2.98-3.83	3	4	—	3	2	2
A. fina	31	> 3.83	9	4	—	1	2	1
	32	< 200	4	4	2	4	1	4
	33	200-300	3	4	1	2	4	2
	34	300-450	6	7	7	3	4	—
	35	450-550	6	4	6	6	4	1
Limo	36	> 550	4	1	2	1	1	1
	37	< 200	9	3	—	2	3	1
	38	200-250	3	3	3	1	3	2
	39	250-300	4	8	4	3	1	1
	40	300-350	1	2	4	5	1	1
Arcilla	41	350-400	3	2	4	1	3	1
	42	> 400	3	3	2	4	3	2
	43	< 75	8	1	7	4	3	—
	44	75-100	4	2	4	3	1	1
	45	100-150	6	10	4	6	7	2
Arcilla	46	150-300	3	5	3	2	1	3
	47	> 300	2	2	—	1	2	2
	48	< 100	4	3	5	7	5	1
	49	100-130	5	5	9	4	4	1
	50	130-160	3	5	2	1	3	2
Arcilla	51	160-200	3	2	—	3	1	4
	52	> 200	8	5	2	1	1	—

matriz de datos. La proyección a un subespacio de baja dimensión, en el cual son interpretables sus posiciones relativas, se hace aproximando la matriz de partida a otra de bajo rango, siguiendo a Golub y Reinch (1970). La métrica se elige de manera que el poder discriminante de las variables esté en función de su variabilidad relativa. Un punto de población próximo a un grupo de variables indica que esas variables han tomado valores preponderantes para esa población.

Para la interpretación de los ejes se han calculado cinco series de coeficientes para cada uno de los elementos puestos en correspondencia:

Contribución absoluta del elemento a la inercia explicada por un factor, CAEF, que es la parte tomada por el elemento en la varianza explicada por el factor. Con **CREF** denotamos la **contribución relativa del elemento al factor**, que expresa la proporción de varianza explicada por un factor debida a un elemento.

La contribución relativa de cada elemento a la inercia total de las nubes vendrá anotada con **CRT**.

La contribución relativa del factor a un elemento (CRFE) es la parte de la dispersión de una variable (o de una población) explicada por el factor.

Mientras que las contribuciones de los elementos a los factores permiten saber que variables son las responsables de la posición de un factor, las contribuciones relativas de los factores a los elementos muestran cuales son las características exclusivas de esos factores.

Calidad de representación (CLR). Está dada por el coseno cuadrado del ángulo entre el elemento y la proyección de éste sobre el subespacio engendrado por los primeros ejes. Una calidad de representación baja, para un elemento, indica que la posición del punto que lo representa sobre el subespacio de baja dimensión es sólo aparente y no se corresponde con la posición real en el espacio multidimensional. En general, los elementos próximos al origen quedan mal representados (Vertier y Bourouche, 1975).

Los datos han sido procesados en un Apple Macintosh con el programa RSDM (Galindo et 1986) en lenguaje UCSD Pascal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis químicos de las muestras de suelos, ordenados por clases, figuran en la Tabla i.

La proporción de materia orgánica es relativamente elevada, ya que se trata de zonas semiáridas. Aunque en algunas estaciones los suelos son pobres (10.00 - 15.00 g kg⁻¹) o muy pobres (5.00 - 10.00 g kg⁻¹), la mayoría alcanzan más de 20.00 g kg⁻¹

Se observa una gran uniformidad en los valores de pH, localizándose casi todas las muestras en suelos bastante ácidos (pH 5 - 5.5 y menor de 5), excepto las de la provincia de León, ligeramente ácidas o neutras (pH 6 -7), hecho ya encontrado por Llamas y Tascón (1983).

La proporción de nitrógeno (N) indica gran heterogeneidad, sin llegar a valores muy pobres (21.40 - 43.00

mmol kg⁻¹) o extremadamente pobres (21.40 mmol kg⁻¹).

La cantidad de fósforo (P) es muy escasa en los suelos estudiados. Son suelos muy pobres, con menos de 1.42 mmol kg⁻¹ de P, hallándose la mayoría de las estaciones en zonas con valores no detectados por la sensibilidad de la técnica y 0.29 mmol kg⁻¹.

Respecto al potasio (K) ocurre algo similar, situándose la mayoría de las muestras sobre suelos muy pobres (menos de 2.84 mmol kg⁻¹). Los porcentajes más elevados de las fracciones granulométricas, Tabla 1, corresponden a 250 y 500 g kg⁻¹ de arena gruesa y arena fina; la mayoría de muestras se concentra en valores inferiores al 250 g kg⁻¹ de limo y arcilla. Queda apuntado como pre-

misa para la presencia de *Cytisus multiflorus* que requiere suelos arenosos, bien drenados.

En la representación simultánea el primer eje principal absorbe el 44.31% de la inercia; en el plan definido por los ejes I y II, el 73.52% sobrepasándose en el espacio el 84%.

La bondad del ajuste, tanto para las poblaciones como para las variables es del 92%.

Los cuatro primeros valores propios valen respectivamente: 46.47, 30.65, 11.81 y 9.35. Los tres primeros ejes son, por tanto, interpretables.

La figura 2 recoge la representación BIPLLOT en el plano de máxima inercia, en el cual se aprecia que el primer eje principal queda claramente discriminada la población A1 de todas las demás; fundamenta-

TABLA 2

Variables suelo.

EJE 1

VAR.	CREF	VAR.	CREF	VAR.	CRFE	VAR.	CRT	VAR.	CLR
25:	7.676	25:	165	2:	985	25:	84	2:	985
19:	6.839	19:	147	19:	925	19:	70	19:	925
21:	4.043	21:	87	25:	868	21:	45	25:	868
11:	3.426	11:	74	21:	863	11:	40	21:	863
6:	2.440	6:	53	8:	843	51:	40	8:	843
52:	1.905	52:	41	6:	809	14:	35	6:	809
2:	1.869	2:	40	52:	809	7:	34	52:	809
17:	1.866	17:	40	11:	807	43:	32	11:	807
31:	1.614	31:	35	4:	773	32:	30	4:	773
14:	1.538	14:	33	17:	737	6:	29	17:	737
7:	1.381	7:	30	31:	642	18:	27	31:	642
4:	1.330	4:	29	10:	640	34:	25	10:	640
37:	1.280	37:	28	37:	551	17:	24	37:	551
43:	1.059	43:	23	42:	467	31:	24	42:	467
8:	1.035	8:	22	36:	455	52:	22	36:	455
10:	0.733	10:	16	29:	453	37:	22	29:	453

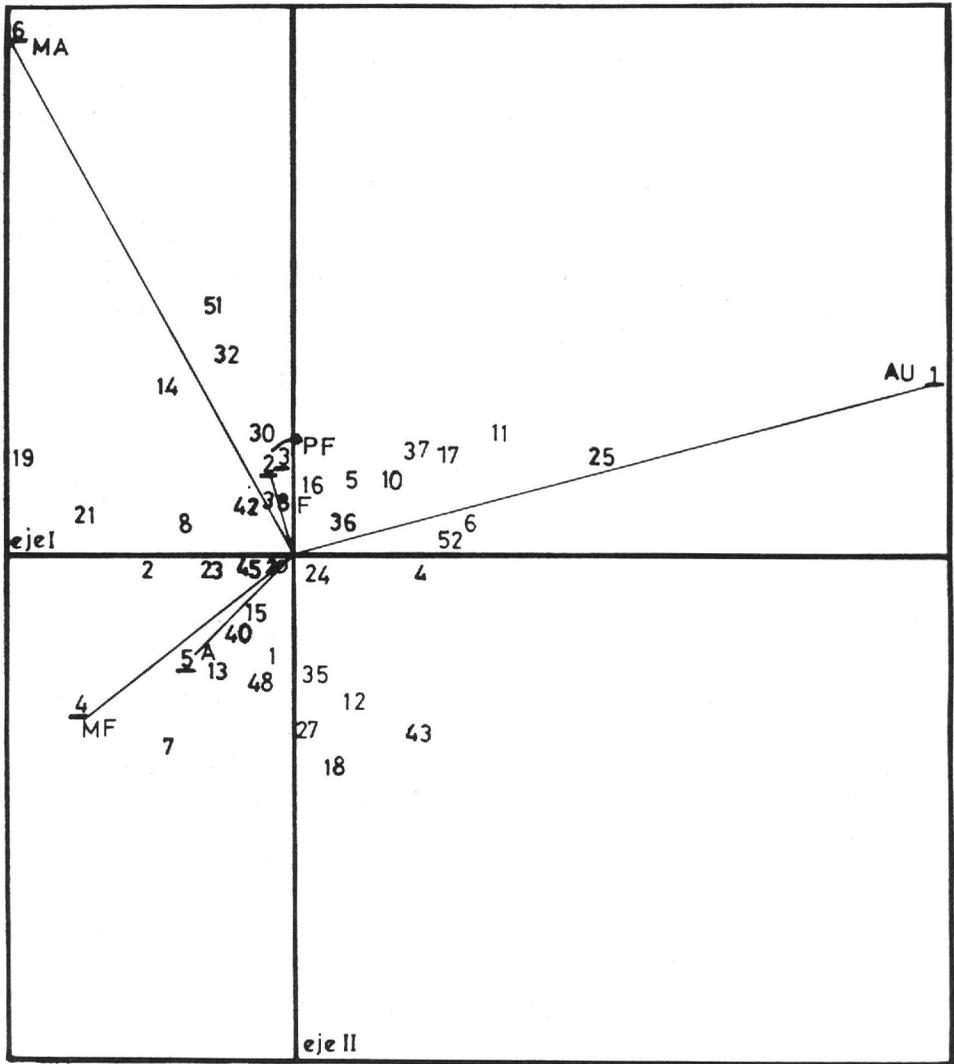


FIG. 2.—Representación simultánea HJ-BIPLLOT de poblaciones y variables en el plano de máxima inercia.

mente, el eje I separa, tal como cabría esperar la población AU y la MA.

En el eje II se separan las poblaciones MF, de la MA.

*Las poblaciones PF, F, A quedan mal representadas en el primer plano principal, por tanto sus posi-

ciones son sólo aparentes y no es posible sacar conclusiones respecto a ellas.

Las variables para las cuales se consiguen mayores contribuciones a la traza, y por tanto han presentado mayor variabilidad en el estudio son:

25 (P mayor de 0.29 mmol kg⁻¹),
 19 (N 64.29 - 214.29 mmol kg⁻¹),
 21 (P menor de 0.13 mmol kg⁻¹),
 11 (M.O. menor de 10 g kg⁻¹). Todas estas variables están bien representadas en el primer plano principal. (Tabla 2, CRT).

Las variables características del eje I, y por tanto más importantes en la discriminación de los lugares donde la especie está ausente y donde es muy abundante, son: (Tabla 2, Eje I, CRFE).

- 2 (pH 4.7 - 5.4), 4 (pH 6.0 - 6.8),
- 6 (Ca menor de 0.36 mmol kg⁻¹),
- 8 (Ca 6.25-13.40 mmol kg⁻¹),
- 10 (Ca mayor de 26.79 mmol kg⁻¹),
- 11 (M.O. menor de 10 g kg⁻¹),
- 17 (N menor de 42.60 mmol kg⁻¹),
- 19 (N 64.30-214.30 mmol kg⁻¹),
- 21 (P menor de 0.13 mmol kg⁻¹),
- 25 (P mayor de 0.23 mmol kg⁻¹),
- 29 (K 2.13-298 mmol kg⁻¹),
- 31 (K mayor de 3.82 mmol kg⁻¹),
- 36 (Arena gruesa mayor de 550 g kg⁻¹),
- 37 (Arena fina menor de 200 g kg⁻¹), 42 (A. fina mayor de 420 g kg⁻¹),
- 52 (Arcilla mayor de 200 g kg⁻¹).

Las variables características del eje II, y por tanto más importantes en la discriminación entre los lugares donde la especie es muy frecuente de aquellos en los que la especie es muy abundante, son (Tabla 3, Eje II, CRFE).

- 1 (pH menor de 4.7), 3 (pH 5.4-6),
- 7 (Ca menor de 0.36 mmol kg⁻¹),
- 12 (M.O. 10-15 g kg⁻¹), 13 (M.O. 15-25 g kg⁻¹), 16 (M.O. mayor de 80 g kg⁻¹)
- 18 (N 43.00-64.30 mmol kg⁻¹)

- 27 (K 1.06-150 mmol kg⁻¹), 3 (K 3.00-3.83 mmol kg⁻¹)
- 32 (A. gruesa menor de 200 g kg⁻¹), 34 (A. gruesa 300-45 g kg⁻¹), 35 (A. gruesa 450-55 g kg⁻¹)
- 43 (limo menor de 75 g kg⁻¹)
- 46 (limo 150-300 g kg⁻¹)
- 47 (limo mayor de 300 g kg⁻¹)
- 48 (Arcilla menor de 100 g kg⁻¹)
- 49 (Arcilla 100-300 g kg⁻¹)
- 50 (Arcilla 130-160 g kg⁻¹)
- 51 (Arcilla 160-200 g kg⁻¹).

El eje III discrimina la población PF, de la cual es característica este eje, de la MF y MA.

Las variedades características del eje III, (Tabla 4, Eje III, CRFE), son:

- 24 (P 0.21-0.30 mmol kg⁻¹)
- 22 (P 0.13-17 mmol kg⁻¹),
- 45 (Limo 100-150 g kg⁻¹)
- 44 (Limo 75-100 g kg⁻¹),
- 28 (K 1.50 2.13 mmol kg⁻¹),
- 9 (Ca 13.39-26-80 g kg⁻¹),
- 36 (A. gruesa mayor de 550 g kg⁻¹), 39 (A. gruesa 250-30 g kg⁻¹),
- 20 (N mayor de 214.30 mmol kg⁻¹)

En el primer plano principal sólo las poblaciones AU, MF y MA están bien representadas. En el espacio están bien representadas excepto la PF y F siendo esta última la peor representada.

La figura 3 recoge una representación tridimensional en la cual puede apreciarse la clasificación de las poblaciones según los tres primeros ejes principales.

La figura 4 recoge una vista en perspectiva de la representación simultánea HJ-BIMODEL en la cual puede apreciarse la clara diferenciación entre la población I AU y I

TABLA 3

*Variables de suelo (Continuación)**EJE 2*

VAR.	CAEF	VAR.	CREF	VAR.	CRFE	VAR.	CRT	VAR.	CLR
51:	2.893	51:	94	18:	882	25:	84	2:	998
18:	2.459	18:	80	49:	856	19:	70	19:	977
7:	1.972	7:	64	1:	821	21:	45	11:	965
49:	1.857	49:	61	47:	765	11:	40	7:	938
32:	1.844	32:	60	27:	754	51:	40	25:	918
43:	1.756	43:	57	35:	731	14:	35	18:	917
27:	1.625	27:	53	51:	694	7:	34	31:	915
34:	1.562	34:	51	30:	687	43:	32	17:	902
14:	1.276	14:	42	34:	592	32:	30	47:	887
12:	1.178	12:	38	32:	591	6:	29	10:	884
48:	0.940	48:	31	7:	552	18:	27	1:	880
35:	0.826	35:	27	12:	525	34:	25	21:	872
13:	0.758	13:	25	43:	520	17:	24	8:	860
47:	0.736	47:	24	13:	455	31:	24	49:	860
46:	0.712	46:	23	16:	451	52:	22	51:	845
31:	0.686	31:	22	46:	442	37:	22	43:	833
30:	0.680	30:	22	48:	440	12:	21	6:	812
11:	0.669	11:	22	3:	407	49:	21	30:	810
1:	0.601	1:	20	50:	375	27:	21	52:	810

TABLA 4

*Variables de suelo (Continuación)**EJE 3*

VAR.	CREF	VAR.	CREF	VAR.	CRFE	VAR.	CRT	VAR.	CLR
45:	1.573	45:	133	24:	917	25:	84	2:	998
22:	0.933	22:	79	45:	752	19:	70	19:	998
28:	0.898	28:	76	22:	641	21:	45	11:	996
9:	0.626	9:	53	28:	636	11:	40	51:	993
25:	0.617	25:	52	44:	460	51:	40	24:	991
51:	0.616	51:	52	9:	446	14:	35	25:	988
24:	0.606	24:	51	36:	377	7:	34	7:	984
34:	0.571	34:	48	39:	333	43:	32	43:	979
39:	0.557	39:	47	20:	309	32:	30	31:	968

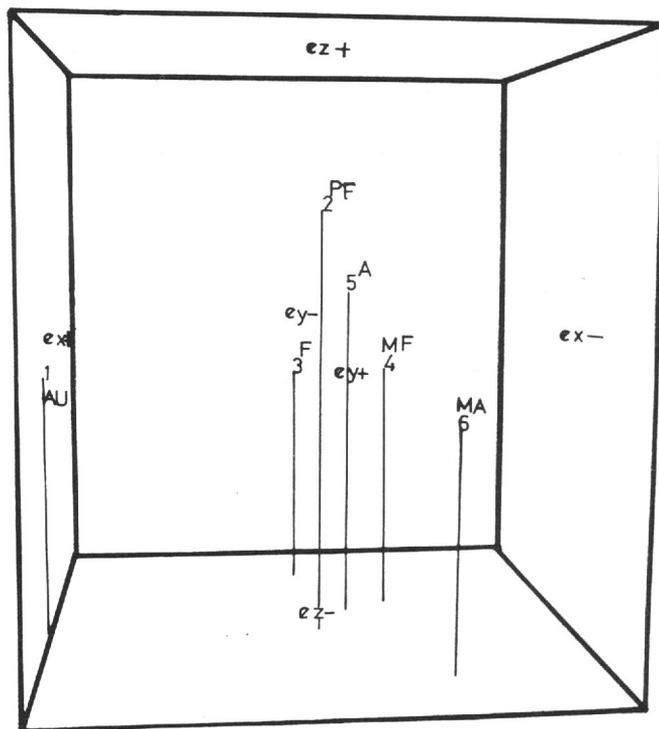


FIG. 3.—Representación tridimensional de las poblaciones, clasificadas según los tres primeros ejes principales. Los puntos ex^+ , ex^- , señalan los extremos del primer eje factorial (eje de máxima inercia), que atraviesa el cubo de izquierda a derecha. Análizamiento ey^+ , ey^- , marcan los extremos del segundo eje factorial atravesando el cubo de adelante hacia atrás. Por último ez^+ , ez^- , indican los extremos del tercer eje factorial, y atraviesan el cubo de arriba a abajo.

Estos ejes no se dibujan por razones de claridad en el gráfico.

población 6 MA, ocupando el resto posiciones intermedias.

En términos de determinación de poblaciones, según los estados de carácter que corresponden a cada una, merecen destacarse:

AUSENTE

pH: 4 (6-6.8), 5 (más de 6.8), es decir pH superior a 6.0.

Ca: 6 (menos de 0.39 mmol kg⁻¹), 10 (más de 26.80 mmol kg⁻¹).

M.O.: 11 (menos de 10 g kg⁻¹), 16 (más de 80 g kg⁻¹).

N: 17 (menos de 43.00 mmol kg⁻¹)

20 (más de 214.30 mmol kg⁻¹).

P: 25 (más de 0.30 mmol kg⁻¹).

K: 31 (más de 3.83 mmol kg⁻¹).

Arena gruesa: 36 (más de 550 kg⁻¹).

Arena fina: 37 (menos de 200 kg⁻¹), 41 (350-400 g kg⁻¹).

Limo: 44 (75-100 g kg⁻¹).

Arcilla: 52 (más de 200 g kg⁻¹).

MUY FRECUENTE

pH: 1 (menos de 4.7).

Ca: 7 (0.40-625 mmol kg⁻¹), 9 (13.40-26.80 mmol kg⁻¹).

M.O.: 12 (10-15 g kg⁻¹), 13 (15-25 g kg⁻¹).
 N: 18 (43.00-64.30 mmol kg⁻¹).
 P: 22 (0.13-0.17 mmol kg⁻¹).
 K: 27 (0.85-1.50 mmol kg⁻¹).
 Arena gruesa: 34 (300-350 g kg⁻¹)
 35 (450-550 g kg⁻¹).
 Arena fina: 40 (300-450 g kg⁻¹).
 Limo: 43 (menos de 75 g kg⁻¹).
 Arcilla: 48 (menos de 100 g kg⁻¹)
 49 (100-130 g kg⁻¹).

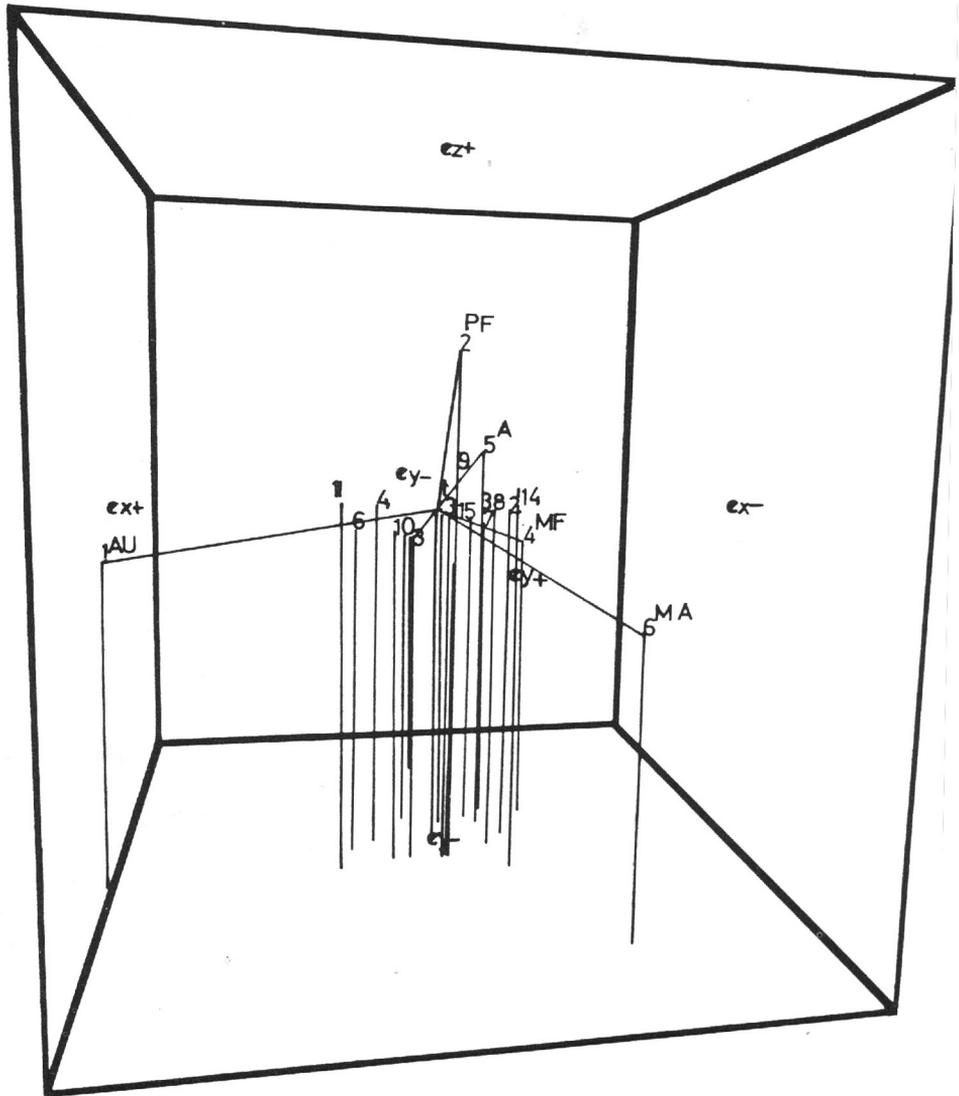


FIG. 4.—Perspectiva de la representación simultánea HJ-BIPLOT en la que se aprecia diferenciación entre la población 1 AU y la 6 MA. El resto ocupan posiciones intermedias. La situación de los ejes es la misma que en la figura 3.

MUY ABUNDANTE

pH: 2 (4.7-5.4).

Ca: 8 (6.25-14.30 mmol kg⁻¹).M.O.: 14 (25-40 g kg⁻¹).N: 19 (64.30-214.30 mmol kg⁻¹).P: 21 (0.13 mmol kg⁻¹).K: 30 (3.00-3.83 mmol kg⁻¹),
29 (2.13-3.00 mmol kg⁻¹).Arena gruesa: 32 (menos de 200 g
kg⁻¹), 33 (200-300 g kg⁻¹).Arena fina: 42 (menos de 400 g
kg⁻¹).Limo: 46 (150-300 g kg⁻¹).Arcilla: 50 (130-160 g kg⁻¹), 51
(160-200 g kg⁻¹).

En primer lugar se estudian aquellos elementos característicos del eje I, que como cabía esperar, separa los grupos donde esta especie está ausente (AU) de aquellos donde es muy abundante (MA). En la figura 4 se observa que la variable que más cercana queda al vector 1 (AU) es la núm. 25 que corresponde a valores de fósforo (P) de más de 0.29 mmol kg⁻¹; puesto que para la variable núm 21, próxima al vector 6 (MA), la contribución a la traza es bastante elevada, y representa valores de fósforo de menos de 0.13 mmol kg⁻¹, cabe señalar que la especie estudiada aparece sobre suelos con escaso contenido en este bioelemento.

La variable núm. 19, que corresponde a valores de nitrógeno entre 64.3 mmol kg⁻¹ y 214.3 mmol kg⁻¹, tiene también una elevada contribución a la traza, lo que indica su importancia, desde el punto de vista descriptivo, en la clasificación de los elementos influyentes; sin embargo, desde una perspectiva ecológica, esta información no aporta ningún dato relevante ya que al pertenecer esta especie a una familia donde se realiza

fijación de N por simbiosis, este hecho contribuye al enriquecimiento del sustrato en dicho bioelemento y por ello no se puede concluir que *C. multiflorus* demande suelos con bastante nitrógeno, sino que se hace necesario enfocar la situación a la inversa, siendo la presencia de la planta la inductora de la cantidad de elemento. Este hecho queda de alguna forma justificado cuando se observa la figura 4 y se verifica que la variable núm. 17, correspondiente a valores de N de menos de 43.00 mmol kg⁻¹, se sitúa cercana al vector 1 (AU), pero no queda de ninguna manera explicado ya que la carencia de N en suelos donde no aparece *C. multiflorus* puede deberse a una serie de causas en absoluto relacionadas con el crecimiento de esta especie.

Por otra parte, y como también se puede observar en la figura 4, la variable núm. 11, que representa proporciones de materia orgánica de menos del 10 g kg⁻¹, se localiza en una posición próxima al vector 1 (AU), mientras que la núm. 14 (M.O. de 25 a 40 g kg⁻¹) está próxima a vector 6 (MA); esto queda explicado en cierta medida, ya que la M.O. es quien controla la proporción de N en el suelo, puesto que si la tasa de descomposición es baja, aparece poco N, y pese a que esta especie ocupa suelos básicamente oligotróficos, el análisis químico induce a pensar, en principio, que *C. multiflorus* ocupa lugares relativamente ricos en M.O. Sin embargo, tanto ésta como el N. son factores que aumentan como consecuencia de la presencia de esta especie y no contribuyen a su establecimiento o desaparición. El estudio realizado por Añorbe (1988), apoya esta hipótesis:

ya que concluye que no existe dependencia de la germinación con la cantidad de M.O. o N en el suelo.

Otras variables que también contribuyen a la caracterización de los vectores 1 (AU) y 6 (MA) son las correspondientes a los distintos valores de pH, núm. 4 (pH 6.0-6.8) y núm. 5 (pH mayor de 6.8) cerca del vector 1 (AU), y núm. 2 (pH 4.7-5.4) para el vector 6 (MA).

Esta distribución de las variables indica la clara preferencia de *C. multiflorus* por suelos ácidos; lo cual no significa que aparezca en todos los lugares con pH favorable para ello, pues existen otros muchos factores determinantes de su presencia; sin embargo, sí se puede deducir que no aparece en aquellas zonas con pH básico, aunque el resto de los factores le sean altamente favorables.

Respecto al calcio (Ca), sólo se puede señalar que, a grandes rasgos, *C. multiflorus* no aparece en lugares de muy bajo contenido en Ca (núm. 6: menos de $0.36 \text{ mmol kg}^{-1}$) ni con cantidades excesivas de este (núm. 10: más de $26.80 \text{ mmol kg}^{-1}$); aparece cercano al vector 6 (MA) representado por la variable núm. 8 que corresponde a valores de Ca entre 6.25 y $13.40 \text{ mmol kg}^{-1}$. En cualquier caso, el análisis estadístico de este elemento no podría ser más concreto, ya que varía mucho la cantidad de un lugar a otro, y además los métodos de cuantificación no son del todo fiables; es decir, que el calcio que se mide no es siempre el que puede absorber la planta.

Respecto al potasio, en la figura 4 se observa como la variable núm. 31, que corresponde a valores de más de $3.83 \text{ mmol kg}^{-1}$ de este elemento, se

sitúa cercana al vector (AU), mientras que las núm. 29 y 30, que representan valores de $2.13\text{-}3.00 \text{ mmol kg}^{-1}$ y de $3.00\text{-}3.83 \text{ mmol kg}^{-1}$ de K, aparecen caracterizando al vector 6 (MA); esta situación, aparentemente contradictoria, sólo indica que este elemento, dada su elevada movilidad (ya que circula rápidamente completando su ciclo sin acumularse durante largo tiempo en ningún estado), no resulta limitante en absoluto, y *C. multiflorus* no aparece cuando hay bastante K posiblemente porque es desplazado por competencia, ya que es una especie que requiere grandes cantidades totales de bioelementos y puede establecerse en zonas más pobres donde puede competir con ventaja con especies más estenófagas.

En cuanto a los resultados obtenidos para las variables correspondientes a los análisis granulométricos, los puntos representados quedan todos demasiado agrupados en el centro de la gráfica como para poder extrapolar con garantía su significado. Por tanto, nos limitaremos a describir someramente la situación, sin pretender que las necesidades de *C. multiflorus*, respecto a la textura del suelo, puedan ser justificadas estadísticamente. En este caso, aparecen cercanas al vector 1 (AU) las variables núm. 37 (que representa menos del 200 g kg^{-1} de arena fina) y núm. 52 (más del 200 g kg^{-1} de arcilla). Esto, lo único que hace es apoyar, de algún modo, la hipótesis sostenida por la experiencia de que los suelos donde se halla *C. multiflorus* son arenosos y bien drenados (siempre que la base litológica sea la adecuada, es decir, con diaclasas verticales por donde esta especie introduce sus

raíces para tomar el agua en los periodos de stress hídrico, y prevaler así sobre la comunidades herbáceas competidoras.

CONCLUSIONES

Cytisus multiflorus se encuentra para:

pH: ausente entre 6.0 y 6.8; muy frecuente con menos de 4.7 y muy abundante entre 4.7 y 5.4.

Ca: ausente con menos de 0.36 mmol kg⁻¹ y con más de 26.80 mmol kg⁻¹; poco frecuente entre 13.40 y 26.80 mmol kg⁻¹; muy frecuente entre 0.36 y 6.25 mmol kg⁻¹ y muy abundante entre 6.25 y 13.40 mmol kg⁻¹.

Materia orgánica: ausente con menos del 10 g kg⁻¹; muy frecuente entre 10 y 15 g kg⁻¹ y muy abundante entre 25 y 40 g kg⁻¹.

P: ausente con menos de 0.30 mmol kg⁻¹; poco frecuente entre 0.21 y 0.30 mmol kg⁻¹, y muy abundante con menos de 0.13 mmol kg⁻¹.

K: ausente con más de 3.83 mmol kg⁻¹ y abundante entre 1.50 y 2.1 mmol kg⁻¹.

Nitrógeno: ausente con menos de 43.00 mmol kg⁻¹; muy frecuente entre 43.00 y 65.00 mmol kg⁻¹ y muy abundante entre 65.00 y 214 mmol kg⁻¹.

Arena gruesa: valores poco defintorios, aunque está presente con proporciones de 450 y 550 g kg⁻¹.

Arena fina: ausente con menos de 200 g kg⁻¹ y muy abundante con más del 400 g kg⁻¹.

Limo: poco frecuente entre 100 y 150 g kg⁻¹ y abundante entre 75 y 100 g kg⁻¹.

Arcilla: ausente con más de 200 g kg⁻¹ y muy frecuente entre 100 y 130 g kg⁻¹.

BIBLIOGRAFIA

- AÑORBE URMENETA, M., 1988. Efectos de la temperatura, suelos e insectos consumidores sobre la germinación de *Cytisus oromediterraneus* Riv. Mart. y *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet. Tesina de Grado. Universidad de Salamanca.
- DUQUE MACIAS, F., 1971. Estudio químico de suelos y especies pratenses y pascícolas de comunidades seminaturales de la provincia de Salamanca. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- GALINDO VILLARDON, P., 1986. Una alternativa de representación simultánea: HJ-BIPLLOT. *Questio*, 5: 13-23.
- GALINDO VILLARDON, P., VICENTE VILLARDON, J. L. y BARRERA MELLADO I., 1986. RSDM: Un programa en Pascal para representaciones BIPLLOT de matrices de datos multivariantes. Cuadernos de Bioestadística y su aplicación informática 8: 88-94. Zaragoza.
- GOLUB, C. H. and REINCH, C., 1970. Singular value decomposition and least squares solution. *Numer Math*, 14: 403-420.

- LLAMAS GARCIA, F. y TASCÓN ALVAREZ, L., 1983. Algunas comunidades de escoba blanca en el N.W. español. *Studia Oecologica*, 2: 65-67.
- MARTINEZ ROPERO, E. V., 1988. Estudio de factores condicionantes de la distribución de *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet en España. Tesina de Grado. Universidad de Salamanca.
- MARTINEZ ROPERO, E. V. y GOMEZ GUTIERREZ, J. M., 1989. Factores abióticos definitorios del área ocupada por *Cytisus multiflorus* (L'Her) Sweet en España. *An. Edafol. Agrobiol.*, 48: 887-903.
- VERTIER, P. et BOUROUCHE, J. M., 1975. Analyse des données multidimensionnelles. Press. Univ. de France. Paris.

Recibido: 27-11-90.

Aceptado: 8-4-91.