

Comportamiento diferencial de *Trifolium subterraneum* L., *T. brachycalycinum* Katzn. et Morley y *T. yannicum* Katzn. et Morley, respecto a los factores ecológicos en sus comunidades del occidente de España

J. PASTOR, S. OLIVER y A. MARTÍN-RAMOS

UEI de Biología Ambiental. Instituto de Edafología
y Biología Vegetal. CSIC. Madrid.

RESUMEN

Se estudiaron alrededor de 700 localidades del occidente de España, encontrando presente alguna de las tres especies en 375 de ellas.

*Las tres especies diferían grandemente en los inventarios realizados; la especie más frecuente, *T. subterraneum*, era el representante único de estas especies en 262 localidades, mientras que *T. brachycalycinum* lo era en 66, y *T. yannicum*, en 2. Las dos primeras crecían conjuntamente en 36 localidades. *T. subterraneum* y *T. yannicum* se encontraron juntos en 8 estaciones; mientras que las tres especies sólo se recogieron conjuntamente en una localidad.*

*Hemos estudiado 53 variables: geográficas, climáticas, fitogeográficas, topográficas, litológicas, edáficas y de la vegetación. El método de estudio ha sido el de los perfiles ecológicos y de la información mutua. La importancia discriminante de los diferentes factores ecológicos se ha evaluado mediante el cálculo de la razón de las medias de las informaciones mutuas de *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum*, respecto a las entropías-factor.*

El examen de los valores de esta razón, nos ha llevado a establecer cinco grupos de factores, de importancia decreciente, que van desde los altamente discriminantes a aquellos cuyo poder de discriminación en el comportamiento de ambas especies es nulo o casi nulo.

De los siete factores para los que el comportamiento ecológico de *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum* es muy diferente, tres se encuentran relacionados con el clima en sentido amplio y cuatro son factores edáficos relacionados con la reserva de cationes divalentes del complejo de cambio.

El estudio separado, por razón de su rareza, del comportamiento ecológico de *T. yanninicum* respecto a las otras dos especies, indicó que el encharcamiento de la estación, la formación vegetal, el territorio climático, la humedad aparente, la región natural y la altitud han sido los factores para los que esta especie mostraba un comportamiento más diferenciado con respecto a las otras.

INTRODUCCIÓN

Los tréboles subterráneos son especies estrechamente relacionadas que coinciden en gran parte de su área de distribución y además crecen conjuntamente en bastantes localidades. Las diferencias morfológicas y citogenéticas existentes entre ellos fueron señaladas por KATZNELSON y MORLEY, 1965 a.b., en su revisión de la sección *Calycomorphum* a la que pertenecen. Diferencias quimiotaxonómicas inter e intraespecíficas en las proteínas de las semillas de cultivares australianos de las tres especies, fueron indicadas por PASTOR, 1972. MARTÍN y col., 1973, señalaron diferencias entre *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum* en lo referente a caracteres cuantitativos de interés taxonómico y agrícola, trabajando con cultivares australianos y poblaciones españolas. En un material de análoga procedencia ANGULO y SÁNCHEZ DE RIVERA, 1976, han mostrado nuevamente diferencias cromosómicas. Además fueron indicadas diversas diferencias fisiológicas por DUQUE y PASTOR, 1972; MENDIZÁBAL y col., 1973; MARTÍN y col., 1975; PASTOR, 1976; CRESPO y ROMANO, 1978; MONTOYA, 1979, y GÓMEZ-PITERA y RAMOS MONREAL, 1980.

La información sobre el comportamiento ecológico de estas especies en sus hábitats naturales ha sido escasa y no muy precisa hasta épocas recientes. Los factores edáficos que afectan a su distribución en la cuenca del Mediterráneo, han sido tratados someramente en diversas publicaciones por KATZNELSON, 1966, 1970, 1974, que indica que las tres especies difieren algo en su distribución edáfica y señala sus preferencias por distintos sustratos rocosos, tipo de suelo, textura, posición de las especies en la estación, así como el comportamiento respecto al encharcamiento. Señala igualmente sus diferentes situaciones latitudinales y preferencias térmicas. CRESPO, 1970, indica en Portugal diferentes sustratos rocosos y textura de los suelos en los que recolectó poblaciones de *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum*. GLADSTONES, 1973, da indicaciones sobre su comportamiento ecológico en el sur de Italia. En Turquía, FRANCIS, 1975, indica distintos tipos de suelo sobre los que crecen, y analiza el efecto de la presión de pastoreo sobre su distribución y el cambio en la proporción de *T. brachycalycinum* con el pH del suelo.

En Australia, ROSSITER, 1978, estudia la distribución de estas especies en el sur del país y da indicaciones sobre su comportamiento ecofisiológico.

En España, PASTOR y col., 1979, al estudiar la distribución geográfica de las especies, han señalado las regiones naturales en las que crecen preferentemente y donde su abundancia es mayor, así como aquellas en que su presencia es minoritaria. PASTOR, 1976, indica también sobre su área de distribución que en la Península Ibérica el límite norte de *T. brachycalycinum* parece ajustarse, aproximadamente, a la isoterma de las temperaturas medias del aire en el mes de enero correspondiente a 5° y además que en el territorio comprendido entre los isotermas de 10° y 12,5° en el mes de enero crece predominantemente *T. brachycalycinum*.

El conocimiento del área de distribución, nos ha proporcionado una idea aproximada de su comportamiento ecológico y de los factores ambientales que pueden tener importancia sobre l mismo. En el presente trabajo tratamos de discernir cuales son entre los distintos factores estudiados los determinantes en la ecología comparada de estas especies y jerarquizar su importancia relativa desde aquellos para los que su comportamiento es muy diferente hasta aquellos factores para los que las especies se comportan de modo análogo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron más de 700 localidades en todas las regiones del occidente de España, encontrando presente alguna de las tres especies en 375 de ellas, donde se recogieron muestras de plantas y suelo y se realizaron inventarios fitoecológicos.

Hemos estudiado 53 variables y combinaciones de las mismas: geográficas, climáticas, fitogeográficas, topográficas, litológicas, edáficas y de la vegetación; parte de éstas han sido tomadas directamente en las estaciones inventariadas; otras, el mayor número, son datos edáficos obtenidos mediante análisis realizados en el laboratorio; son éstos, la granulometría, pH en agua, carbonatos, calcio activo, materia orgánica, nitrógeno, fósforo asimilable, cationes extraíbles, capacidad de campo, punto de marchitez y agua útil. Todas ellas son variables definidas a nivel estacional. Se consideraron también otras variables definidas a un nivel de percepción menos detallado como sucede con los factores climáticos y fitoclimáticos, procedentes de la cartografía temática.

El método de estudio utilizado en la ecología comparada de las especies ha sido el de los perfiles ecológicos y de la información mutua, y está basado en los trabajos de GOUNOT, 1969 y ABRAMSON, 1963. El procedimiento ha sido descrito por GODRON, 1966, 1971, y GUILLERM, 1969.

Los cálculos de la entropía-especie $H(E)$, de la entropía-factor $H(L)$ y de la información mutua especie factor $I(L; E)$, permiten conocer los factores a los cuales las especies son más sensibles, es decir, los factores más *activos* sobre su distribución y pueden conducir también a una mejora del muestreo.

La comparación de la información mutua de las especies con la entropía-factor, refleja la jerarquización de la actividad de dichos factores. Estos métodos deducidos de la teoría de la información no son radicalmente diferentes de los clásicos, como los cálculos de χ^2 , GODRON, 1968. GUILLERM, 1969, realizó una comparación de resultados del test de χ^2

con el cálculo de la información mutua mostrando una correlación satisfactoria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres especies diferían grandemente en su frecuencia en los inventarios realizados; la especie más frecuente, *T. subterraneum*, era el representante único de estas especies en 262 localidades; mientras que *T. brachycalycinum* lo era en 66, y *T. yanninicum*, en 2. Las dos primeras crecían conjuntamente en 36 localidades. *T. subterraneum* y *T. yanninicum* se encontraron juntas en 8 estaciones; mientras que las tres especies sólo se recogieron conjuntamente en una localidad. De lo expuesto parece deducirse que *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum* se comportan como independientes, y no así *T. yanninicum*, que cuando aparece lo hace generalmente acompañando a *T. subterraneum*. Sus entropías en los 375 inventarios realizados han sido de 0,70563 binons en *T. subterraneum*; 0,84433 binons, en *T. brachycalycinum*, y sólo 0,19104 binons, en *T. yanninicum*.

En la tabla 1, se exponen los 53 factores ambientales que hemos considerado, agrupados para facilitar el estudio. Se indican asimismo sus entropías-factor, que ponen de manifiesto que el encharcamiento de la localidad de muestreo, los porcentajes de calcio activo y de carbonatos y el calcio y magnesio extraíbles (2.^{os} extractos) son las variables que han resultado más irregularmente muestreadas, sus entropías son inferiores a 1,14, mientras que, por el contrario, la altitud y región natural, al igual que el contenido relativo de los cationes del suelo han resultado especialmente bien muestreados.

El resultado del muestreo es importante debido a que el tratamiento de los datos se ve afectado por la manera en que se encuentran muestreadas las clases de los diferentes factores. Evidentemente, cuando un factor está mal muestreado, es más delicado pronunciarse sobre su acción a menos de mejorar la calidad del muestreo. La apreciación de dicha calidad a partir de la entropía-factor $H(L)$, es de todas maneras imprecisa, pues depende del número de clases retenidas, de sus límites o adecuada definición y de la eventual supresión de clases muy poco representadas. Un mismo valor de la entropía-factor podrá deberse de igual forma a un muestreo equilibrado de una variable que presenta pocas clases o a un muestreo desequilibrado de una variable que posee muchas.

Muchos de los factores estudiados se encuentran estrechamente relacionados entre sí y son por consiguiente redundantes, pero nos permiten una mayor profundización en el estudio ecofisiológico que estamos realizando y por este motivo los consideramos.

La entropía-factor y la información mutua especie-factor unidas a los perfiles ecológicos han sido utilizados en el estudio de comunidades por GODRON, 1966, 1968, 1971; GUILLERM, 1969, 1971; DAGET y col., 1972; MARLANGE, 1972. Otros autores han considerado interesante poner en evidencia la jerarquización de los factores ecológicos, según su actividad, sobre la distribución de unas especies determinadas, CARTAN, 1973, o sobre quimiotipos, VERNET y col., 1977.

TABLA 1

FACTORES AMBIENTALES CONSIDERADOS EN LOS PASTIZALES CON TREBOLES SUBTERRANEOS
DEL OCCIDENTE DE ESPAÑA Y SUS ENTROPIAS

Geográficos fitogeográficos climáticos	Entropía factor	Litología tipo de suelos topográficos	Entropía factor	Fracc. minerales humedad	Entropía factor	Edafoquímicos	Entropía factor	Vegetación	Entropía factor
Latitud	2,80097	Litología	3,09444	Cantos y gravas	2,13965	pH en agua	1,72683	Formación Vegetal	1,36261
Altitud	3,49890	Tipo de suelo	2,55546	Arena total	2,61331	Materia orgánica	2,70479	Abertura estr. herb.	1,89573
Región natural	3,46547	Textura	2,06083	Arena Gruesa	3,12590	Nitrógeno total	2,74267	Altura estr. herb.	1,67199
Terr. climático	2,38059	Topografía	2,37493	Arena fina	2,48516	C/N	2,86942	Sociabil. especie	1,59773
Subr. fitoclimática	2,54081	Pendiente	1,96849	Limo	2,68508	Fósforo asimilable	2,38150		
Clima (temp. y cont.)	2,74127	Exposición	2,06968	Arcilla	2,45187	Carbonatos	1,13660		
Precipitación	2,17057	Pos. Especie	2,63932	C.C.C.	2,68612	Calcio Activo	0,94929		
				Humedad	2,35189	Calcio 1.º extr.	2,73153		
				Encharcamiento	0,76316	Magnesio 1.º extr.	2,73247		
				Cap. campo	2,92231	Potasio	2,84510		
				Pto. Marchitez	2,80111	Sodio	2,86649		
				Agua útil	2,81279	Hidrógeno	3,00301		
						Aluminio	1,76654		
						Ca + Mg	2,86588		
						K + Na	2,73323		
						Ca + Mg/K + Na	3,00906		
						Suma de Bases	2,74643		
						Acidez total	2,39380		
						CEC	2,82353		
						Grado de saturación	2,75692		
						Calcio 2.º extr.	1,03847		
						Magnesio 2.º extr.	1,04503		
						Conts. Rel. Cationes	3,68269		

En nuestro caso, la distribución de los inventarios en los distintos estados de las variables ecológicas, perfil de conjunto, al haber sido realizados en las localidades con tréboles subterráneos, recoge la situación particular de estos pastizales en el occidente de España, y la jerarquización de los factores, según su información mutua, es en esta ocasión un dato indicativo que refleja el distinto comportamiento de las especies respecto a los factores ambientales.

La actividad de las variables, se juzga a partir de las medias de las informaciones mutuas del conjunto de las especies estudiadas. Las informaciones mutuas de las especies son comparables cuando sus entropías no son muy diferentes; como sucede en el caso de *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum*.

Con objeto de evaluar la importancia discriminante de los diferentes factores ecológicos, se han calculado las medias de las informaciones mutuas de estas dos especies y dividido por las respectivas entropías-factor, ya que según han señalado YI, 1976, y THIEBAUT, 1976, las informaciones mutuas medias de las especies, no dan un resultado preciso, porque la información mutua es proporcional a la entropía de la variable. Para tener en cuenta este hecho, se utiliza la razón $I(L;E)/H(L)$, que representa mejor la actividad del factor.

En la tabla 2, se expone la jerarquización de los factores ambientales en base a la razón de las informaciones mutua-media de *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum* y las entropías-factor.

Las informaciones mutuas elevadas, reflejan la existencia de perfiles ecológicos muy contrastantes que indican el diferente comportamiento de las especies. Cuanto más parecido sea el comportamiento de las mismas respecto a las variables, la forma de distribución del efectivo de las muestras en los distintos estados de la variable considerada resulta *monótono*, lo que aporta, en consecuencia, menor información mutua.

El examen de los valores de esta razón nos ha llevado a establecer cinco grupos de factores, de importancia decreciente, que van desde los altamente discriminantes (grupo I) a aquellos cuyo poder de discriminación en el comportamiento ecológico de ambas especies es nulo o casi nulo (grupo V).

El grupo I está constituido por siete factores altamente discriminantes, con valores de la razón $I(L; E)/H(L)$ comprendidos entre 14,8 y 10,7, para los que el comportamiento ecológico de ambas especies es muy diferente. Tres de ellos están relacionados con el clima en sentido amplio, y los cuatro restantes son edafocímicos relacionados con la reserva de cationes divalentes del complejo de cambio, si bien su muestreo como ya se ha indicado resultó deficiente.

El grupo II, con valores de la razón $I(L; E)/H(L)$ comprendidos entre 8,89 y 6,11, lo constituyen dieciséis factores: el territorio climático y el clima, ambos relacionados con las condiciones de temperatura y continentalidad, y los catorce restantes son factores edáficos de diversa índole, pero fundamentalmente química. Entre éstos se encuentran factores que sintetizan la información del sustrato como sucede con la litología, el tipo de suelo y la textura; de las fracciones minerales, el porcentaje de arcilla y la capacidad de cementación debido a la misma, dato este último que juzgamos de interés ecológico para estas especies como indicativo de la

TABLA 2

JERARQUIZACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN BASE A LA RAZON INFORMACION MUTUA MEDIA
DE *T. SUBTERRANEUM* Y *T. BRACHYCALYGINUM* Y SUS ENTROPIAS FACTOR

Grupo	Geográficos Fitogeográficos Climáticos	Litología Tipo de suelo Topográficos	Fracc. minerales Humedad	Edafoquímicos	Vegetación	Infor. mutua media Entropía-factor	
I	Latitud Subr. fitoclimática Región natural			Calcio 2.º extr.		14,08	
				Carbonatos		13,72	
				Calcio activo		12,81	
						12,32	
				Magnesio 2.º extr.		12,09	
					10,77		
					10,71		
II	Terr. climácico Clima			Acidez total		8,89	
				pH en agua		8,70	
						8,39	
				Grado de saturación		8,37	
				Ca + Mg		8,15	
				Hidrógeno		7,99	
					Litología		7,61
							7,56
					Textura		7,17
							7,05
		Arcilla	Aluminio		6,62		
					6,59		
		Tipo de suelo			6,42		
			C.C.C.		6,22		
					6,11		

Continuación tabla 2

	Altitud			5,82
			CEC	5,79
III	Precipitación		Ca + Mg/K + Na	5,19
			Conts. rel. cationes	4,31
			Magnesio 1.º extr.	3,86
		Arena gruesa		3,32
		Humedad		3,20
				3,17
		Arena total		1,97
		Encharcamiento		1,80
		Pto. Marchitez		1,58
			K + Na	1,63
IV	Topografía			1,53
			Potasio	1,41
			Sodio	1,38
		Arena fina		1,26
		Cap. campo		1,20
			Sociabil. especie	1,06
				0,99
	Pos. especie			0,98
	Pendiente			0,98
		Agua útil		0,96
	Exposición			0,92
			Nitrógeno total	0,91
V				0,87
			Fósforo asimil.	0,73
			C/N	0,62
		Cantos y gravas		0,46
		Limo		0,41
			Materia orgánica	0,26
			Formación vegetal	0,20
			Altura estr. herb.	0,20

facilidad o dificultad de enterramiento de los frutos. Los factores edafoquímicos son, de entre los estudiados, los que mejor reflejan el gradiente acidez-basicidad y la riqueza en cationes divalentes. Para todos ellos el comportamiento ecológico de estas especies resultó claramente diferente.

Consideramos, a continuación, la existencia de un tercer grupo de ocho factores con valores de $I(L;E)/H(L)$ comprendidos entre 5,82 y 3,17, para los que el comportamiento de las dos especies continúa aún siendo bastante diferente. Son la altitud y la precipitación; la humedad aparente de la localidad, el porcentaje de arena gruesa, y de los edafoquímicos, los relacionados con las razones entre cationes y el magnesio.

Ya a distancia de éste, existe otro grupo, el IV, con valores de $I(L;E)/H(L)$ comprendidos entre 1,97-1,06, y que está constituido por diez variables, para las que el comportamiento de *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum* sólo resulta algo diferente; está constituido por la topografía, porcentajes de arena y retención de agua, los cationes monovalentes y la sociabilidad de la especie.

Finalmente, el grupo V, con valores de $I(L;E)/H(L)$ inferiores a 1,0, está constituido por trece variables para las que el comportamiento de las especies es análogo; lo forman los caracteres topográficos a escala estacional, porcentajes de limo y pedregosidad, la fracción orgánica, el fósforo asimilable y las variables de estructura de la vegetación.

Los resultados obtenidos son coherentes con lo indicado por THIEBAUT y col., 1978, respecto a que en territorios amplios la información viene proporcionada por un número restringido de variables: latitud, longitud, geología, etc.; mientras que numerosas variables topográficas y fisionómicas no tienen un efecto visible.

En una zona de menor extensión, la Región Central (datos no publicados), hemos observado que el territorio climácico y los factores edafoquímicos, que han sido discriminantes para las otras dos especies, resultaron activos en la distribución de *T. subterraneum*. Otros factores también discriminantes como la región natural y la latitud son poco o nada activos, a esta escala, sobre la especie. Por el contrario, la abertura del estrato herbáceo y la formación vegetal, respecto a los que no podía observarse un comportamiento diferente de las dos especies en el occidente, han resultado bastante activos para *T. subterraneum* en la zona Centro.

En la tabla 3, podemos observar la jerarquización de los factores ambientales en base a la razón de las informaciones mutuas de *T. yanninicum* y las entropías de los distintos factores.

El escaso número de localidades en las que ha aparecido esta especie, hecho que lleva consigo una entropía-especie muy baja, hace necesario el estudio de la misma por separado de las otras dos para evitar así que su comportamiento quede enmascarado.

La razón $I(L;E)/H(L)$, por la causa mencionada, sólo puede indicar las características más destacadas del comportamiento ecológico de esta especie respecto al conjunto de las otras dos. El estudio de esta razón nos ha llevado a establecer tres grupos de variables ecológicas.

El grupo I, en este caso, está constituido por nueve factores de diversa índole y es el único que recoge factores para los que la especie presenta un carácter ecológico claramente diferencial respecto a los otros dos. Dentro de este conjunto, el encharcamiento de la estación destaca, a pesar de su mal muestreo, como el factor más claramente discriminante

TABLA 3

JERARQUIZACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN BASE A LA RÁZON DE LAS INFORMACIONES MUTUAS DE *T. YANNINICUM* Y SUS ENTROPIAS-FACTOR

Grupo	Geográficos Fitogeográficos Climáticos	Litología Tipo de suelo Topográficos	Fracc. minerales Humedad	Edafoquímicos	Vegetación	Información mutua Entropía-factor
I	Terr. climático Región natural Altitud	Pos. especie	Encharcamiento		Formación vegetal	3,51
						1,62
						1,38
						1,37
						1,06
						1,05
						0,98
						0,94
						0,91
			C/N			0,88
			Suma de Bases			0,87
			Calcio 2.º extr.			0,81
			Calcio 1.º extr.			0,80
		Litología	Calcio activo			0,77
	Latitud		Aluminio			0,76
			Ca + Mg			0,75
II	Clima Precipitación					0,74
						0,73
						0,73
						0,72
						0,72
						0,71
					Altura estr. herb.	0,68
						0,67
			Pto. Marchitez			0,66
						0,66
						0,63
						0,63
	Subr. Fitoclimática	Exposición				0,61
		Topografía				0,61
						0,60

III	Pendiente	Arena total	Carbonatos	0,55	Sociabil. especie
			0,53		
	Textura	Cantos y gravas	Potasio	0,49	
			Fósforo asimil.	0,47	
		Arcilla	Sodio	0,46	
			0,46		
		CEC	0,46		
		0,45			
		pH en agua	0,45		
		Conts. rel. cationes	0,44		
		Hidrógeno	0,42		
		0,41			
	Tipo de suelo	C.C.C.	Ca + Mg/K + Na	0,39	
			Magnesio 1.º extr.	0,37	
			0,36		
		Arena gruesa	0,32		
			0,32		
0,25					
0,25					
Cap. campo	K + Na	0,24			
		0,24			
	Arena fina	0,24			
	Agua útil	0,24			
Limo	0,22				
0,18					

para la especie respecto a las otras. Vienen a continuación otros tres factores, la posición de la especie en la estación, claramente relacionado con el anterior, la formación vegetal y el territorio climácico con valores de la razón comprendidos entre 1,62 y 1,37. Ya con valores más próximos a la unidad se encuentra la humedad aparente y dos factores geográficos, la región natural y la altitud con un neto significado ecológico para esta especie. Los dos factores restantes son la abertura del estrato herbáceo y el magnesio extraíble (2.º extracto).

El grupo II lo constituyen veinte variables, que resultan sólo algo discriminantes del comportamiento de *T. yannanicum* respecto al de las otras dos, entre ellas once edafocímicas y las tres climáticas.

Finalmente, el grupo III está formado por veinticuatro variables para las que no se ven diferencias; en él se integran entre otras la totalidad de las fracciones inorgánicas, once variables químicas, la textura y el tipo de suelo.

Al comparar los resultados obtenidos para *T. yannanicum* con los expuestos en la tabla 2, respecto a los factores discriminantes entre *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum*, destacan la región natural, el territorio climácico y el magnesio (2.º extracto) como factores netamente discriminante en ambos casos, siendo también de tener en cuenta la altitud y en menor grado la humedad. Los restantes factores, excepto el encharcamiento, no resultaron en absoluto discriminantes del comportamiento ecológico entre *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum*. A la inversa, factores tales como el porcentaje de carbonatos, el pH en agua, el hidrógeno cambiante, la textura, el porcentaje de arcilla y el tipo de suelo que resultaron sumamente discriminantes de los comportamientos ecológicos de *T. subterraneum* y *T. brachycalycinum*, no lo son en absoluto en lo que respecta a diferenciar el comportamiento de *T. yannanicum* respecto a las otras dos, pero como ya hemos señalado, el escaso número de muestras de esta especie hace que los resultados obtenidos tengan sólo un valor meramente indicativo.

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMSON, N., 1963: *Information theory and Coding*. McGraw Hill.
- ANGULO, M. D., y SÁNCHEZ DE RIVERA, A. M., 1977: *Estudio cromosómico comparativo de ecotipos españoles y cultivares australianos de Trifolium subterraneum*, L. *Cytologia*, 42: 473-482.
- CARTAN, M., 1973: *Analyse quantitative des indicateurs cartographiques. Application de la méthode des profils corrigés et du calcul de l'information mutuelle espèces-facteur à l'étude des relations végétation-milieu en Sologne*. Thèse Dr. Spécialité Univ. Sci. et Tech. du Languedoc.
- CRESPO, D. G., 1970: *Some agronomic aspects of selecting subterranean clover (Trifolium subterraneum L.) from Portuguese ecotypes*. Proc. XI Int. Grassland Congress. University of Queensland Press., St. Lucia, 207-210.
- CRESPO, D. G., y ROMANO, A. M., 1978: *Algunos resultados del trabajo de selección en trébol subterráneo en Elvas, con particular referencia a la precocidad de floración*. **Primera Reunión de la subred mediterránea de pastos de la FAO**. La Orden (Badajoz), págs. 70-88.
- DAGET, PH.; GODRON, M., y GUILLERM, J. L., 1972: *Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques*. Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie, 121-149.
- DUQUE MACÍAS, F., y PASTOR PIÑEIRO, J., 1972: *Cobre, manganeso y cinc en Trifolium subterraneum L. de comunidades seminaturales del occidente de España*. Acti IX Simposio

- Internazionale di Agrochimica su La fitonutrizione oligominerale. Punta Ala, Italia, 340-347.
- FRANCIS, C. M., 1975: *Report on seed collection tour of Turkey*. Rapp. Western Australian Department of Agriculture, 17 págs.
- GLADSTONES, J. S., 1973: *Observations on the environment and ecology of some annual legumes on southern Italy*. Plant Introduction Review, CSIRO 9 (3), 11-29.
- GÓMEZ PITERA, C., y RAMOS MONREAL, A., 1980: *Estudios sobre madurez en una colección de tréboles subterráneos extremeños*. Reunión hispano-lusa de pastos y forrajes. Elvas-Badajoz.
- GODRON, M., 1966: *Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation*. Oecol. Plant 2, 1, 187-197.
- GODRON, M., 1968: *Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale*. Oecol. Planta. 3, 185-212.
- GODRON, M., 1971: *Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétatix*. Thèse. Doct. ès Sci., Fac. Sci. et Tech. du Languedoc.
- GOUNOT, M., 1969: *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson et cie. edit. Paris.
- GUILLERM, J. L., 1969: *Relations entre la végétation spontanée et le milieu dans les terres cultivées du Bas-Languedoc*. Thèse spéc., Univ. Sci. TKECHN., Montpellier.
- GUILLERM, J. L., 1971: *Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces*. Oecol. Plant 6, 209-225.
- KATZNELSON, J., 1966 a: *Report on seed collection tour in N. Greece, Yugoslavia and N. Italy*. Pam. Nat. Univ. Inst. Agric. Rehovot, núm. 101.
- KATZNELSON, J., 1970: *Edaphic factors in the distribution of subterranean clover in the mediterranean region*. Proc. XI Int. Grassland Congress University of Queensland Press, St. Lucia, 192-196.
- KATZNELSON, J., 1974: *Biological flora of Israel. 5. The subterranean clovers of Trifolium subsect. Calycomorphum Katzn. Trifolium subterraneum (sensu lato)*. Israel J. Bot., 23, 69-108.
- KATZNELSON, J., y MORLEY, F. H. W., 1965 a: *A taxonomic revision of section Calycomorphum of the genus Trifolium. The geocarpic species*. Israel J. Bot., 14, 112-171.
- KATZNELSON, J., y MORLEY, F. H. W., 1965 b: *Speciation processes in Trifolium subterraneum L.* Israel J. Bot., 19, 114-120.
- MARLANGE, M., 1972: *Contribution a l'étude phyto-écologique du Chaco argentin*. Thèse Dr. Ingénieur. Univ. Sci. et Tech. du Languedoc.
- MARTIN, A.; MENDIZÁBAL, T., y OLIVER, S., 1971: *Relaciones entre la composición y el crecimiento de dos cultivares de Trifolium subterraneum L.* Anal. Edaf. Agrobiol. XXX, 11-12, 1.169-1.181.
- MARTIN, A.; PASTOR, J.; MENDIZÁBAL, T., y OLIVER, S., 1973: *Estudio comparativo de dos subespecies de T. subterraneum L. basado en caracteres de interés taxonómico y agrícola*. Pastos, 3, 31-41.
- MARTIN, A.; PASTOR, J.; MENDIZÁBAL, T., y OLIVER, S., 1975: *The subterranean clover in some sites from Central Spain. Preliminary experiments on its response to shade and low temperature*. Procc. European Grassland Federation 6th. General Meeting. Madrid.
- MENDIZÁBAL, T.; PASTOR, J.; MARTIN, A., y OLIVER, S., 1973: *Germinación y efecto de las bajas temperaturas sobre la nascencia y desarrollo del trébol subterráneo*. Pastos, 3, 42-64.
- MONTOYA OLIVER, J. M., 1979: *Estudio comparativo de diez ecotipos españoles IFIE de trébol subterráneo y el cultivar Mount Baker*. An. INIA./Serie Prod. veg. núm. 10, 39-58.
- PASTOR, J., 1972: *Estudio de las diferencias infraespecíficas de Trifolium subterraneum L. mediante electroforesis de proteínas*. Anal. Edaf. Agrobiol. XXXI, 791-800.
- PASTOR, J., 1976: *Fisiología del desarrollo, ecología y distribución de los tréboles subterráneos en España*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- PASTOR, J.; OLIVER, S., y MARTIN RAMOS, A., 1979: *Distribución y variabilidad infraespecífica de Trifolium subterraneum L., T. brachycalycinum Katzn. et Morley y T. yanninicum Katzn. et Morley en la Península Ibérica*. IV Reunión Bional. Real Sociedad Española de Historia Natural. Valencia.
- ROSSITER, R. C., 1978: *The ecology of subterranean clover-based pastures*. In *Plant relations in pastures*. Ed. John R. Wilson C.S.I.R.O., pág. 325-339.
- THIEBAUT, B., 1976: *Etude des hêtraies de l'arc montagneux périméditerranéen de la vallée du Rhône à celle de l'Ebre. I. Enseignements à tirer de l'information mutuelle facteurs-espèce et des profils écologiques*. Bull. Ecol., 7 (1), 127-144.
- THIEBAUT, B.; LEPART, J., y BAQOU, H. M., 1978: *Etudes des hêtraies de l'arc montagneux périméditerranéen de la vallée du Rhône à celle de l'Ebre. III Information mutuelle moyenne espèces-variables dans les territoires étudiés* (Com. pers.).
- VERNET, Ph.; GUILLERM, J. L., et GOUYON, P. H., 1977: *Le polymorphisme chimique de*

Thymus vulgaris L. (Labiée) I. *Repartition des formes chimiques en relation avec certains facteurs écologiques*. Oecol. Plant., 12 (2), 159-179.

Yi. B., 1976: *Croissance du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Monetti) en relation avec quelques variables du milieu en Languedoc-Roussillon (France)*. Thèse Dr. Ingénieur. Univ. Sci. et Tech. du Languedoc.

DIFFERENTIAL BEHAVIOUR OF *TRIFOLIUM SUBTERRANEUM* L., *T. BRACHYCALYCINUM* KATZ.N. ET MORLEY AND *T. YANNINICUM* KATZ.N. ET MORLEY, WITH RESPECT TO THE ECOLOGICAL FACTORS OF THEIR COMMUNITIES IN WESTERN SPAIN.

SUMMARY

About 700 localities of Western Spain were studied, finding present some of the three species in 375 of them. The three species differed greatly in their presence; the most frequent species, *T. subterraneum*, was found by itself in 262 localities, while *T. brachycalycinum* was the only one in 66 and *T. yanninicum* in 2. The first two species grew together in 36 localities. *T. subterraneum* and *T. yanninicum* were found together in 8 stations; while the three species were found together only once.

We studied 53 variables: geographical, climatic, phytogeographic, topographic, litologic, edaphic and related to vegetation. The method of study was that of ecological profiles and mutual information. The discriminating importance of the different ecological factors has been evaluated by means of calculating the ratio of means of the mutual informations of *T. subterraneum* and *T. brachycalycinum*, with respect to the entropies-factor.

The observation of the values of this ratio led us to establish five groups of factors, with decreasing importance, that go from the ones highly discriminant to those whose discrimination on the behaviour of both species is null or almost null.

Of the seven factors for which the ecological behaviour of *T. subterraneum* and *T. brachycalycinum* is very different, three are related to climate on the broad sense and four are edaphic factors related to the reserve of the divalent cations of the exchange complex.

The study apart, because of its rarity, of the ecological behaviour of *T. yanninicum* with respect to the other two species indicated that the inundation, the climatic territory, the apparent humidity, the natural region and the height above sea level were the factors for which this species showed a more different behaviour with respect to the other two.