

**INFLUENCIA DE DOSIS CRECIENTES
DE ABONADO N-P-K EN PRADOS DE SIEGA
DE MONTAÑA**

II. COMPOSICION BOTANICA

*Por M. Rodríguez
A. Calleja,
T. de la Puente
A. Suárez*

INTRODUCCION

En un trabajo precedente⁴ se había estudiado la correlación existente entre el abonado NPK y el porcentaje en peso de gramíneas leguminosas y «otras» especies pratenses. Los datos utilizados para ello correspondían a los obtenidos en el segundo año de implantación de una experiencia de fertilización en un prado natural de regadío.

Una vez reunidos los valores correspondientes a los tres años que hasta ahora ha durado la experiencia, se pretende estudiar más profundamente los efectos que las diferentes dosis de fertilizantes han tenido sobre estos tres grupos de plantas.

MATERIAL Y METODOS

El tipo de diseño experimental empleado, así como los fertilizantes y sus dosis han sido expuestos en la parte I de este trabajo.

Las muestras se tomaron en los cortes de junio y septiembre y a lo largo de tres años, cogiendo en cada caso una cantidad de muestra representativa de cada parcela. Una vez llevadas al laboratorio se las separó en los tres grupos descritos, secándolas posteriormente a 102° C durante dieciocho horas y pesándolas para calcular el porcentaje correspondiente a cada una de ellas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se expresan los porcentajes de los tres grupos estudiados en los cortes de junio y septiembre, para los sesenta y cuatro tratamientos efectuados, siendo los valores expuestos en ella la media de tres años.

TABLA 1
Efecto de los fertilizantes sobre la composición botánica del prado (% de materia seca)
(media de tres años)

ABONADO			Junio			Septiembre			Abonado			Junio			Septiembre		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Gram.	Leg.	Otras	Gram.	Leg.	Otras	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Gram.	Leg.	Otras	Gram.	Leg.	Otras
0	0	0	38,4	15,5	46,1	14,8	21,4	63,8	0	2	0	73,8	14,0	12,2	40,9	29,2	29,9
0	0	1	56,5	13,3	30,2	22,8	25,3	51,9	0	2	1	71,0	21,4	7,6	51,7	28,4	19,9
0	0	2	51,4	13,9	34,7	29,3	16,1	54,6	0	2	2	68,4	25,8	5,8	31,7	38,9	29,4
0	0	3	71,8	7,7	20,5	22,5	13,6	63,9	0	2	3	70,3	23,0	6,7	56,0	28,9	15,1
1	0	0	71,2	8,2	20,6	38,6	14,9	46,5	1	2	0	78,9	13,1	8,0	58,1	17,3	24,6
1	0	1	74,8	5,7	19,5	34,3	19,7	46,0	1	2	1	89,4	1,8	8,8	58,0	10,6	31,4
1	0	2	88,9	2,1	9,0	48,0	13,1	38,9	1	2	2	65,9	13,6	20,5	37,3	20,7	42,0
1	0	3	79,5	5,9	14,6	33,2	16,4	50,4	1	2	3	75,0	9,9	15,1	48,6	15,0	36,4
2	0	0	77,2	4,2	18,6	47,3	4,7	48,0	2	2	0	87,0	1,4	11,6	73,9	3,9	22,2
2	0	1	81,8	3,4	14,8	60,1	7,1	32,2	2	2	1	81,7	3,3	15,0	54,7	12,1	33,2
2	0	2	89,5	1,5	9,0	52,3	7,5	40,2	2	2	2	66,7	7,2	26,1	45,3	19,0	35,7
2	0	3	82,8	2,6	14,6	55,2	10,3	34,5	2	2	3	88,7	3,1	8,2	68,1	12,8	19,1
3	0	0	69,8	2,2	28,0	38,0	2,1	59,9	3	2	0	83,0	1,5	15,5	71,8	5,8	22,4
3	0	1	53,5	2,3	44,2	32,1	7,8	60,1	3	2	1	93,4	0,2	6,4	84,6	1,6	13,8
3	0	2	59,1	4,7	36,2	35,0	7,2	57,8	3	2	2	90,2	1,8	7,9	77,2	7,0	15,8
3	0	3	68,5	2,2	29,3	37,8	2,8	59,4	3	2	3	90,2	0,9	8,9	80,9	5,4	13,7
0	1	0	70,4	20,3	9,3	35,4	27,7	36,9	0	3	0	80,2	9,8	10,0	49,2	24,7	26,1
0	1	1	74,4	21,0	4,6	44,6	29,1	26,3	0	3	1	63,0	28,9	8,1	32,0	35,2	32,8
0	1	2	70,1	16,6	13,3	53,5	27,2	19,3	0	3	2	68,2	21,4	10,4	38,6	35,2	26,2
0	1	3	74,7	13,1	12,2	50,5	32,7	16,8	0	3	3	66,0	21,2	12,8	36,2	28,3	35,5
1	1	0	77,9	7,3	14,8	52,4	12,1	35,5	1	3	0	86,1	2,8	11,1	57,6	11,2	31,2
1	1	1	71,9	17,4	10,7	55,0	21,1	23,9	1	3	1	88,6	4,2	7,2	62,2	17,3	20,5
1	1	2	77,2	4,2	18,6	60,8	6,5	32,7	1	3	2	84,1	9,3	6,6	60,4	19,9	19,7
1	1	3	72,3	8,0	19,7	55,9	10,6	33,5	1	3	3	81,9	9,9	8,2	68,2	12,3	19,5
2	1	0	77,6	6,4	16,0	49,6	14,9	35,5	2	3	0	91,7	0,9	7,4	71,6	1,7	26,7
2	1	1	79,2	8,2	12,6	62,9	6,9	30,2	2	3	1	93,6	1,5	4,9	79,1	2,7	18,2
2	1	2	90,0	1,1	8,9	75,3	5,4	19,3	2	3	2	90,1	5,1	4,8	76,1	9,8	14,1
2	1	3	88,0	4,3	7,7	67,1	7,1	25,8	2	3	3	82,4	6,3	11,3	68,6	9,2	22,2
3	1	0	91,9	3,6	4,5	69,6	6,2	24,2	3	3	0	82,2	3,7	14,1	64,2	5,7	30,1
3	1	1	85,7	2,2	12,1	74,6	8,0	17,4	3	3	1	92,2	1,9	5,9	77,9	4,7	17,4
3	1	2	88,5	1,5	10,0	70,8	11,8	17,4	3	3	2	94,2	1,6	4,2	79,3	5,5	15,2
3	1	3	93,8	0,3	5,9	83,7	4,0	12,3	3	3	3	91,5	0,9	7,6	74,6	5,4	20,0

En primer lugar podemos apreciar cómo los porcentajes de leguminosas y «otras» son mayores en el corte efectuado en septiembre que en el realizado en junio, este

detalle lo habíamos puesto de manifiesto anteriormente⁴, indicando sus posibles causas.

En la tabla 2 se muestran las características de las variables. Se puede observar cómo los valores más bajos para las gramíneas coinciden con los tratamientos carentes de nitrógeno, excepto en septiembre de 1980. En el caso de las leguminosas y de las «otras» y para estos mismos valores ocurre lo contrario, es decir se encuentran en las dosis medias o altas de nitrógeno.

TABLA 2
Características de las variables

Variable	Media	Desviación Típica	Coefficiente de variación	Valor más bajo	Tratamiento	Valor más alto	Tratamiento
G-J-78	77,08	13,05	0,16	43,60	0-0-1	98,30	3-2-1
L-J-78	8,20	7,84	0,95	0,00	3-2-1	30,20	1-1-1
O-J-78	14,64	9,36	0,63	0,80	2-3-0	42,70	0-0-1
G-J-79	74,42	16,14	0,21	31,80	0-3-1	97,50	3-1-3
L-J-79	10,04	12,43	1,23	0,00	3-2-1	60,20	0-3-1
O-J-79	15,81	11,61	0,73	0,80	3-3-2	51,60	3-0-1
G-J-80	83,09	12,60	0,15	30,50	0-0-0	99,40	3-3-2
L-J-80	5,63	5,38	0,95	0,00	2-3-1	20,10	0-0-0
O-J-80	12,03	12,31	1,02	0,00	3-3-2	56,70	2-3-0
G-S-78	45,85	18,11	0,39	8,80	0-3-2	84,30	2-3-1
L-S-78	16,66	12,27	0,73	1,20	3-2-1	53,00	0-3-2
O-S-78	37,65	13,27	0,35	11,20	3-2-3	67,50	0-0-0
G-S-79	55,45	21,32	0,38	8,10	0-0-3	91,70	3-1-3
L-S-79	18,26	15,60	0,85	1,20	2-2-0	50,00	0-0-2
O-S-79	27,43	15,79	0,57	3,10	0-1-3	78,40	0-0-3
G-S-80	60,69	20,13	0,33	10,10	2-3-0	92,30	3-2-1
L-S-80	9,31	7,26	0,78	0,10	3-3-3	31,30	0-2-2
O-S-80	29,19	17,75	0,60	6,20	3-2-1	66,10	0-0-0

La mayor proporción de gramíneas se encuentra, como es lógico, en los tratamientos con dosis altas de nitrógeno, hecho que provoca el descenso marcado de leguminosas y «otras».

La tabla 3 expresa los valores de la correlación entre las variables. Sin entrar en detalles explicando cada una de ellas, podemos a simple vista apreciar cómo la correlación existente entre las gramíneas con los dos restantes grupos de plantas estudiadas siempre tiene signo negativo, aun en el caso de que la correlación existente no sea significativa.

TABLA 3
Matriz de correlación

Variable	G-J-78	L-J-78	O-J-78	G-J-79	L-J-79	O-J-79	G-J-80	L-J-80	O-J-80	G-S-78	L-S-78	O-S-78	G-S-79	L-S-79	O-S-79	G-S-80	L-S-80	O-S-80
G-J-78	1,000																	
L-J-78	-0,703	1,000																
O-J-78	-0,798	0,133	1,000															
G-J-79	0,582	-0,469	-0,417	1,000														
L-J-79	-0,433	0,662	0,046	-0,670	1,000													
O-J-79	-0,332	-0,076	0,528	-0,651	-0,100	1,000												
G-J-80	0,537	-0,090	-0,669	0,548	-0,194	-0,581	1,000											
L-J-80	-0,349	0,375	0,159	-0,414	0,517	0,010	-0,501	1,000										
O-J-80	-0,302	-0,121	0,524	-0,330	-0,074	0,569	-0,772	0,022	1,000									
G-S-78	0,644	-0,579	-0,408	0,794	-0,596	-0,459	0,519	-0,441	-0,358	1,000								
L-S-78	-0,476	0,771	0,005	-0,565	0,788	-0,071	-0,142	0,492	-0,089	-0,694	1,000							
O-S-78	-0,415	0,064	0,531	-0,549	0,073	0,687	-0,569	0,132	0,621	-0,727	0,016	1,000						
G-S-79	0,556	-0,398	-0,442	0,777	-0,561	-0,493	0,546	-0,391	-0,432	0,788	-0,440	-0,678	1,000					
L-S-79	-0,299	0,497	-0,003	-0,498	0,655	-0,027	-0,153	0,443	0,016	-0,527	0,608	0,167	-0,532	1,000				
O-S-79	-0,353	-0,006	0,500	-0,540	0,070	0,709	-0,573	0,060	0,592	-0,543	-0,012	0,760	-0,702	0,034	1,000			
G-S-80	0,378	-0,132	-0,420	0,471	-0,126	-0,530	0,630	-0,207	-0,706	0,448	-0,047	-0,604	0,632	-0,250	-0,686	1,000		
L-S-80	-0,215	0,459	-0,093	-0,233	0,452	-0,149	-0,205	0,614	-0,106	-0,280	0,438	-0,035	-0,358	0,529	-0,014	-0,315	1,000	
O-S-80	-0,412	0,001	0,581	-0,477	-0,005	0,676	-0,653	0,023	0,677	-0,379	-0,112	0,627	-0,534	0,029	0,758	-0,890	-0,017	1,000

Con los 1.152 datos que constituyen la matriz general de datos, se procedió a su estudio estadístico utilizando para ello un análisis en componentes principales². En la tabla 4 se muestran los 18 factores (igual al número de variables) que explican el 100% de la varianza total, y dado que los cuatro primeros lo hacen en un 81,2%, y que éstos nos darán suficiente información de lo ocurrido, vamos a utilizar únicamente estos factores.

TABLA 4
Factores explicativos de la varianza total

Factor	Varianza explicada	Proporción acumulada de la varianza total
1	7,989	44,4
2	4,199	67,7
3	1,293	74,9
4	1,142	81,2
5	0,769	85,5
6	0,565	88,6
7	0,502	91,4
8	0,444	93,9
9	0,394	96,1
10	0,239	97,4
11	0,189	98,5
12	0,145	99,3
13	0,087	99,8
14	0,033	99,9
15	0,011	100,0
16	0,001	100,0
17	0,000	100,0
18	0,000	100,0

En la tabla 5 se expresan las varianzas explicadas para cada variable y por cada uno de los factores retenidos. Podemos observar cómo el factor 1 nos explica, en mayor o menor grado, lo que ocurre con las gramíneas y «otras», si bien algunas de ellas lo están mejor por otro factor, es el caso de junio de 1979 con el factor 3.

Las leguminosas en ambos cortes son explicadas por el factor 2, aunque las del año 1980 lo son mejor por el factor 4.

Partiendo de los valores anteriores y por medio de una transformación con el fin de evitar los datos negativos, obtenemos la tabla 6, en la que se muestra la matriz de porcentajes de dependencia y en la que se expresa la varianza explicada por cada factor, así como la explicada por cada variable.

TABLA 5
Factores explicativos de la varianza de las variables

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
O-S-79	0,892	0,000	0,000	0,000
O-S-80	0,868	0,000	0,000	0,000
O-S-78	0,834	0,000	0,000	0,000
G-S-80	-0,827	0,000	0,000	-0,372
O-J-79	0,811	0,000	0,000	0,000
O-J-80	0,779	0,000	-0,259	0,000
G-S-79	-0,707	-0,594	0,000	0,000
G-J-80	-0,677	0,000	0,485	-0,400
G-J-79	-0,562	-0,703	0,000	0,000
G-S-78	-0,516	-0,761	0,000	0,000
L-S-78	0,000	0,886	0,000	0,000
L-J-79	0,000	0,856	0,000	0,262
L-J-78	0,000	0,796	-0,328	0,000
L-S-79	0,000	0,702	0,000	0,386
G-J-78	-0,272	-0,510	0,778	0,000
O-J-78	0,498	0,000	-0,801	0,000
L-S-80	0,000	0,370	0,000	0,813
L-J-80	0,000	0,391	0,000	0,720

TABLA 6
Matriz de porcentajes de dependencia

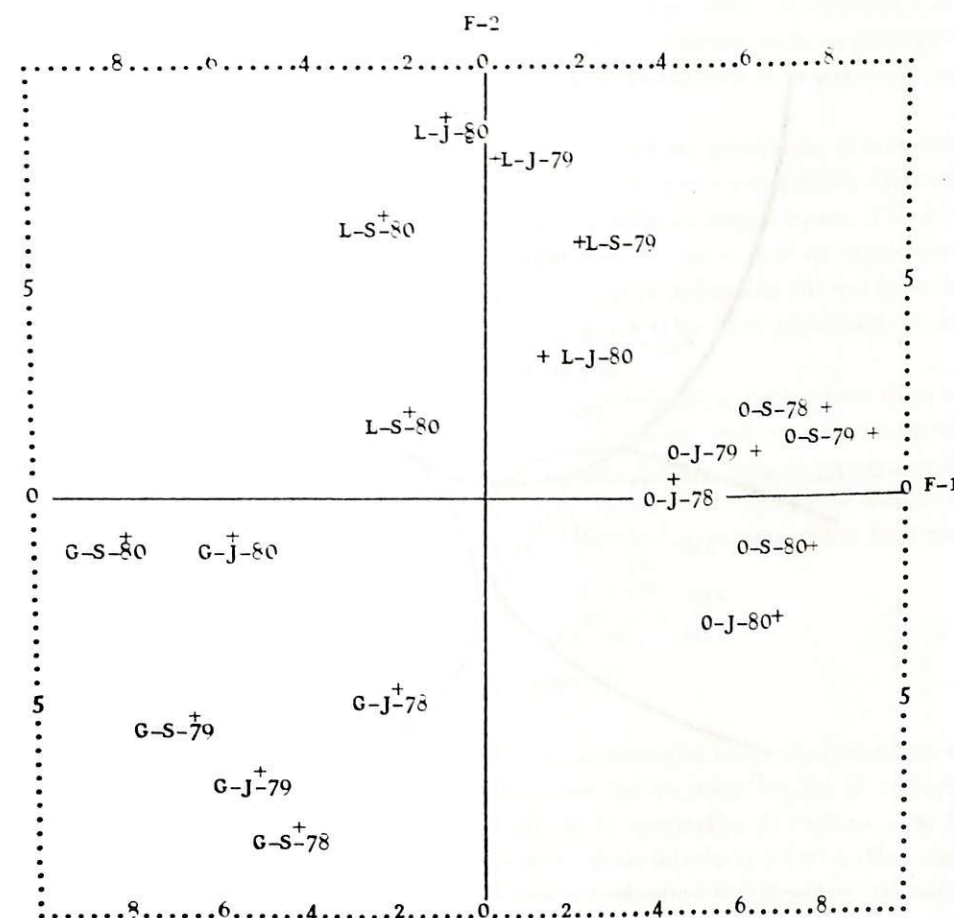
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Varianza explicada por la variable
O-S-79	79,56	0,00	0,00	0,00	79,56
O-S-80	75,34	0,00	0,00	0,00	75,34
O-S-78	69,55	0,00	0,00	0,00	69,55
G-S-80	68,33	0,00	0,00	13,83	82,16
O-J-79	65,77	0,00	0,00	0,00	65,77
O-J-80	60,68	0,00	6,70	0,00	67,38
G-S-79	49,98	35,28	0,00	0,00	85,23
G-J-80	45,83	0,00	23,52	16,00	85,35
G-J-79	31,58	49,42	0,00	0,00	81,00
G-S-78	26,62	57,92	0,00	0,00	84,54
L-S-78	0,00	78,49	0,00	0,00	78,49
L-J-79	0,00	74,82	0,00	6,86	81,68
L-J-78	0,00	63,36	10,75	0,00	74,11
L-S-79	0,00	49,28	0,00	14,89	64,17
G-J-78	7,39	26,01	60,52	0,00	93,92
O-J-78	24,80	0,00	64,16	0,00	88,96
L-S-80	0,00	13,96	0,00	66,09	79,78
L-J-80	0,00	15,28	0,00	51,84	67,12
Varianza explicada por el factor	33,63	25,75	10,35	9,41	
Varianza acumulada explicada por el factor	33,63	59,38	69,73	79,14	

Si observamos estas dos últimas tablas, vemos que los dos primeros factores nos dan información, en mayor o menor medida, de las 18 variables estudiadas, de aquí que utilizemos únicamente éstos para realizar las representaciones, tanto del conjunto de las gramíneas, leguminosas y «otras», como de las diferentes dosis de fertilizantes.

En el primer caso, es decir, cuando representamos las 18 variables en el espacio de los factores 1 (eje de abscisas) y 2 (eje de ordenadas), obtenemos la figura I. En ella se puede apreciar la neta separación existente entre los tres grupos de plantas

FIGURA I

Representación gráfica del conjunto de gramíneas, leguminosas y "otras" en el espacio de los factores



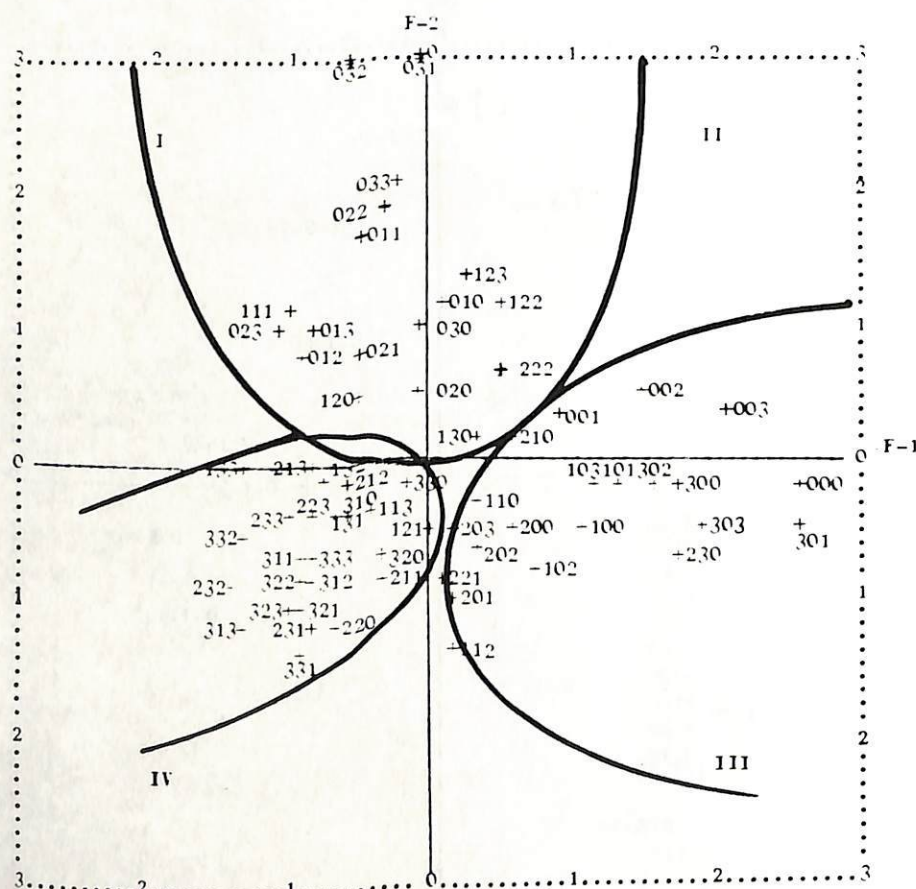
estudiadas, por lo que se pensó que sería muy representativo situar en los mismos ejes los 64 tratamientos y de esta manera observar cuáles eran las dosis que podían favorecer a cada uno de los tres grupos.

La figura II muestra esta representación y en ella podemos observar qué abonados actúan beneficiosamente en cada uno de los grupos.

Superponiendo las dos figuras, podemos apreciar cómo las dosis que favorecen la presencia de leguminosas son aquellas en las que el nitrógeno se encuentra en pequeñas cantidades (a veces no existe) y el fósforo se encuentra en proporciones elevadas, siendo los tratamientos 0-3-1 y 0-3-2 los óptimos para este tipo de plantas¹.

FIGURA II

Representación gráfica de los tratamientos en el espacio de los factores



En el caso de «otras» observamos cómo los tratamientos que favorecen este tipo de plantas son aquellos en los cuales el fósforo está ausente, aunque el contenido en nitrógeno sea alto.

En el cuadrante IV se pueden apreciar las dosis de fertilizantes que tienen un marcado efecto beneficioso sobre la producción de gramíneas. Se observa que en esta zona se encuentran los tratamientos en los cuales el nitrógeno está presente en sus dosis más elevadas.

Observando la distribución de todos los tratamientos, se puede apreciar que el potasio no parece tener una marcada influencia en cuanto a la producción de gramíneas, leguminosas y «otras»³.

En la figura III se representan gráficamente los valores medios de tres años, y para los dos cortes, de los tres grupos de plantas estudiados, observándose la influencia que sobre ellos tienen dosis crecientes de fósforo y nitrógeno.

Para las gramíneas, y en ausencia de fósforo, vemos cómo el porcentaje más elevado se encuentra con 120 u./Ha./año de nitrógeno, disminuyendo su proporción al aumentar este fertilizante. Este hecho se ha visto igualmente en la parte I de este trabajo cuando se trató de la producción.

La aplicación de fósforo provoca un incremento en las gramíneas, si bien éstas llegan a estabilizarse a partir de 120 u./Ha./año de nitrógeno y con 240 u./Ha./año de fósforo. El comportamiento de las gramíneas es similar en ambos cortes, si bien los porcentajes en peso de las mismas son superiores en junio que en septiembre.

Para las leguminosas se aprecia claramente que la aplicación de nitrógeno es netamente perjudicial. El fósforo provoca unos incrementos en el porcentaje de este tipo de plantas, máxime en ausencia de nitrógeno.

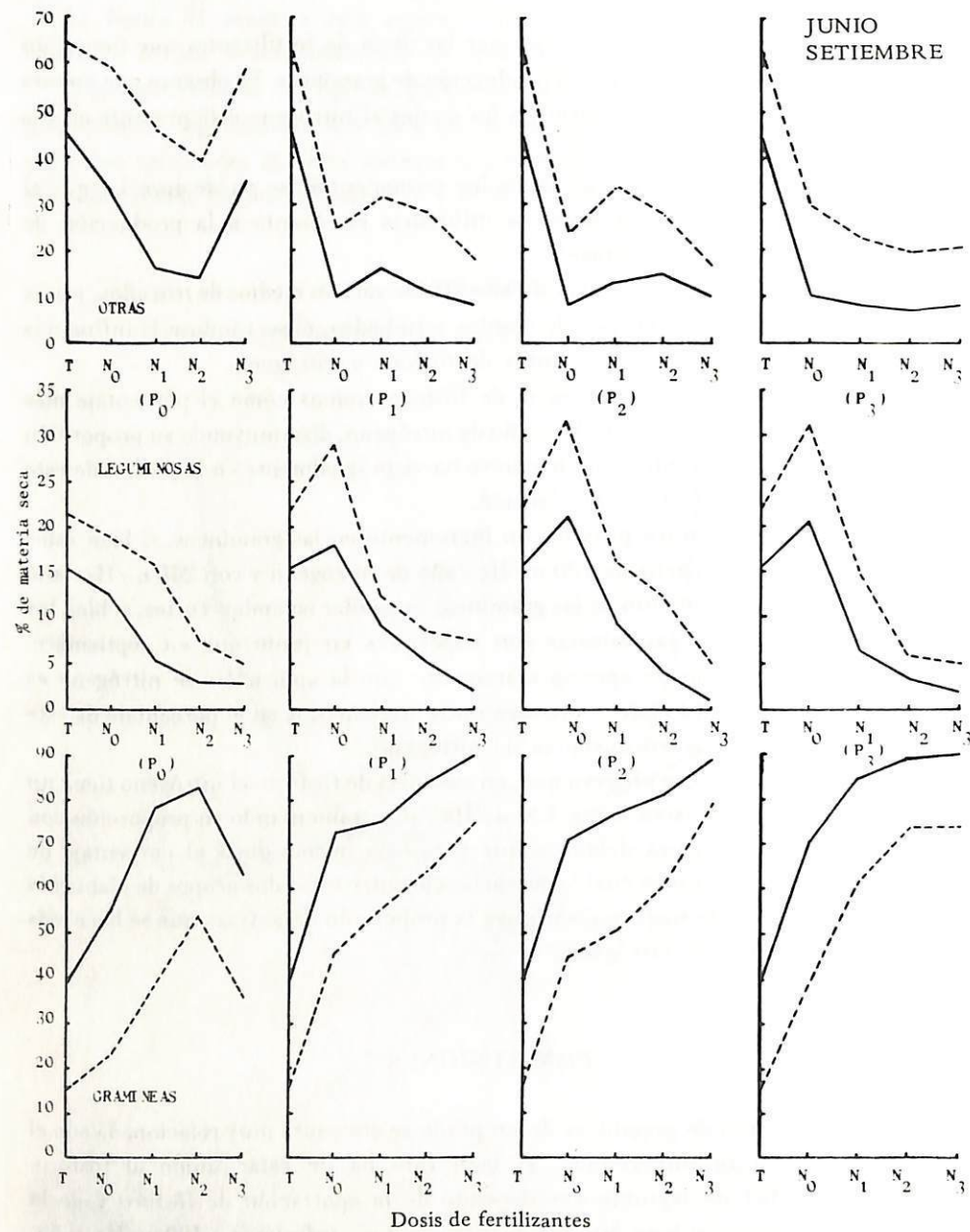
Con el grupo «otras» se observa que, en ausencia de fósforo, el nitrógeno tiene un efecto ligeramente depresivo hasta 120 u./Ha./año, aumentando su proporción con la dosis más elevada, quizá debido a que para esta misma dosis el porcentaje de gramíneas disminuye, con lo cual la competencia entre estos dos grupos de plantas es menor. La aplicación de fósforo disminuye la proporción de «otras» que se hace más marcada en ausencia de nitrógeno.

CONCLUSIONES

- 1.—La proporción de gramíneas de un prado se encuadra muy relacionada con el aporte de fertilizante nitrogenado, si bien éste ha de estar unido al fósforo.
- 2.—La cantidad de leguminosas depende de la aportación de fósforo y de la ausencia de nitrógeno, si bien éste puede estar en dosis inferiores a 120 u./Ha./año.
- 3.—La ausencia total de fósforo provoca un incremento notable en la proporción de «otras», incluso con dosis altas de nitrógeno.
- 4.—El potasio no parece manifestar ninguna influencia en la composición botánica.

FIGURA III

Influencia de dosis crecientes de abonado nitro-fosfatado sobre composición botánica (% de materia seca) (medias de tres años)



RESUMEN

Se ha estudiado a lo largo de tres años la respuesta a una fertilización N-P-K de los tres grupos de plantas pratenses: gramíneas, leguminosas y «otras». Se observa

cómo la aplicación de fertilizante nitrogenado unido al fósforo incrementa el porcentaje en peso de las gramíneas. Las leguminosas decrecen con dosis de nitrógeno superiores a 120 u./Ha./año, y necesitan imprescindiblemente fósforo para su existencia. El grupo «otras» crecen en suelos deficientes en fósforo, aunque tengan aporte de fertilizante nitrogenado.

THE INFLUENCE OF INCREASED RATES OF N-P-K ON MOUNTAIN MEADOWS

II. BOTANICAL COMPOSITION

SUMMARY

A factorial experiment was carried out during 3 years to determine the effects of N-P-K on grasses, legumes and «other herbaceous plants». N and P increase the proportion of grasses. The legumes disappear with levels of nitrogen upper 120 u./Ha./year, and need phosphorus to growth.

Without P the proportion of «other herbaceous plants» was higher even with high levels of nitrogen.

BIBLIOGRAFIA

- 1) LIIV, J. (1970).—Changes in botanical composition and yield of plants communities under intensive fertilization. *Proceeding of the XI International Grassland Congress, Queensland (Australia)*, 646-649.
- 2) MARSAL, P. (1974).—*Methodes d'analyse statistique des entreprises agricoles* (versión provisional), I.N.R.A., Paris, 373 pp.
- 3) REITH, J. W. S. y cols. (1964).—The effects of fertilizers on herbage production. II The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on botanical and chemical composition, *J. agric. Sci. Camb.*, **63**, 209-219.
- 4) RODRÍGUEZ, M., PUENTE, T. DE LA, CALLEJA, A. (1980).—Relación entre el abonado NPK y la composición botánica en prados de regadío de la Montaña Leonesa. *An. Fac. Vet. León*, **25**, 55-63.