

Ecología de leguminosas pratenses en relación con el pH del suelo en la cuenca del Narcea (Asturias)

MIGUEL A. ALVAREZ y MIGUEL MOREY

Departamento de Zoología y Ecología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Oviedo. Oviedo

RESUMEN

Se estudia la distribución de especies de leguminosas en 166 localidades de la cuenca del Narcea (Asturias) y su relación con el pH del suelo. La gama de pH encontrada va desde 3,90 a 8,02. Se aplican técnicas de elaboración de perfiles ecológicos y criterios de ordenación de las especies en grupos de comportamiento ecológico similar frente al factor considerado. Se representan y se comentan los perfiles ecológicos de las distintas especies. Cabe destacar que algunas de las especies más frecuentes, Medicago lupulina, Anthyllis vulneraria y Trifolium campestre, muestran una clara preferencia por los suelos alcalinos. El resto de las especies más importantes y con mayor número de presencias, Trifolium pratense, T. repens, Lotus corniculatus, Vicia sativa, T. dubium y V. hirsuta, tienen un intervalo de variación total, si bien todas ellas disminuyen su frecuencia en los suelos extremadamente ácidos.*

INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

Desde hace años venimos trabajando sobre el tema del comportamiento ecológico de las distintas especies de leguminosas pratenses en relación con diversos factores ambientales en varias regiones españolas [MARTÍN (21), ALVAREZ (1) y MOREY (22) y (23)]. Uno de los aspectos parciales que creemos reviste un mayor interés, tanto teórico como práctico, es el de las relaciones con el pH del suelo, por tratarse de un factor que puede actuar como limitante para diversas especies.

Este trabajo presenta los resultados generales de frecuencias de las especies de leguminosas en la cuenca del Narcea, así como la influencia que en

dicha distribución puede tener el pH del suelo, para lo cual utilizamos una serie de técnicas que pueden ser aplicables a otros factores ambientales.

Se han estudiado 166 localidades sobre una superficie total de unos 5.000 Km.². La elección de dichas localidades se ha realizado siguiendo el criterio de distribuir las más o menos equitativamente entre los distintos tipos de sustratos geológicos de la zona, de modo que resulta un muestreo aproximadamente al azar.

Al ser nuestro propósito el estudio de las leguminosas pratenses, la mayor parte de las muestras corresponden a prados y pastizales, y sólo excepcionalmente se han muestreado otros tipos de comunidades (matorral y bosque).

La elección de esta zona de estudio se fundamenta en la gran variedad de sustratos geológicos presentes, ya que puede ser considerada como zona límite entre la parte oriental de Asturias, principalmente caliza, y la occidental, con predominio de sustratos silíceos [I.G.M.E. (17) y PELLO (25)]. Conviene indicar que en la parte superior de la cuenca predominan los sustratos silíceos, lo que, unido al aumento de pluviosidad media en esta zona, con el correspondiente aumento de la lixiviación de los suelos, produce un gradiente decreciente de pH en el sentido indicado. La gran variedad de sustratos, junto con la fuerte orografía, producen una gran diversificación de comunidades, lo que hace que esta zona sea muy interesante para este tipo de trabajos.

Cada localidad comprende un área aparentemente uniforme de unos 500 metros cuadrados, en la que se recogieron todas las especies de leguminosas presentes, para ser posteriormente identificadas en el laboratorio mediante las obras generales y monografías adecuadas [TUTIN (26), COSTE (5), VICIOSO (27), LOSA (18), GUINEA (14) y BORJA (2)], y en último término adoptando la nomenclatura de FLORA EUROPAEA.

Además se tomó, en cada localidad, una muestra de suelo por triplicado mediante una sonda de suelos hasta una profundidad de 20-25 cm. Preparado el suelo según las técnicas usuales, se procedió a la determinación del pH usando el método de la pasta de suelo saturada con agua destilada, de HERNANDO (15), usando un pH-metro RADIOMETER.

El comportamiento de una especie con respecto a un factor dado puede determinarse siguiendo distintos criterios. En primer lugar, atendiendo al intervalo de variación de la especie, para lo cual utilizamos los valores máximos de resistencia a dicho factor, así como la media y desviación típica de todos los valores obtenidos. En segundo lugar, puede atenderse a la preferencia de la especie por determinadas clases del factor indicado, para lo cual pueden utilizarse los perfiles ecológicos [GOUNOT (11)], ya sean los de *frecuencias relativas*, que se obtienen dividiendo el número de presencias de la especie en cada una de las clases del factor por el número de muestras efectuadas en cada clase, ya sea utilizando los de *frecuencias corregidas*, que vienen dados por la frecuencia relativa dividida por la frecuencia media de la especie en el conjunto de muestras. Con este último método se visualiza muy bien la influencia del factor en cada clase, de forma que los valores superiores a 100 indican una presencia de la especie en dicha clase mayor que la media y, por lo tanto, una posible preferencia de esta especie por tal clase.

Una vez conocidas las frecuencias relativas de las especies y sus perfiles con respecto a un factor, puede calcularse la *significación ecológica* de dichas

especies mediante distintas técnicas. Una de ellas, utilizada por GODRON (9), GUILLERM (13) y DAGET (6), la exponemos a continuación:

a) En primer lugar, debe considerarse la información suministrada por el factor ambiental estudiado, que depende del número de muestras que hay en cada clase de dicho factor y que puede calcularse mediante las siguientes fórmulas:

$$\widehat{H}(L) = \sum_1^{NK} \frac{R(K)}{NR} \log_2 \frac{NR}{R(K)} \quad \widehat{H}_{\max} = \log_2 NK$$

donde

R(K) = Número de muestras que corresponden a la clase K del factor L.

NR = Número total de muestras efectuadas.

NK = Número de clases en que ha sido dividido el factor.

El cociente entre \widehat{H} y \widehat{H}_{\max} expresa el grado de fiabilidad de los resultados obtenidos e indica la calidad del muestreo para ese factor. El valor de $\widehat{H}(L)$ se denomina entropía-factor y su medida viene dada en bits.

b) En segundo lugar, se atiende a la información suministrada por la especie $\widehat{H}(L)$. Esta información depende de la frecuencia de la especie en el total de las localidades muestreadas, y puede calcularse mediante la fórmula:

$$\widehat{H}(E) = \frac{U(E)}{NR} \log_2 \frac{NR}{U(E)} + \frac{V(E)}{NR} \log_2 \frac{NR}{V(E)}$$

donde

U(E) = presencia de la especie en el total de localidades.

V(E) = ausencia de la especie en las muestras.

$\frac{U(E)}{NR}$ = frecuencia relativa de especie.

El máximo de información nos lo proporcionan las especies con un 50 % de presencias, y se obtienen valores mínimos cuando las presencias están próximas al 100 % o el 0 %. $\widehat{H}(E)$ se denomina entropía-especie.

c) Finalmente, la significación ecológica depende también de la interacción de ambas entropías que se estima mediante la fórmula:

$$\widehat{I}(L; E) = \sum_1^{NK} \frac{U(K)}{NR} \log_2 \frac{U(K)}{R(K)} \cdot \frac{NR}{U(E)} + \sum_1^{NK} \frac{V(K)}{NR} \log_2 \frac{V(K)}{R(K)} \cdot \frac{NR}{V(E)}$$

donde

U(K) = número de muestras de la clase K donde está presente la especie E.

V(K) = número de muestras de la clase K donde está ausente.

El término $U(K)/R(K) \cdot NR/U(E)$ = valor del término general del perfil corregido de presencias para una determinada clase K de un factor L.

\hat{I} (L;E) se denomina entropía especie-factor o información mutua especie-factor y refleja simultáneamente la distribución diferencial de la especie respecto al factor ambiental.

Por otra parte, la ordenación de los perfiles debe atenderse a unos criterios objetivos que atiendan a los intervalos de variación, a los segmentos modales o preferenciales y a la forma del perfil. Para ello MARLANGE (19) y (20) ha propuesto un sistema de ordenación en series que son las siguientes:

a) Serie de primer orden. Nos da el rango del segmento modal y se codifica mediante el número de orden de la primera clase que forma parte de dicho segmento.

b) Serie de segundo orden. Indica el número de clases que comprende el segmento modal y se codifica mediante ese número.

c) Serie de tercer orden. Indica el intervalo de variación de la especie con respecto al factor ambiental y se codifica por el número de clases de dicho intervalo.

d) Serie de cuarto orden. Indica el número de clases que hay a la izquierda y derecha del segmento modal y se codifica mediante dos cifras.

En la ordenación de los perfiles de las distintas especies se ha dado mayor importancia a las series de primer orden, después a las de segundo orden, etc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró un total de 69 especies, que pueden verse en la tabla 1, donde se indica además la frecuencia relativa y la entropía de cada una de ellas.

Las especies pueden dividirse atendiendo a su frecuencia relativa en las siguientes categorías:

MUY FRECUENTES (En más del 75 % de las muestras)	BASTANTE FRECUENTES (Entre el 75 y el 50 % de las muestras)	FRECUENTES (Entre el 50 y el 25 % de las muestras)
<i>Trifolium pratense.</i>	<i>Lotus corniculatus.</i>	<i>Medicago lupulina.</i>
<i>Trifolium repens.</i>	<i>Trifolium dubium.</i>	<i>Vicia hirsuta.</i>
	<i>Vicia sativa.</i>	<i>Anthyllis vulneraria.</i>
	<i>Lotus uliginosus.</i>	<i>Trifolium campestre.</i>
		<i>Vicia cracca.</i>

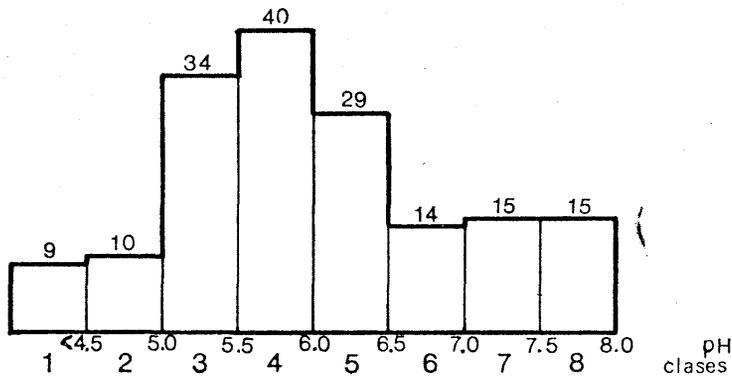
Con respecto al trabajo en la cuenca baja del Narcea, ALVAREZ (1), no se observan grandes diferencias en las frecuencias de las especies, si bien existe una cierta tendencia a la disminución en la mayoría de ellas.

En cuanto a la entropía-especie, las especies con frecuencia media son las que mejor pueden caracterizar algunos aspectos ecológicos concretos.

La gama de pH encontrada en la zona va desde 3,90 hasta 7,88, siendo la media de todas las localidades 5,98. El perfil de conjunto del pH de todas las localidades, que se obtiene agrupando los valores de pH en clases de 0,5 unidades, GODRON (10), puede verse en la figura 1. Se observa que la mayor parte de las muestras tienen pH ácido, lo que resulta lógico debido al gran número de sustratos ácidos y a la fuerte lixiviación de la mayor parte de los suelos.

La información del factor es: \hat{H} (pH) = 2,8028 bits, siendo la entropía máxima igual a tres bits, que corresponde al mejor muestreo posible para

FIG. 1.—Perfil de conjunto del pH. Se indica el número de muestras encontradas en cada clase



el factor. El cociente: $\hat{H}/\hat{H}_{max.} = 0,934$. Este cociente tan alto nos indica que están bien representadas todas las clases de pH.

En la tabla 1 y en la figura 2 pueden observarse los valores medios de pH

FIG. 2.—Valores medios y extremos del pH de las muestras donde se encuentra cada especie, en relación con la media de pH de todas las muestras (5,98)

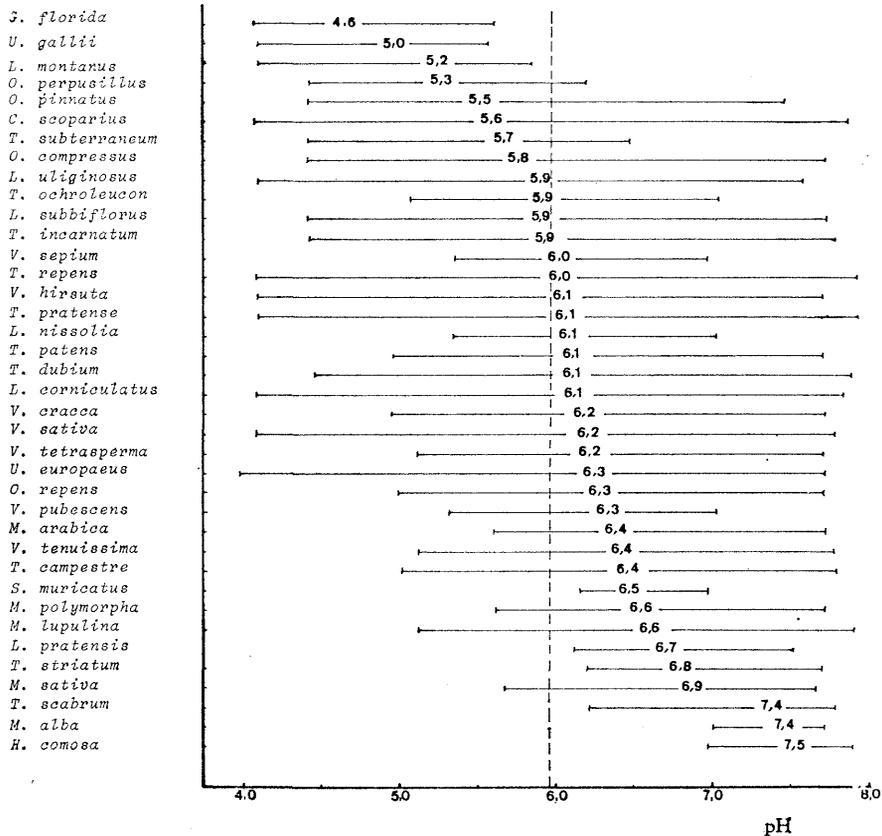


TABLA I

TOTAL DE ESPECIES ENCONTRADAS. SE INDICA EL NUMERO DE PRESENCIAS, LA ENTROPIA-ESPECIE Y LOS VALORES MINIMOS, MAXIMOS Y MEDIOS DEL pH

	Presen- cias.	Frec. rel. %	Entrop. especie bits	pH			
				max.	min.	x	s
MUESTRAS	166			7,88	3,90	5,98	0,94
E S P E C I E S	68						
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	63	38,0	0,9578	7,88	4,98	6,49	0,91
<i>Chamaespartium sagittale</i> (L.) P. Gibbs.	1	0,6	0,0046	--	--	6,98	--
<i>Chamaespartium tridentatum</i> (L.) P. Gibbs.	1	0,6	0,0046	--	--	4,10	--
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link.	9	5,4	0,3019	7,88	4,07	5,60	1,50
<i>Genista florida</i> L.	4	2,4	0,1609	5,58	4,07	4,65	0,72
<i>Genista hispanica</i> L.	2	1,2	0,0906	7,80	7,35	7,57	0,32
<i>Hippocrepis commutata</i> Pau	1	0,6	0,0046	--	--	7,78	--
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	10	6,0	0,3284	7,88	6,97	7,51	0,32
<i>Lathyrus aphaca</i> L.	1	0,6	0,0046	--	--	6,01	--
<i>Lathyrus montanus</i> Bernh.	11	6,6	0,3284	5,85	4,10	5,25	0,50
<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	1	0,6	0,0046	--	--	6,03	--
<i>Lathyrus nissolia</i> L.	4	2,4	0,1609	7,05	5,32	6,09	0,74
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	8	4,8	0,2787	7,52	6,12	6,68	0,55
<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	1	0,6	0,0046	--	--	6,22	--
<i>Lathyrus sylvestris</i> L.	1	0,6	0,0046	--	--	6,88	--
<i>Lotus angustissimus</i> L.	2	1,2	0,0906	6,15	5,30	5,72	0,61
<i>Lotus corniculatus</i> L.	122	73,5	0,8425	7,80	4,10	6,13	0,87
<i>Lotus subbiflorus</i> Lag.	29	17,5	0,6683	7,72	4,43	5,91	0,71
<i>Lotus uliginosus</i> Schkuhr	88	53,0	0,9944	7,59	4,10	5,91	0,71
<i>Lotus tenuis</i> Waldst. & Kit. ex Willd.	3	1,8	0,1305	7,51	7,08	7,35	0,24
<i>Medicago arabica</i> (L.) Hudson	16	9,6	0,4574	7,52	5,60	6,38	0,70
<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	1	0,6	0,0046	--	--	7,46	--
<i>Medicago lupulina</i> L.	77	46,4	0,9966	7,88	5,12	6,61	0,78
<i>Medicago minima</i> (L.) Bartal.	1	0,6	0,0046	--	--	7,78	--
<i>Medicago polymorpha</i> L.	17	10,2	0,4766	7,72	5,61	6,60	0,70
<i>Medicago sativa</i> L.	7	4,2	0,2521	7,67	5,69	6,87	0,86
<i>Melilotus alba</i> Medicus	4	2,4	0,1609	7,72	7,08	7,44	0,27
<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	1	0,6	0,0046	--	--	7,51	--
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas	1	0,6	0,0046	--	--	7,51	--
<i>Ononis reclinata</i> L.	2	1,2	0,0906	7,76	7,51	7,64	0,18
<i>Ononis repens</i> L.	30	18,0	0,6793	7,72	5,00	6,27	0,94
<i>Ornithopus compressus</i> L.	13	7,8	0,1084	7,72	4,43	5,77	0,80
<i>Ornithopus perpusillus</i> L.	15	9,0	0,4347	6,19	4,43	5,27	0,42
<i>Ornithopus pinnatus</i> (Miller) Druce	19	11,4	0,5132	7,46	4,43	5,52	0,62
<i>Ornithopus sativus</i> Brot.	2	1,2	0,0906	5,30	4,43	4,86	0,62
<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	4	2,4	0,1609	6,97	6,18	6,46	0,37
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	2	1,2	0,0906	7,76	7,08	7,42	0,48
<i>Trifolium arvense</i> L.	3	1,8	0,1305	7,72	6,22	7,13	0,80
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	56-	33,8	0,9223	7,78	5,04	6,43	0,84
<i>Trifolium cernuum</i> Brot.	1	0,6	0,0046	--	--	6,19	--
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	101	60,8	0,9658	7,88	4,43	6,11	0,83
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	2	1,2	0,0906	7,21	5,32	6,26	1,34
<i>Trifolium gemellum</i> Pourret ex Willd.	1	0,6	0,0046	--	--	6,19	--
<i>Trifolium glomeratum</i> L.	3	1,8	0,1305	7,76	6,19	6,72	0,90
<i>Trifolium incarnatum</i> L.	9	5,4	0,3019	7,78	4,43	5,94	0,94
<i>Trifolium ligusticum</i> Balbis ex Loisel.	1	0,6	0,0046	--	--	6,03	--
<i>Trifolium medium</i> L.	1	0,6	0,0046	--	--	7,78	--
<i>Trifolium ochroleucon</i> Hudson	6	3,6	0,2243	6,88	5,07	5,91	0,60
<i>Trifolium patens</i> Schreber	40	24,0	0,7966	7,72	4,98	6,10	0,78
<i>Trifolium pratense</i> L.	151	91,0	0,4347	7,88	4,10	6,07	0,85
<i>Trifolium repens</i> L.	142	85,5	0,5966	7,88	4,10	6,05	0,85
<i>Trifolium scabrum</i> L.	4	2,4	0,1609	7,78	6,22	7,37	0,77
<i>Trifolium spadiceum</i> L.	2	1,2	0,0906	5,60	5,38	5,49	0,16
<i>Trifolium squamosum</i> L.	3	1,8	0,1305	7,05	6,01	6,65	0,56
<i>Trifolium subterraneum</i> L.	5	3,0	0,1950	6,48	4,43	5,66	0,82
<i>Trifolium striatum</i> L.	5	3,0	0,1950	7,72	6,30	6,78	0,65
<i>Ulex europaeus</i> L.	13	7,8	0,3962	7,72	3,90	6,26	1,39
<i>Ulex gallii</i> Planchon	5	3,0	0,1950	5,55	4,10	4,97	0,63
<i>Vicia benghalensis</i> L.	1	0,6	0,0046	--	--	4,43	--
<i>Vicia bithynica</i> (L.) L.	2	1,2	0,0906	6,97	6,48	6,72	0,35
<i>Vicia cracca</i> L.	42	25,3	0,8160	7,72	4,98	6,18	0,87
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F.Gray	75	45,2	0,9933	7,72	4,10	6,06	0,84
<i>Vicia orobus</i> DC.	1	0,6	0,0046	--	--	5,45	--
<i>Vicia pubescens</i> (DC.) Link	8	4,8	0,2787	7,05	5,32	6,30	0,63
<i>Vicia sativa</i> L.	97	58,4	0,9794	7,78	4,10	6,20	0,88
<i>Vicia sepium</i> L.	10	6,0	0,3284	6,98	5,36	6,04	0,55
<i>Vicia tenuissima</i> (Bieb.) Schinz & Thell.	13	7,8	0,3962	7,76	5,12	6,40	0,86
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreber	10	6,0	0,3284	7,72	5,12	6,22	1,02

Total species

68

TABLA 2

ESPECIES Y GRUPOS DE COMPORTAMIENTO ECOLOGICO SIMILAR FRENTE AL pH

Grupos de comportamiento ecológico similar	ESPECIES	Clase modal	Muestras de la clase modal	Frecuencias de las especies	SERIES 1º ORDEN 2º ORDEN 3º ORDEN 4º ORDEN	Información mutua especie-factor (bits)	PERFIL CORREGIDO							
							C L A S E S							
							<4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8
1ª	<i>Genista florida</i>	4 a 4,50	9	4	1 1 4 0 3	0,0535	922	415	0	104	0	0	0	0
	<i>Ulex gallii</i>			5	1 1 4 0 3	0,0327	369	332	195	83	0	0	0	0
	<i>Trifolium subterraneum</i>			5	1 1 5 0 4	0,0246	369	0	98	83	229	0	0	0
	<i>Cytisus scoparius</i>			9	1 1 8 0 7	0,0636	615	184	54	46	0	132	0	246
	<i>Trifolium incarnatum</i>			9	1 1 8 0 7	0,0321	205	0	163	46	191	0	0	123
2ª	<i>Lathyrus montanus</i>	5,01 a 5,50	34	11	3 1 4 2 1	0,0659	168	151	266	113	0	0	0	0
	<i>Ornithopus perpusillus</i>			15	3 1 5 2 2	0,0893	123	221	293	55	38	0	0	0
	<i>Ornithopus pinnatus</i>			19	3 1 7 2 4	0,0842	97	0	231	153	30	0	58	0
	<i>Trifolium pratense</i>			151	3 4 8 2 2	0,2053	37	55	107	110	110	110	103	95
	<i>Trifolium repens</i>			142	3 5 8 2 1	0,1282	39	58	110	111	105	109	109	86
	<i>Ornithopus compressus</i>			13	3 1 8 2 5	0,0331	142	0	150	128	132	0	0	85
	3ª			<i>Trifolium ochroleucon</i>	5,51 a 6,00	40	6	4 1 4 1 2	0,0234	0	0	81	207	95
<i>Trifolium dubium</i>		101	4 1 8 3 4	0,0726			18	49	102	123	102	88	121	100
<i>Lotus subbiflorus</i>		29	4 1 8 3 4	0,0422			64	0	118	143	138	82	38	38
4ª	<i>Scorpiurus muricatus</i>	6,01 a 6,50	29	4	5 1 2 0 1	0,0487	0	0	0	0	429	296	0	0
	<i>Lathyrus pratensis</i>			8	5 1 4 0 3	0,0631	0	0	0	0	286	148	277	138
	<i>Trifolium striatum</i>			5	5 1 4 0 3	0,0473	0	0	0	0	343	0	221	221
	<i>Medicago polymorpha</i>			17	5 1 5 1 3	0,0829	0	0	0	73	236	70	195	195
	<i>Medicago arabica</i>			16	5 1 5 1 3	0,0642	0	0	0	130	215	74	138	138
5ª	<i>Vicia sepium</i>	6,51 a 7,00	14	10	6 1 4 3 0	0,0482	0	0	98	166	57	356	0	0
	<i>Vicia pubescens</i>			8	6 1 5 3 1	0,0253	0	0	61	104	143	296	138	0
	<i>Lotus uliginosus</i>			88	6 1 8 5 2	0,1665	42	38	122	141	85	148	88	13
6ª	<i>Melilotus alba</i>	7,01 a 7,50	15	4	7 2 2 0 0	0,0616	0	0	0	0	0	553	557	
	<i>Lathyrus nissolia</i>			4	7 1 5 4 0	0,0142	0	0	122	104	143	0	277	0
	<i>Ononis repens</i>			30	7 1 6 4 1	0,0603	0	0	114	111	57	79	221	148
	<i>Trifolium patens</i>			40	7 1 7 5 1	0,0685	0	42	85	156	86	59	194	55
	<i>Lotus corniculatus</i>			122	7 1 8 6 1	0,1187	45	27	100	109	117	87	127	109
	<i>Vicia sativa</i>			97	7 1 8 6 1	0,0911	38	34	86	111	112	86	148	125
	<i>Vicia hirsuta</i>			75	7 1 8 6 1	0,0414	49	44	98	127	99	95	135	74
	7ª			<i>Hippocrepis comosa</i>	7,51 a 8,00	15	10	8 1 3 2 0	0,1565	0	0	0	0	237
<i>Trifolium scabrum</i>		4	8 1 4 3 0	0,0608			0	0	0	0	143	0	0	830
<i>Medicago sativa</i>		7	8 1 5 4 0	0,0481			0	0	0	119	82	0	158	474
<i>Medicago lupulina</i>		77	8 1 6 5 0	0,3517			0	0	38	75	134	169	187	217
<i>Trifolium campestre</i>		56	8 1 6 5 0	0,1156			0	0	70	89	123	148	158	178
<i>Vicia tenuissima</i>		13	8 1 6 5 0	0,0481			0	0	138	96	176	182	0	255
<i>Vicia tetrasperma</i>		10	8 1 6 5 0	0,0427			0	0	146	83	114	0	0	332
<i>Anthyllis vulneraria</i>		63	8 1 7 6 0	0,1658			0	26	70	86	100	132	141	246
<i>Vicia cracca</i>		42	8 1 7 6 0	0,0478			0	40	116	89	136	56	105	158
<i>Ulex europaeus</i>		13	8 1 8 7 0	0,0609			284	128	38	64	0	91	170	341
ENTROPIA-FACTOR H'(pH)							2,8028	H'/H _{max} = 0,934						
PERFIL DE CONJUNTO						166	9	10	34	40	29	14	15	15

Número de especies en cada clase

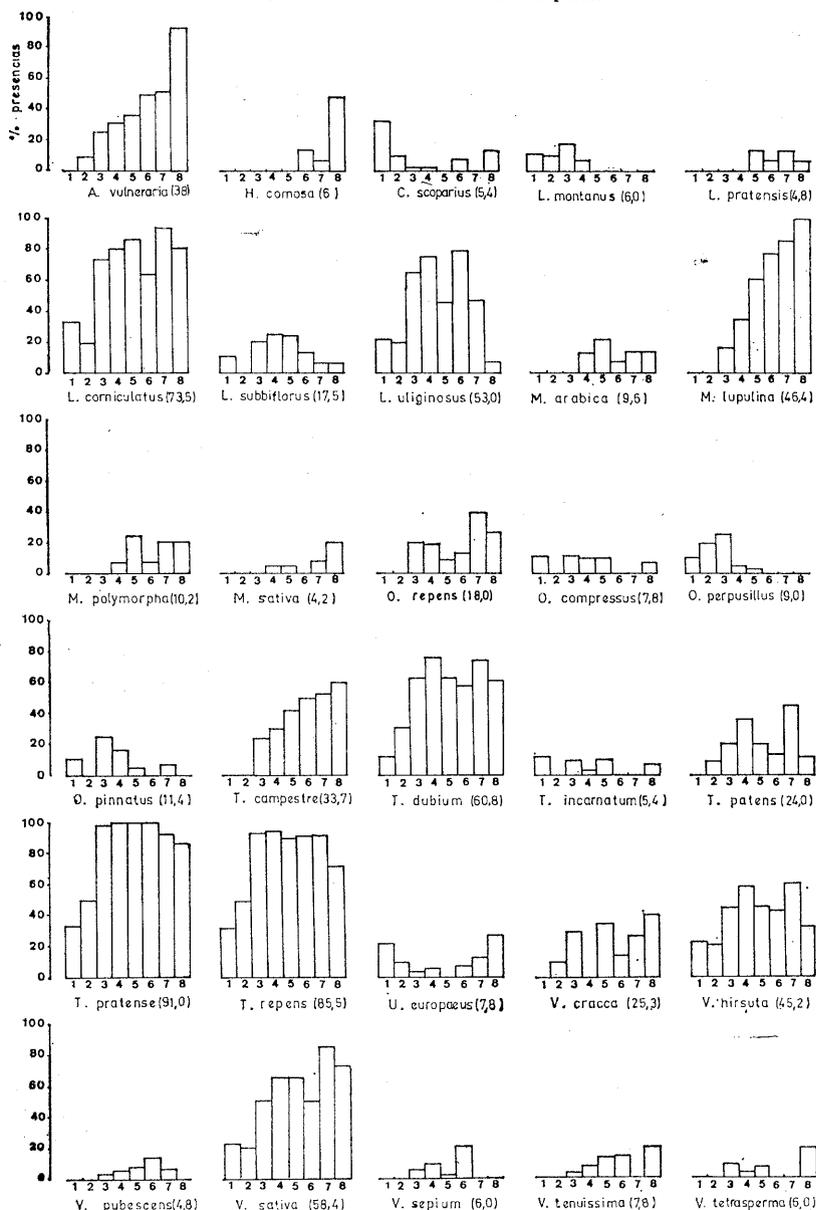
18 16 29 33 32 24 25 28

de las distintas especies. Sólo tres de ellas, *Hippocrepis comosa*, *Melilotus alba* y *Trifolium scabrum*, tienen una media superior a 7, es decir, claramente alcalina, y además las dos primeras no se han encontrado en ningún suelo netamente ácido. Por otra parte, son numerosas las especies con una media de pH inferior a 7, e incluso inferior a la media de todos los suelos estu-

diados. Las especies encontradas solamente en suelos ácidos son las siguientes (ordenadas de forma creciente respecto al valor medio de pH): *Genista florida*, *Ulex gallii*, *Lathyrus montanus*, *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium ochroleucon*, *Vicia sepium* y *Scorpiurus muricatus*.

La figura 3 muestra los perfiles ecológicos de frecuencia relativa de las

FIG. 3.—Perfiles de frecuencias relativas para el pH de todas las especies con número de presencias superior a 6. Las clases corresponden a las indicadas en la figura 1. Se indican las frecuencias relativas de las especies



distintas especies con un número de presencias superior a seis. Un primer análisis de estos perfiles nos permite una clasificación de las especies en los siguientes grupos:

a) Especies que pueden vivir en toda la gama de pH: *Cytisus scoparius*, *Lotus corniculatus*, *Lotus subbiflorus*, *Lotus uliginosus*, *Ornithopus compressus*, *Trifolium dubium*, *Trifolium incarnatum*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Ulex europaeus*, *Vicia hirsuta* y *Vicia sativa*.

b) Especies que tienden a localizarse preferentemente en suelos de pH alcalino: *Anthyllis vulneraria*, *Hippocrepis comosa*, *Ononis repens*, *Medicago lupulina*, *Medicago sativa*, *Trifolium campestre*, *Vicia cracca*, *Vicia tenuissima* y *Vicia tetrasperma*.

c) Especies que sólo se encuentran en suelos ácidos: *Lathyrus montanus*, *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium ochroleucon* y *Vicia sepium*.

d) Especies que tienden a encontrarse preferentemente en suelos ácidos, aunque puedan encontrarse también en suelos alcalinos: *Ornithopus pin-natus* y *Vicia pubescens*.

Quedan unas pocas especies de comportamiento difícil de interpretar por este método, como son: *Medicago arabica* y *Medicago polymorpha*, con presencia en las clases alcalinas, pero con clase modal ácida, y *Trifolium patens*.

Esta clasificación es, en cierto modo, arbitraria, y es mejor aplicar las técnicas de ordenación (ya expuestas anteriormente), cuyos resultados se pueden ver en la tabla 2.

Se obtienen siete grupos de especies de comportamiento similar frente al pH.

El primer grupo está formado por las especies cuya clase modal es la primera (pH hasta 4,5). La información mutua especie-factor es pequeña, debido al escaso número de localidades en las que han sido encontradas. Dos de estas especies, *Genista florida* y *Ulex gallii* no se encuentran cuando el pH es superior a 6,0, por lo que podrían ser consideradas como especies indicadoras de lugares ácidos si se hubiesen realizado mayor número de muestreos en matorrales.

Trifolium subterraneum es una especie rara en Asturias, DÍAZ (7) y NAVARRO (24), y de gran importancia pascícola en regiones españolas con un período árido; la presencia de esta especie en nuestra región parece más ligada a otros factores, como puede ser la textura del suelo, pues tiende a encontrarse en suelos arenosos. No obstante, otros autores ya han señalado la preferencia de dicha especie por los suelos ácidos, CABALLERO (4) y MOREY (22).

Las otras dos especies de este grupo nos proporcionan un perfil errático con intervalos de variación muy amplios.

El segundo grupo tiene la clase modal de pH entre 5,0 y 5,5. *Lathyrus montanus* y *Ornithopus perpusillus* proporcionan dos perfiles típicos, con una clara disminución a partir de la clase modal hasta la desaparición en suelos con pH superior a 6,0 y 6,5, respectivamente, por lo que podemos considerarlas como indicadoras de acidez en la zona estudiada. Ambas especies, a pesar de un comportamiento similar frente al pH, difieren, en general, respecto a otros factores, pues *Lathyrus montanus* se encuentra en prados umbríos y próximos a bosques, ALVAREZ (1), y *Ornithopus perpusillus* tiende a encontrarse en lugares áridos y arenosos, COSTE (5).

Las otras dos especies de *Ornithopus* también pertenecen a este grupo, pero con un margen de variación mucho mayor.

En este grupo están las dos especies con mayor frecuencia relativa, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, que se encuentran en todo el intervalo de pH, pero que nos proporcionan una información mutua elevada (0,205 y 0,128 bits), debido a la disminución de la frecuencia corregida en las clases inferiores. Esto es importante, aunque debe matizarse por el hecho de que algunas de las muestras con pH muy bajo fueron tomadas en matorrales y, por lo tanto, sin ninguna especie pratense típica. Otros autores ya han señalado la gran amplitud de ambas especies para dicho factor, CABALLERO (4) y MOREY (22), aunque DUQUE (8) encuentra valores entre márgenes más estrechos (*T. repens* entre 5,0 y 7,0 y *T. pratense* entre 5,2 y 8,2).

En el tercer grupo ninguna de las especies tiene información mutua grande, encontrándose en éste *Trifolium dubium*, con un comportamiento similar a *T. pratense* y *T. repens*.

El cuarto grupo es interesante, pues en todos los casos el pH encontrado es superior a 5,5. De este grupo destacan *Lathyrus pratensis*, *Medicago polymorpha* y *Medicago arabica*; estas tres especies resisten muy bien la alcalinidad, aunque tienen la clase modal entre 6,0 y 6,5.

El quinto grupo, formado por especies cuya clase modal está entre 6,5 y 7,0, solamente incluye una especie con información y número de presencias elevadas, *Lotus uliginosus*; ésta resiste mal los valores extremos, teniendo preferencia por los suelos con pH medio.

El sexto grupo es relativamente dispar. Comprende especies como *Melilotus alba*, ligada a suelos alcalinos, pero también arenosos, por lo que ambos factores pueden enmascararse. *Ononis repens* presenta un intervalo de variación relativamente amplio, faltando únicamente en las dos primeras clases, sin que pueda apreciarse una preferencia clara por el resto de éstas y todos los valores del perfil corregido son relativamente erráticos. Un comportamiento similar lo presenta *Trifolium patens*, aunque la zona inferior de resistencia es más amplia.

El subgrupo formado por *Lotus corniculatus*, *Vicia sativa* y *Vicia hirsuta*, que se encuentran en todo tipo de suelos, presenta un fuerte descenso en las clases inferiores. Para un pH superior a 5,0, este factor parece no influir en la presencia de dichas especies, ya que todos los valores del perfil corregido están próximos a 100.

El séptimo grupo está formado por las especies cuya clase modal varía entre 7,5 y 8,0. Se caracteriza, en general, por la no existencia en las clases inferiores de pH, a excepción de *Ulex europaeus*, que se encuentra en todo el intervalo de variación y responde a su carácter de invasora, ALVAREZ (1).

La especie que mejor nos puede caracterizar los suelos alcalinos es *Hippocrepis comosa*, que suministra una buena información mutua (0,156 bits), y no se encuentra en suelos con pH inferior a 6,97.

Los casos más destacables los proporcionan tres especies de este grupo, *Medicago lupulina*, *Trifolium campestre* y *Anthyllis vulneraria*, a las que podríamos añadir *Vicia tenuissima*, aunque esta última con mucha menor información; estas especies dan perfiles que aumentan progresivamente hasta la última clase de pH más alcalino, con valores mínimos de resistencia de pH 5,0 y de 4,5 para *A. vulneraria*. Son, por lo tanto, especies claramente influenciadas por el pH, destacándose *Medicago lupulina*, que se encuentra

prácticamente en la mitad de las localidades muestreadas, con una información mutua especie-factor de 0,352 bits, que es el valor más alto de todas las especies estudiadas; estos resultados concuerdan con los presentados por CABALLERO (3) y GRIME (12).

Hay que destacar el comportamiento de *T. campestre*, que muestra un perfil totalmente contrario al encontrado por MOREY (23) en la provincia de Guadalajara. Nosotros interpretamos esto como una posible sustitución de factores limitantes, puesto que esta especie, que se considera mediterránea, busca en la región atlántica una termofilia que encuentra muchas veces en suelos calcáreos poco profundos.

Podemos concluir, en general, que las especies más frecuentes, *T. pratense*, *T. repens*, *L. corniculatus*, *T. dubium* y *Vicia sativa* tienen un comportamiento similar frente al pH, siendo menos frecuentes en los suelos extremadamente ácidos (hasta un pH 5). Esto podría ser importante para un posible desbrozamiento de matorrales acidófilos, tan comunes en nuestra región, en los que la implantación de dichas especies parece difícil, siendo más factible, probablemente, la implantación de especies del género *Ornithopus* y de *Trifolium incarnatum*.

Las especies de leguminosas pratenses ligadas a una acidez acusada son *Lathyrus montanus* y *Ornithopus perpusillus*. Una única especie caracteriza muy claramente suelos alcalinos.

La aplicación de las técnicas indicadas permite trabajar con un gran número de datos, pudiéndose obtener resultados bastante claros.

Por último, la realización de trabajos de este tipo para todas las especies y distintos factores ambientales puede constituir una base muy importante para el desarrollo de una ecología regional, y permite comparar resultados obtenidos en distintas regiones y mostrar las posibles sustituciones de factores limitantes.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ALVAREZ, M.A., y MOREY, M., 1974: *Ecología de leguminosas pratenses en relación con algunos factores ambientales en la cuenca baja del Narcea (Asturias)*. Pastos, 4 (2), 220-234.
- (2) BORJA, J., 1962: *Las "mielgas" y "carretones" españoles. Estudio botánico del género Medicago L.* Inst. Nac. Invest. Agron. Madrid.
- (3) CABALLERO, R., 1972: *Ecología, valor agronómico y zootécnico de las especies y variedades de interés pascícola en España (III)*. Géneros: Hedysarium, Lotus, Medicago, Melilotus y Onobrychis. Pastos, 2 (2), 183-198.
- (4) CABALLERO, R., 1973: *Ecología, valor agronómico y zootécnico de las especies y variedades de interés pascícola en España (IV)*. Géneros: Trifolium y Vicia. Pastos, 3 (1), 5-24.
- (5) COSTE, H., 1937: *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. Albert Blanchard. París.
- (6) DAGET, PH.; GODRON, M., y GUILLERM, J.L., 1970: *Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques, application a l'étude d'un transect dans la vallée de Liptov (Tchécoslovaquie)*. Comm. 14ème. Symp. Assoc. Internat. Phytosociol., 32 páginas.
- (7) DÍAZ, T.E., 1975: *Estudio de la flora y vegetación del litoral occidental asturiano*. Tesis doctoral. Fac. Cienc. Oviedo.
- (8) DUQUE MACÍAS, F., 1971: *Estudio químico de suelos y especies pratenses y pascícolas de la provincia de Salamanca*. Tesis doctoral. Fac. Cienc. Salamanca.
- (9) GODRON, M., 1968: *Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale*. Oecol. Plant., 3, 185-212.

- (10) GODRON, M., et al., 1968: *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. C.N.R.S./C.E.P.E., 292 págs. París.
- (11) GOUNOT, M., 1969: *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson et Cie. París.
- (12) GRIME, J.P., y LLOYD, P.S., 1973: *An ecological atlas of grassland plants*. Arnold ed. London.
- (13) GUILLERM, J.L., 1971: *Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces*. Oecol. Plant., 6, 209-225.
- (14) GUINEA, E., 1953: *Estudio botánico de las vezas y arvejas españolas*. (Monografía del género *Vicia* en España.) Inst. Nac. Invest. Agron.
- (15) HERNANDO, V., y SÁNCHEZ CONDE, P., 1954: *Estudio del pH en suelos de distintas características*. An. Edaf. y Fis. Veg., 13, 737-766.
- (16) I.C.O.N.A., 1976: *Introducción al estudio físico-químico-biológico del río Narcea*. Madrid.
- (17) I.G.M.E., 1971: *Mapa geológico de España*. Escala 1:200.000. Hojas 2 y 9. Madrid.
- (18) LOSA, M., 1958: *El género Ononis L. y las Ononis españolas*. Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 16, 227-338. Madrid.
- (19) MARLANGE, M., 1973: *Contribution a l'étude phyto-écologique du Chaco argentin*. These. Univ. des Sc. et Techn. du Languedoc. Montpellier.
- (20) MARLANGE, M., 1973: *Ordination et groupement des profils écologiques*. Rec. de Meth. Phytosociol., fasc., 3. C.N.R.S./C.E.P.E. Montpellier.
- (21) MARTÍN, A.; MOREY, M., y OLIVER, S., 1971: *Especies espontáneas anuales del género Trifolium en la zona centro de España*. Pastos, 1 (2), 177-186.
- (22) MOREY, M., 1974: *Ecología del género Trifolium en relación con el pH del suelo en la provincia de Guadalajara*. Pastos, 4 (2), 209-219.
- (23) MOREY, M., *Ecología de leguminosas en relación con algunos factores ambientales en Guadalajara*. I. Aspectos florísticos y relación con la clase de suelo. Anal. Edaf. y Agrobiol. En prensa.
- (24) NAVARRO, F., 1974: *Estudio de la flora y la vegetación de la sierra del Aramo y sus estribaciones*. Tesis doctoral. Fac. Cienc. Oviedo.
- (25) PELLO, J., 1971: *Mapa geológico de la región central de Asturias*. Tesis doctoral. Fac. Cienc. Oviedo.
- (26) TUTIN, T.G., et al., 1968: *Flora Europaea*. Vol. II. Cambridge University Press Cambridge.
- (27) VICIOSO, C., 1953: *Tréboles españoles. Revisión del género Trifolium*. Inst. Bot. Cavanilles. Madrid.

ECOLOGY OF GRASSLAND LEGUMINOSAE SPECIES RELATED TO SOIL pH IN THE
TRACT OF RIVER NARCEA (ASTURIAS, SPAIN)

SUMMARY

The distribution of the leguminosae species of the tract of River Narcea (Asturias, Spain) and its relation with the soil pH have been studied in 166 samples. The pH range of goes from 3,90 to 8,02. Techniques of elaboration of frequency histograms and criteria of forming groups of species of similar ecological profiles respect to the considered factor are applied. The histograms of the different species have been made and commented. It may be pointed out that some of the more frequent species, *Medicago lupulina*, *Anthyllis vulneraria* and *Trifolium campestre*, show high affinity for alkaline soils. The other more important and frequent species, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Lotus corniculatus*, *Vicia sativa*, *T. dubium* and *V. hirsuta*, have a range of total variation although all of them lower their frequencies in very acid soils.