

Respuesta de prados naturales de montaña a distintos tipos y dosis de fertilizantes nitrogenados

A. SUÁREZ, C. CARPINTERO y M. RODRÍGUEZ

Estación Agrícola Experimental de León. C.S.I.C.

RESUMEN

Se estudió el efecto de varias formas de nitrógeno y dosis distintas sobre el rendimiento y composición botánica del césped. Incrementos en la dosis de N se tradujeron en aumentos significativos de los rendimientos. Las diferencias entre distintas fuentes de N no fueron muy claras, sobre todo en dosis altas, pero se aprecia una más efectiva acción del nitrato sódico seguida del sulfato y nitrato amónico.

Las respuestas en general fueron lineales con productividades de 20 Kg./unidad de fertilizante. Cuando la respuesta no fue lineal, se calcularon los óptimos económicos del abonado. Las gramíneas aumentaron hasta un 24 %, mientras las leguminosas descendieron en un 14 % al aumentar la dosis de N en el abonado.

INTRODUCCIÓN

La poca rentabilidad de los cultivos pratenses ha sido siempre un gran obstáculo para el desarrollo de una adecuada investigación sobre fertilización de prados y pastos. Sin embargo, esta investigación resulta imprescindible, ya que un uso indiscriminado de la fertilización en estos cultivos puede resultar antieconómico en el caso de que el aumento obtenido en la producción no compensara suficientemente los gastos originados. Este aspecto ha adquirido un particular interés después de los importantes aumentos sufridos por los precios de los fertilizantes. En fin, los forrajes incrementados en su cantidad y mejorados en su calidad deben destinarse a animales de alto rendimiento que sean capaces de revalorizar, en forma de productos animales, los gastos realizados en fertilización. Una inversión rentable sólo podrá lograrse teniendo en cuenta todos estos aspectos.

Entre los fertilizantes de más interés se encuentran, sin duda, los nitrogenados, y la respuesta de los prados naturales a este tipo de fertilizantes va

a depender esencialmente de la composición del césped y del sistema de explotación que se utilice, además de otros factores comunes a los demás cultivos, como son las condiciones climáticas, el tipo de suelo, etc.

Los aspectos más importantes a considerar en la fertilización nitrogenada de pastos serían: la producción de materia seca, la cantidad de nitrógeno recuperado en el forraje y los cambios que puedan producirse en la composición botánica del césped.

Iniciamos con este trabajo un amplio estudio en el que se trata de considerar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre las superficies pratenses, comparando los resultados obtenidos con distintas fuentes y dosis de nitrógeno, así como la mejora general de los prados y los rendimientos económicos alcanzados.

PARTE EXPERIMENTAL

La experiencia se realizó sobre un prado natural situado en la localidad de Villasecino, de la zona montañosa de Babia, en la provincia de León. El análisis del suelo dio la siguiente composición:

Textura	arcillo-limosa
pH(H ₂ O)	6,9
pH(KCl)	6,4
N-total	0,907 %
Materia orgánica	21,1 %
Relación C/N	13,5
CaO asimilable	24.800 Kg./Ha.
P ₂ O ₅ asimilable	180 Kg./Ha.
K ₂ O asimilable	825 Kg./Ha.
Arena gruesa	4 %
Arena fina	12 %
Limo	26,0 %
Arcilla	38,0 %

El suelo tenía un contenido alto en materia orgánica, nitrógeno y calcio.

El diseño experimental fue realizado en bloques al azar, con cuatro repeticiones, en parcelas de 60 m.². El abonado se hizo en primavera, adicionándose el superfosfato, cloruro potásico y el abono nitrogenado, de una sola vez, a excepción de uno de los tratamientos, en que la dosis de N se fraccionó, añadiendo parte en primavera y el resto en el mes de junio, después del primer corte. Las dosis de abono utilizadas fueron las siguientes:

Abono de fondo: PK (130:80 u./Ha./año).

Abonos nitrogenados:

- Nitrato amónico.
- Nitrato amónico (en dos adiciones).
- Sulfato amónico.
- Nitrato sódico.

Las dosis utilizadas con cada clase de abono nitrogenado fueron las siguientes: 60, 100, 140 y 180 u./Ha./año. En el tratamiento fraccionado, estas dosis se dividieron así: 40, 60, 80 y 100 en primavera, y 20, 40, 60 y 80 después del primer corte, respectivamente.

El forraje fue recogido en dos ocasiones, junio y septiembre. Las parcelas, una vez recortadas, para eliminar el efecto de los bordes, fueron segadas y pesada la producción. Se tomaron dos muestras medias de cada una de ellas para el análisis botánico y determinación de materia seca. Esta determinación se realizó en estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas. Las muestras para el análisis botánico se conservaron a -15°C hasta el momento del análisis, y una vez hecha la separación se secaron a 105°C durante 24 horas y se pesaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimientos:

Los rendimientos de cada uno de los cortes y los totales obtenidos en cada año con los distintos tipos y dosis de abono nitrogenado pueden verse en la tabla I.

Cuando se empleó el abonado de fondo (PK), los rendimientos aumentaron, pero en ninguno de los cortes, ni en el total anual, estos aumentos fueron significativamente diferentes de los obtenidos en las parcelas que no recibieron abonado alguno; sin embargo, la adición de N a este abonado de fondo fue casi siempre efectiva. La dosis más baja de las utilizadas (60 u./Ha.), sólo consiguió rendimientos anuales más altos ($P = 0,01$) durante el primer año, en los dos siguientes no produjo incrementos significativos frente a las parcelas no abonadas, a excepción del nitrato de Chile, cuya dosis fue muy efectiva ($P = 0,01$) todos los años. La siguiente dosis utilizada (100 u./Ha.), aumentó los rendimientos ($P = 0,05$) con todas las formas de abonado, haciéndolo al nivel 1% cuando procedía de nitrato sódico. Las otras dos dosis altas empleadas (140 y 180 u./Ha.) fueron muy efectivas ($P = 0,01$), cualquiera que fuese la fuente de nitrógeno empleada.

Si tenemos en cuenta los rendimientos en cada uno de los cortes, en el primero, realizado siempre en los primeros 15 días de junio, cuando los rendimientos en esta zona son más altos, en general, las tres dosis más altas, en cualquiera de los abonados, dieron lugar a incrementos ($P = 0,01$) de forraje, haciéndolo también, aunque a más bajo nivel ($P = 0,05$), la dosis más pequeña. En el segundo corte, estos incrementos son más variables, e incluso no significativos, como sucede en el segundo año de experiencia, probablemente debido a presentarse un verano seco en el que faltó un riego adecuado.

Las diferencias entre dosis medias, para los tres años, nos siguen mostrando que no existen diferencias significativas entre el abonado PK y el testigo. El resto de las parcelas con nitrógeno dieron rendimientos más altos ($P = 0,01$) que las no abonadas. Estas diferencias, cuando se empleó la dosis baja, fueron menores ($P = 0,05$), excepto con el nitrato sódico, que con esta dosis fue igualmente efectivo que las dosis altas procedentes de otras formas de nitrógeno.

El efecto de la adición de nitrógeno al abonado de fondo (PK) fue bastante análogo al observado frente a las no abonadas. Las diferencias entre rendimientos de parcelas con los tres elementos y las que sólo recibieron PK no siempre alcanzaron significación cuando consideramos separadamente am-

TABLA NUM. I

RENDIMIENTOS ANUALES EN MATERIA SECA (QM./HA.) OBTENIDOS CON LOS DISTINTOS ABONADOS Y DOSIS DE FERTILIZANTES
(MEDIAS DE CUATRO BLOQUES)

AÑOS Tratamientos	1973			1974			1975			Valores medios totales
	Junio	Sepbre.	Total	Junio	Sepbre.	Total	Junio	Sepbre.	Total	
Testigo	61,84	26,37	88,20	52,31	24,77	77,08	47,18	25,70	72,87	79,38
PK (130:80 u./Ha./año)	69,40	27,39	96,78	54,65	25,09	79,74	49,78	26,29	76,08	84,20
<i>Nitrato amónico:</i>										
(PK) N ₁ 60 u./Ha./año	71,14	31,93	103,07	71,30	18,67	89,98	57,12	28,43	85,54	92,86
(PK) N ₂ 100 u./Ha./año	81,44	29,98	111,42	70,71	27,40	98,12	72,53	27,60	100,12	103,22
(PK) N ₃ 140 u./Ha./año	75,86	34,81	110,66	82,85	24,29	107,15	82,17	30,27	112,44	110,08
(PK) N ₄ 180 u./Ha./año	75,30	35,14	110,44	75,28	28,40	103,68	82,83	29,86	112,68	108,93
<i>Nitrato amónico (adición fraccionada):</i>										
(PK) N' ₁ 40 + 20 u./Ha./año ..	72,62	33,91	106,53	61,53	26,11	87,65	62,80	27,50	90,31	94,83
(PK) N' ₂ 60 + 40 u./Ha./año ..	73,02	36,41	109,43	66,87	31,44	98,31	67,05	32,63	99,68	102,47
(PK) N' ₃ 80 + 60 u./Ha./año ..	71,91	37,47	109,37	75,95	29,40	105,34	69,30	32,38	101,67	105,46
(PK) N' ₄ 100 + 80 u./Ha./año ..	75,69	39,16	114,86	81,66	37,48	119,15	77,16	35,60	112,77	115,59

TABLA NUM. I (Continuación)

RENDIMIENTOS ANUALES EN MATERIA SECA (QM./HA.) OBTENIDOS CON LOS DISTINTOS ABONADOS Y DOSIS DE FERTILIZANTES (MEDIAS DE CUATRO BLOQUES)

Tratamientos	1973			1974			1975			Valores medios totales
	Junio	Septbre.	Total	Junio	Septbre.	Total	Junio	Septbre.	Total	
<i>Sulfato amónico:</i>										
(PK) N ₁ 60 u./Ha./año	79,24	31,57	110,81	67,84	21,81	89,66	63,12	28,18	91,27	97,58
(PK) N ₂ 100 u./Ha./año	72,80	27,30	100,10	72,25	22,20	94,45	73,62	28,14	101,76	102,10
(PK) N ₃ 140 u./Ha./año	83,49	35,01	118,50	77,14	30,59	107,74	72,32	30,81	103,13	109,79
(PK) N ₄ 180 u./Ha./año	75,78	35,99	111,76	79,17	29,82	108,99	87,27	30,59	117,86	112,87
<i>Nitrato sódico:</i>										
(PK) N ₁ 60 u./Ha./año	76,11	29,46	105,57	74,40	26,20	100,60	74,55	28,88	103,43	103,20
(PK) N ₂ 100 u./Ha./año	74,31	31,96	106,27	74,30	27,38	101,69	69,61	27,26	96,86	101,60
(PK) N ₃ 140 u./Ha./año	75,88	32,80	108,67	79,17	28,73	107,90	83,38	29,05	112,43	109,66
(PK) N ₄ 180 u./Ha./año	80,16	35,08	115,24	74,33	31,56	105,90	90,73	31,45	122,18	114,53
	*	**	**	**	**	**	**	N.S.	**	**
MDS:										
5 %	8,94	4,50	10,49	13,66	6,30	14,69	12,74		22,35	10,38
1 %	11,93	6,01	14,00	18,23	8,40	19,60	17,00		29,82	13,93

* Significativo al nivel 5 %.

** Significativo al nivel 1 %.

N.S. No significativo.

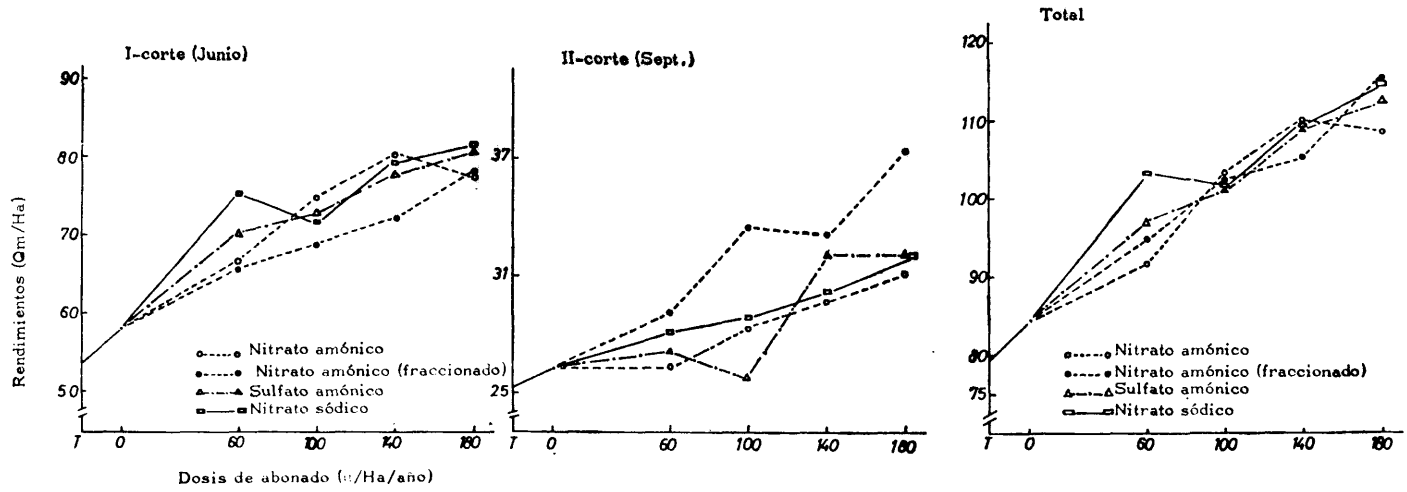


Gráfico 1.—Respuesta media en M.S. a los distintos abonos en ambos cortes y en el total

bos cortes. En los totales anuales las parcelas con dosis altas de N contenían más forraje ($P = 0,01$) que las abonadas sólo con PK. La dosis más baja no representó incremento significativo, y sólo fue superior ($P = 0,05$) la dosis 100 u./Ha.

La dosis más baja de cada fuente de nitrógeno fue menos efectiva ($P = 0,01$) que las dos más altas. Entre las tres dosis más altas de nitrógeno no se apreció, en general, ninguna diferencia.

Los valores medios de los rendimientos por cada dosis durante los tres años y para cada uno de los cortes y el total vienen representados en el gráfico 1. En el caso del nitrato amónico, cuando la adición fue fraccionada, se manifiesta un menor rendimiento en el primer corte, al que corresponde, lógicamente, un incremento en el segundo. En la evolución de los rendimientos totales podemos observar que el nitrato de Chile fue más efectivo, seguido del sulfato amónico, aunque estas diferencias, que se ponen de manifiesto mejor en las primeras dosis, no se aprecian claramente en las dosis altas.

TABLA NUM. II

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Fuentes de variación	Valor F
Abonos	1,71
Años	2,71
Dosis	18,84 ***
Bloques	3,18
Abonos × años	0,67
Abonos × dosis	0,63
Años × dosis	3,40 *
Abonos × bloques	0,58
Años × bloques	3,58 ***
Dosis × bloques	1,20
Abonos × años × dosis	0,75
Abonos × años × bloques	0,97
Abonos × dosis × bloques	1,66
Años × dosis × bloques	0,39
Abonos × años × dosis × bloques	—

*** Significativos al 0,1 %.

** Significativos al 1 %.

* Significativos al 5 %.

TABLA NUM. III

SIGNIFICACION DE LAS DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS

	Dosis medias			Promedio
	1973	1974	1975	
PK (N) ₀	96,78	79,74	76,08	84,20 A
PK (N) ₁	106,49	91,97	92,63	97,03 B
PK (N) ₂	106,80	98,14	99,60	101,51 C
PK (N) ₃	111,80	107,03	107,41	108,74 D
PK (N) ₄	113,07	109,43	116,37	112,95 E

Letras distintas dentro de la columna significativa, valores diferentes al nivel 1 %.

Considerando el conjunto de los años de experiencia, el análisis de la varianza viene expresado en la tabla II. No se encontraron diferencias significativas entre fuentes de nitrógeno; hubiera sido indiferente utilizar cualquiera de ellas. Fueron muy significativas las diferencias entre dosis. La significación viene expresada en la tabla III.

Comparando los promedios de cada una de las dosis, se puede ver que todas ellas fueron significativamente distintas, no resultó indiferente el emplear cada una de ellas. También resultó significativa la interacción dosis \times años.

Las funciones de producción y rectas de regresión para cada año y fuente de abonado vienen expresadas en el gráfico 2. Dentro del margen de unidades de fertilizante utilizado, la respuesta lineal es la más frecuente, y sólo algunas de ellas responden a una ecuación cuadrática. En éstas se ha calculado el óptimo económico del abonado teniendo en cuenta solamente los precios del fertilizante y del heno en el mercado. En el caso del nitrato amónico, este óptimo es igual en 1973 y 1974 y coincide con el valor de

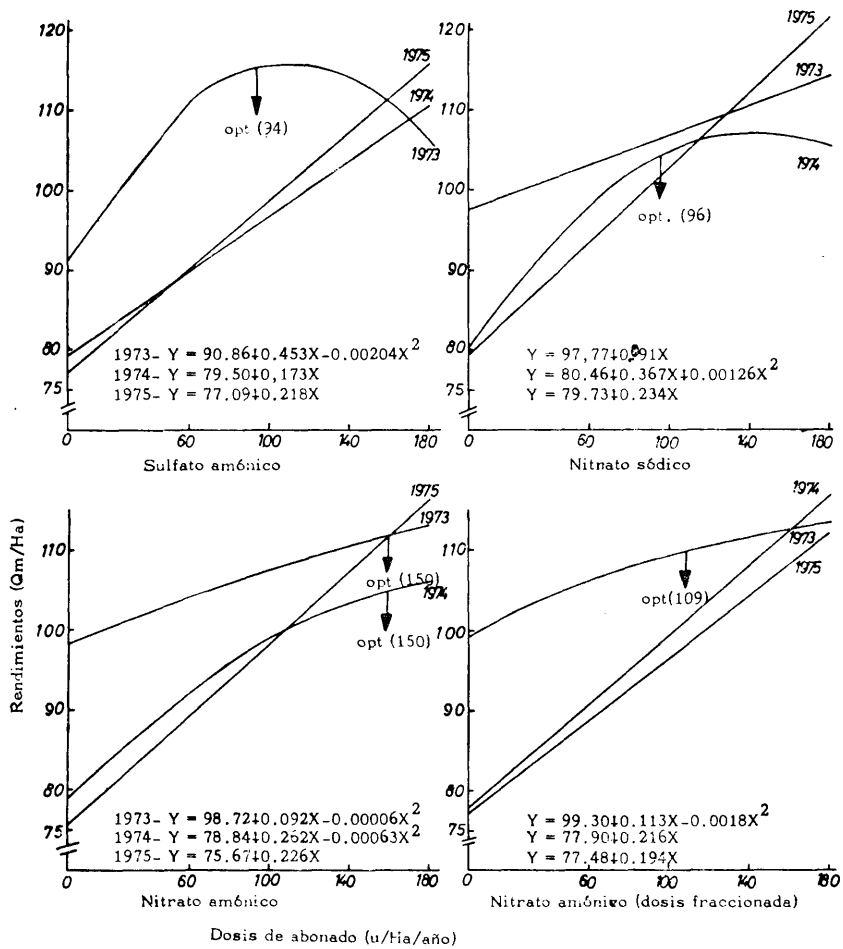


Gráfico 2.—Funciones de producción y rentabilidad de los distintos abonos nitrogenados

150 u./Ha./año. Por encima de estas dosis no sería rentable el abonado, aunque siguiesen aumentando los rendimientos. En el último año la productividad es de 22,6 Kg./u. de fertilizante. Cuando el nitrato amónico se añade en dos veces, el óptimo, en 1973, se alcanzó con menos unidades, 109 en lugar de las 150 que se necesitaron cuando se añadió todo antes del primer corte. Las producciones en 1974 y 1975 fueron de 21,6 y 19,4 Kg./unidad, respectivamente. En el caso del sulfato amónico y nitrato de Chile los óptimos económicos se alcanzaron con 94 y 96 Kg. de nitrógeno, respectivamente. Las productividades, cuando se empleó el sulfato, fueron de 17,3 Kg. y 21,8 en 1974 y 1975, y con el nitrato sódico la productividad obtenida el primer año fue baja, 9,1 Kg. por unidad, pero en 1975 subió a 23,4 Kg./u.

Aunque los estudios económicos deben hacerse a nivel de explotación, las respuestas obtenidas parecen rentables. BEHAEGHE (1973) considera que valores inferiores a 10-15 Kg. de materia seca por Kg. de N utilizado en el abonado serían antieconómicos. CASTLE (1965) en mezclas de ballico y trébol blanco obtuvo rendimientos de 11-13 Kg. por unidad de nitrato amónico cálcico.

Respuestas lineales a dosis más elevadas de N en prados han sido encontradas por REITH (1961). En prados permanentes, KRELL (1966) encontró efectos decrecientes al aumentar las dosis de N, aunque piensa que en parte fuera debido a un cambio en la composición botánica del césped, REID (1970, 1972) obtiene respuesta lineal hasta dosis de 300 Kg./Ha. y a dosis más altas los rendimientos casi no aumentan. BEHAEGHE (1973) encuentra que en mezcla leguminosa-gramínea por encima de dosis 300-400 Kg. de N/Ha. no aumentan, mientras que con especies aisladas pueden aumentar hasta dosis de 600 Kg./Ha., y ADAMS (1973) obtuvo una respuesta no lineal y aumentos de rendimientos hasta dosis de 180 Kg. de N/Ha y muy pequeños al aumentar más la dosis de N.

Composición botánica:

La fertilización afecta la composición botánica del prado. En el gráfico 3 puede verse la evolución del contenido de gramíneas, leguminosas y otras plantas en el primero y segundo cortes, con datos medios de los tres años. Las gramíneas, en el primer corte, aumentan con el abonado, alcanzando valores más altos en todas las formas de abonado. Las leguminosas disminuyen, y esa disminución es más pronunciada en el segundo corte. Los niveles iniciales son más altos en septiembre, al no tener que competir con gramíneas de porte elevado. En el grupo denominado "otras plantas" el efecto del abonado se traduce en una disminución de las mismas. La significación de las diferencias para estos tres grupos de plantas entre las distintas dosis de abonado y fuentes de nitrógeno utilizadas puede verse en la tabla IV. Los efectos van siendo más pronunciados, en general, para cada corte y en los totales, al aumentar los años de experiencia.

El abonado de fondo incrementó el peso en gramíneas, pero las diferencias con las no fertilizadas no fueron significativas. La adición de N a este abonado favoreció positivamente ($P = 0,01$) dicho porcentaje. El efecto fue ligeramente inferior ($P = 0,05$), o no se encontró diferencia, cuando se emplearon las dosis más bajas. En el último año fueron ya efectivas ($P = 0,01$) todas las dosis. Este incremento se manifestó igualmente ($P = 0,01$) frente

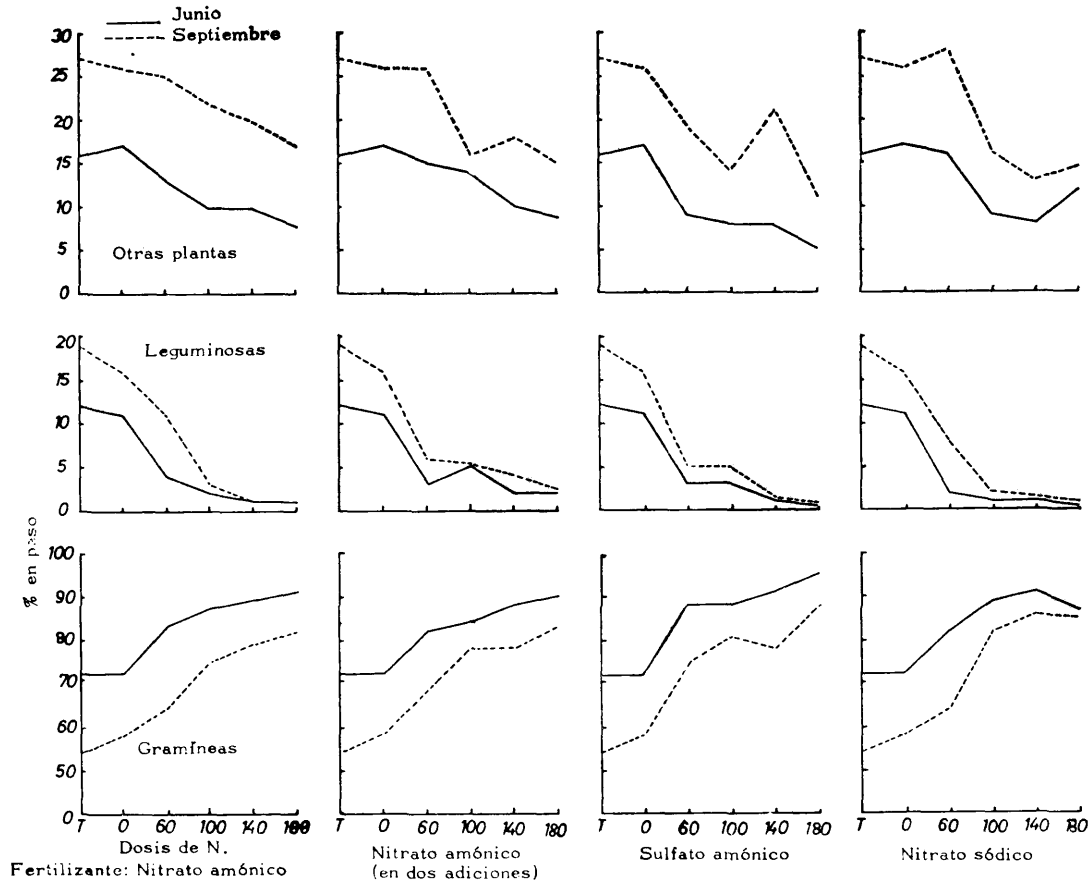


Gráfico 3.—Variabilidad en la composición botánica para ambos cortes (media de los tres años)

TABLA NUM. IV

SIGNIFICACION DE LAS DIFERENCIAS EN LA COMPOSICION BOTANICA DE LOS
DISTINTOS TRATAMIENTOS. VALORES DE F

	1973			1974			1975		
	Junio	Septiembre	Total	Junio	Septiembre	Total	Junio	Septiembre	Total
Gramíneas	1,4 NS	4,0 ***	2,9 **	5,1 ***	6,4 ***	8,1 ***	9,0 ***	10,0 ***	13,2 ***
Leguminosas	2,0 *	8,4 ***	9,4 ***	9,1 ***	10,6 ***	11,4 ***	12,1 ***	7,0 ***	11,1 ***
Otras plantas	1,1 NS	3,5 ***	2,6 **	2,8 **	18,0 NS	3,0 **	3,1 ***	4,3 ***	5,0 ***

*** Significativos al nivel 0,1%.

** Significativos al nivel 1 %.

* Significativos al nivel 5 %.

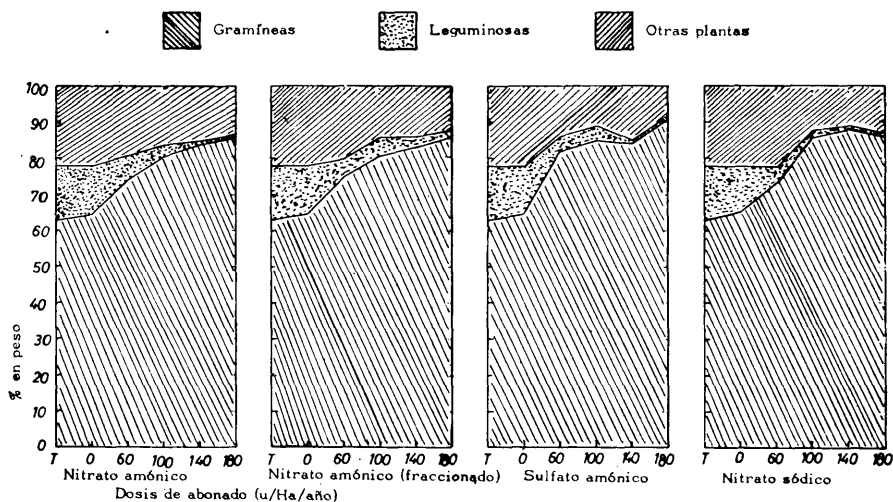


Gráfico 4.—Análisis ponderal (% en materia seca)

al contenido en gramíneas de las parcelas abonadas exclusivamente con fósforo y potasio. Entre los niveles de nitrógeno, solamente las dosis más bajas, en las distintas formas de abono nitrogenado, contienen menor porcentaje ($P = 0,01$) que las dosis más altas. Entre las dosis altas no se encontraron diferencias.

Efectos análogos a las gramíneas, pero en sentido contrario, se presentan en las leguminosas y en el grupo de las "otras plantas", un aumento en la proporción de nitrógeno se traduce en disminución significativa de la presencia de estos grupos de plantas. En el gráfico 4 se pone de manifiesto la evolución de estos grupos. La disminución de las leguminosas con el abonado nitrogenado es un hecho comprobado por la mayoría de los autores.

CONCLUSIONES

En el experimento descrito la adición de fertilizante incrementó los rendimientos. El abonado PK, aunque aumentó éstos, no llegó a ser significativo. La adición de N a este abonado de fondo fue muy efectiva, obteniéndose un incremento gradual de la significación de las diferencias con las parcelas no abonadas a medida que las dosis de N fueron más altas. La dosis de 60 u./Ha./año no se tradujo en incrementos significativos de materia seca, pero éstos sí aumentaron ($P = 0,05$) con 100 u./Ha./año, y aún más ($P = 0,01$) cuando se emplearon las dosis altas. Estos incrementos se observaron con todas las formas de nitrógeno, siendo la más efectiva el nitrato sódico.

Los efectos fueron más claramente manifiestos en el primer corte, cuando las dosis fueron añadidas de una sola vez.

Las dosis altas de nitrógeno fueron más efectivas ($P = 0,01$) que el abonado PK. Entre las distintas dosis de abonado nitrogenado, sólo la dosis más baja rindió menos forraje ($P = 0,01$) que las dos más altas, no observándose otras diferencias entre ellas.

De los distintos abonos utilizados, aunque las diferencias, sobre todo a dosis altas, no son claras, se apreciaba una mayor efectividad con el nitrato sódico, seguida del sulfato y nitrato amónico. Para este último tipo de abono, y cuando se adicionó fraccionadamente, se apreciaba un aumento de rendimiento en el último corte.

La respuesta de N a dosis de 0-180 u./Ha./año es, en general, lineal, con producciones que oscilan alrededor de los 20 Kg./unidad de fertilizante. Los óptimos económicos del abonado, en aquellos años en que la respuesta se ajustó a una ecuación cuadrática, fueron de 150 y 109 u./Ha./año para el nitrato amónico, aplicado de una sola vez o fraccionado, de 94 u./hectárea/año, para el sulfato amónico, y de 96 u./Ha./año con nitrato de Chile.

La composición botánica del prado fue afectada por el abonado. Al añadir fósforo y potasio se observó un ligero aumento en gramíneas (2 %), mientras que estos aumentos fueron mayores de un 12 a 24 % cuando se adicionó N y las dosis fueron aumentando. Las leguminosas, por el contrario, disminuyeron de un 10 a un 14 % con las distintas dosis de N añadido al abonado de base. En el grupo de "otras plantas" el nitrógeno las redujo entre un 3 y un 10 %, mientras que con PK no se observaron diferencias. Dentro de cada corte se apreciaron diferencias apreciables.

BIBLIOGRAFIA

(1) ADAMS, S.N., 1973: *The response of pasture in Northern Ireland to N, P and K fertilizers and so animal slurries. I. Effects on dry-master yield.* J. Agric. Sci., Camb., 81, 411.

(2) BEHAEGHE, T.J.; CARLIER, L.A., 1973: *Influence of nitrogen levels on quality and yield of herbage under mowing and grazing conditions.* 5th Europ. Grassl. Congr. Uppsala.

(3) CASTLE, M.E.; REID, D., 1965: *The effect of varying the date of application of fertilizer nitrogen on the yield and seasonal productivity of grassland.* J. Agric. Sci., 64, 177.

(4) KREIL, W., et al., 1966: *Heavy nitrogen fertilizing to pasture.* Proc. IX Int. Grassl. Cong., 1.093.

(5) REID, D., 1970: *The effects of a wide range of nitrogen application rates on the yields from a perennial ryegrass sward with and without white clover.* J. Agric. Sci. Camb., 79, 291.

(6) REID, D., 1972: *The effects of the long-term application of a wide range of nitrogen rates on the yield from perennial ryegrass swards with and without white clover.* J. Agric. Sci. Camb., 79, 291.

(7) REITH, J.W.S.; INKSON, R.H.E., 1961: *The effects of fertilizers on herbage production. I. The effect of nitrogen, phosphate and potash on yield.* J. Agric. Sci., 56, 17.

(8) SIMPSON, J.R., 1968: *Comparison of the efficiencies of several nitrogen fertilizers applied to pasture in autumn and winter.* Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb., 8, 301.

THE RESPONSE OF NATURAL GRASSLAND TO SEVERAL TYPES AND LEVELS OF NITROGENOUS FERTILIZERS

SUMMARY

The effect of several types and levels of nitrogen fertilizers on the yield and botanical composition of the sward was studied.

Increasing levels of N gave increasing yield of dry matter. Differences between sources of N, to higher levels, were not clear but sodium nitrate showed a high efficiency followed by ammonium sulphate and ammonium nitrate.

Linear responses up to levels of 180 Kg./Ha. were often found with medium production of 20 Kg. of dry matter por Kg. of N fertilizer. When response was not linear, optima economics were calculated.

Grasses increased up to 24 % meanwhile legumes decreased to 14 % when levels of N were increasing.