

Fertilización nitrogenada de praderas naturales aprovechadas en régimen de pastoreo en la zona costera de Asturias.

I.-Dosis máximas de nitrógeno por pastoreo

MARÍA ISABEL NUÑO PRADO ¹, AURELIO ANTUÑA MENÉNDEZ ¹, MARÍA
BEGOÑA DE LA ROZA DELGADO ¹, ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ ¹ y
ALEJANDRO ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ ¹

RESUMEN

Durante 1986, 1987 y 1988 se determinó la respuesta a la fertilización nitrogenada de una pradera natural de la zona costera de Asturias, aprovechada en pastoreo rotacional. Para ello se ensayaron siete tratamientos: testigo sin fertilización y seis dosis de nitrógeno por pastoreo asociadas a un abonado fosfopotásico no limitante. Aprovechados simultáneamente por un mismo rebaño, se controlaron las cantidades y composición químico-bromatológica de ofertas y rechazos de hierba, así como la composición botánica y densidad final de tallos.

La fertilización nitrogenada incrementó la producción y valor nutritivo del pasto. También la proporción de Lolium perenne, en detrimento de Trifolium repens y otras especies. Las respuestas a las dosis se ajustaron bien a modelos parabólicos, según los cuales no se deben rebasar 75 kg de N/pastoreo/ha de mayo a julio, 60 de agosto a noviembre y 35 en diciembre.

Palabras clave: Praderas naturales, nitrógeno, producción de hierba, valor nutritivo, composición botánica.

Autores: ¹ Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa. Carretera de Villaviciosa a Oviedo, s/n. Apartado 13. 33300 - Villaviciosa (Asturias). Consejería de Agricultura y Pesca del Principado de Asturias.

INTRODUCCIÓN

Las praderas y pastizales en Asturias ocupan el 41,3 % de la superficie agrícola útil. Por tanto, su correcto manejo tendría notable repercusión sobre la producción ganadera. Pero, según GARCÍA GÓMEZ (1981), las necesidades teóricas en fertilización fosfórica, potásica y nitrogenada sólo se alcanzan respectivamente en el 12,5, 9 y 6,5 % de la superficie destinada a praderas. En muchos casos, el abonado se reduce a una aplicación de purín y en las praderas naturales es con frecuencia nulo.

En esta Comunidad se han realizado experiencias de fertilización N-P-K-Ca de pradera natural por FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, citado por AGUIRRE (1963). Posteriormente, se dispone de los resultados obtenidos por GÓMEZ-IBARLUCEA *et al* (1981). En zonas limítrofes, se han encontrado sensibles respuestas en Santander (FERNÁNDEZ QUINTANILLA, 1962; REMÓN, 1974) y en praderas de montaña de León (SUÁREZ *et al.*, 1976). Las dosis utilizadas oscilan entre 50 y 200 kg de N/ha/año y también hay sensibles diferencias en cuanto a fraccionamiento.

En Navarra, LORENZO y LABAYEN (1976), en praderas naturales en régimen de siega obtuvieron sensibles incrementos productivos (97 %) con 60 kg de N/ha para el primer corte y 40 para el segundo. Con 80, 60 y 60 para el primero, segundo y tercero el incremento adicional respecto a la fórmula anterior fue sólo de un 11 %. Tras nuevos ensayos en dicha región, el ITGV (1984) recomienda 40 kg de N/ha antes de iniciarse el pastoreo (enero a mayo según zonas) y después de cada posterior aprovechamiento en primavera, además de otras dosis variables según estrategia de ensilado. Las respuestas al abonado fueron muy variables entre los distintos campos experimentales.

En Galicia, los estudios de fertilización se han centrado más en praderas sembradas (GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, 1982; MOMBIELA, 1984; otros).

No cabe efectuar conclusiones mediante una síntesis de dichos trabajos. Debido a ello, el Departamento de Producción Animal, Pastos y Forrajes del Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa, dependiente de la Consejería de Agricultura y Pesca del Principado de Asturias, inició en 1986 un Proyecto de investigación a tres años, financiado por Fertilizantes Españoles, S. A. (anteriormente ERT), destinado a obtener recomendaciones sobre fertilización nitrogenada de praderas. En este trabajo se exponen los resultados que se consideran aplicables a las naturales de la zona costera de Asturias. Su

objetivo fue obtener las curvas de respuesta ante dosis crecientes de nitrógeno para cada posible pastoreo anual, determinando el valor máximo a partir del cual los efectos osmóticos deprimen la producción de hierba. También se evaluaron las modificaciones en el valor nutritivo y composición botánica de la misma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Características del suelo y flora de la pradera sobre la que se efectuó el ensayo

La textura del suelo es franco-arcillosa. En cuanto a su análisis químico, en la Tabla 1 figura la evolución a lo largo de la experiencia. Originalmente, era ligeramente ácido, rico en materia orgánica, en magnesio asimilable, algo menos en calcio asimilable, pobre en fósforo y potasio y con buena capacidad de cambio.

Tabla 1.—RESULTADO DE LOS ANALISIS DEL SUELO SOBRE EL QUE SE REALIZO EL ENSAYO DE FERTILIZACION NITROGENADA DE PRADERA NATURAL

Table 1.—Analyses of soil on which the fertilizer trials were conducted

	Dici. 1985	Dici. 1986	Dici. 1987	Dici. 1988
pH (solución 1:2,5 en agua destilada)	5,4	5,7	6,1	5,6
Materia orgánica oxidable (%)	9,5	7,6	8,8	9,5
Capacidad de cambio (meq/100 g)	46,7	30,3	23,9	24,6
Fósforo asimilable (Bray) (p.p.m.)	4,0	15,0	19,9	23,4
Potasio asimilable (p.p.m.)	131	219	185	219
Calcio asimilable (p.p.m.)	1313	2543	2076	2272
Magnesio asimilable (p.p.m.)	839	716	641	647
Carbonatos (%)	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1

Respecto a la flora, hay predominio de gramíneas (*Holcus lanatus*, *Agrostis tenuis*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Sieglingia decumbens*, *Poa annua*, *Lolium perenne*, otras). Las leguminosas están representadas por *Trifolium re-*

pens, *Lotus corniculatus* y *Vicia cracca*. En menor proporción aparecen otras especies: *Hypocoeris radicata*, *Leontodon sp.*, *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis* y *Carex caryophylla*.

Diseño experimental

Dentro de una parcela de pastoreo con pradera natural se delimitaron tres parcelas experimentales. Cada una se dividió en tres bloques y éstos se subdividieron en siete parcelas elementales de 10 x 10 m², asignándoles al azar y de continuo para los tres años sucesivos, los siete tratamientos reflejados en la Tabla 2. Quedó, pues, un diseño inicial de 3 parcelas x 3 bloques/parcela x 7 tratamientos/bloque.

Tabla 2.—NIVEL DE FERTILIZACION ASIGNADO A CADA TRATAMIENTO (AÑOS 1986, 1987 y 1988)

Table 2.—Level of fertilizer applied with each treatment (years 1986, 1987 and 1988)

TRATAMIENTO	Dosis de Fertilizante (kg/ha)								
	Por pastoreo			Anual					
	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988
TESTIGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N-0	0	0	0	180	140	140	180	70	140
N-1	15	20	20	180	140	140	180	70	140
N-2	30	40	40	180	140	140	180	70	140
N-3	45	60	60	180	140	140	180	70	140
N-4	60	80	80	180	140	140	180	70	140
N-5	75	100	100	180	140	140	180	70	140

Dicha distribución de los tratamientos obedeció al hecho de que, dada la pendiente de la parcela de pastoreo, podría darse un efecto bloque. No resultando estadísticamente significativo, se consideraron finalmente 9 repeticiones por tratamiento.

El abono nitrogenado utilizado fue el nitrato amónico cálcico del 26 %. La fertilización fosfopotásica tuvo lugar a principios de

marzo de 1986 y a finales de enero en los dos años siguientes. Conjuntamente con ella se aplicaron las dosis de nitrógeno destinadas al primer pastoreo anual. Efectuado éste, tras abandonar el rebaño la parcela, se aportaron las destinadas al segundo y así sucesivamente.

En 1987 se elevaron las cantidades de nitrógeno al no haberse alcanzado la producción máxima en el primer pastoreo de 1986 y se redujeron las de fósforo y potasio por incrementarse el nivel de ambos en el suelo. La disminución para el potasio fue excesiva y se volvió a incrementar en 1988.

La superficie no experimental recibió 30 kg de N/pastoreo/ha en primavera, más 100 kg/ha/año de P_2O_5 y 70 de K_2O .

Para cada aprovechamiento en pastoreo, se efectuaron los controles que veremos posteriormente.

Control de producción

La superficie de los ensayos y la no experimental de la parcela se aprovecharon simultáneamente dentro del programa de pastoreo rotacional de la finca. La entrada del rebaño (2 unidades de cabeza mayor/ha) tuvo lugar en función del orden establecido según altura de hierba en las diversas parcelas, abandonándose éstas cuando se reducía a 5 cm.

El número de pastoreos en cada año figura en la Tabla 3, conjuntamente con los datos de pluviometría y temperatura media, tomados en el propio Centro experimental. En 1986 resultó más bajo debido a que la fertilización de fondo se realizó demasiado tarde, según lo indicado en el apartado anterior.

En cada pastoreo, se midió la cantidad de oferta y rechazos de hierba. En 1986, se efectuó mediante siega de una superficie de 10 x 0,50 m² con barra de corte y pesaje de la hierba recogida. En años sucesivos se segaron a ras de tierra franjas de 10 cm de ancho a lo largo de un listón de 2 m, lanzado cinco veces al azar por tratamiento: la acumulación de la hierba recogida mide los kg de hierba verde/m². Los resultados se expresaron como kg de materia seca/ha, tras desecación de muestras a 60° C, durante 24 horas, en estufa de aire forzado.

Valor nutritivo de la hierba

Las muestras desecadas a 60° C se molieron a 0,75 mm y se efectuaron las siguientes determinaciones analíticas:

- Materia seca final y cenizas, según C.E.C. (van Es y van der MEER, 1980).

- Proteína bruta como N Kjeldahl x 6,25 con un equipo Kjeltec-Auto de Tecator.
- Fibra neutro detergente y digestibilidad con celulosa de la materia orgánica, según método «fibra neutro detergente-celulosa» (RIVEROS y ARGAMENTERÍA, 1987), con predicción de digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y contenido en energía metabolizable (MAFF, 1987).

Tabla 3.—PRECIPITACIONES, TEMPERATURAS MEDIAS Y APROVECHAMIENTOS EN PASTOREO A LO LARGO DEL PERIODO EXPERIMENTAL

Table 3.—Rainfall, mean temperatures and dates of grazing periods during the experiment.

AÑO		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUB.	NOVI.	DICI.	AÑO
1986	PRECIPITACIONES (mm)	264,90	199,25	102,65	108,95	37,00	25,40	14,10	44,45	156,10	133,70	44,30	106,30	1237,00
	TEMPERATURA MEDIA (°C)	9,07	7,61	9,93	8,96	13,76	15,76	18,25	18,22	17,49	15,36	10,35	9,02	12,82
	FECHAS DE ENTRADA Y SALIDA				18-25	23-30		14-31			8-24		28-9	5 past.
1987	PRECIPITACIONES (mm)	115,00	103,45	118,40	54,55	16,15	112,60	49,20	37,10	74,00	145,60	242,70	46,80	1115,55
	TEMPERATURA MEDIA (°C)	6,13	8,25	10,69	13,06	12,84	16,23	18,70	19,60	19,70	14,10	11,60	10,50	13,45
	FECHAS DE ENTRADA Y SALIDA			20-26	25-5	25-5	27-2	3-9		28-2		3-9	23-26	8 past.
1988	PRECIPITACIONES (mm)	153,60	86,30	121,30	197,00	72,70	91,80	53,10	52,80	57,40	24,15	33,60	44,10	977,85
	TEMPERATURA MEDIA (°C)	10,18	9,09	10,20	11,74	14,69	17,26	18,08	18,48	17,58	14,60	11,25	9,28	13,54
	FECHAS DE ENTRADA Y SALIDA			15-24	25-30		6-14	26-2	31-5		31-8			6 past.

Composición botánica

Durante los dos primeros años se efectuó por separación normal de especies y control del peso seco de cada fracción (GRANT, 1981), para las muestras de hierba en oferta del cuarto pastoreo (octubre) en 1986, y del segundo (mayo) en 1987.

En 1988 se determinó la densidad de tallos después del último pastoreo, como índice de la evolución de la flora según fertilización, al cabo de los tres años. Para ello, se tomaron 5 muestras de 10 x 10 cm² en cada tratamiento y se efectuó el recuento de los tallos de gramíneas, leguminosas y otras. Para las leguminosas se incluyeron

los estolones, nódulos enraizados y brotes. En la categoría de «otras» sólo se contabilizaron los tallos primarios enraizados.

Evolución del suelo

Antes de iniciarse la experiencia y concluido cada ciclo anual de pastoreo, se tomaron en el mes de diciembre muestras de suelo que se agruparon por tratamientos y se enviaron al Laboratorio Agrario del Estado de Santander, para proceder a su análisis químico, según Métodos Oficiales del Ministerio de Agricultura.

Análisis estadístico

Se efectuó mediante los programas informáticos MINITAB y SAS.

Las diferencias estadísticamente significativas entre observaciones sobre tratamientos en cada bloque se establecieron mediante análisis de varianza para cada pastoreo y año, seguido del test de DUNCAN.

Las curvas de respuesta en producción vegetal (y) a las dosis de nitrógeno (x) se obtuvieron en este trabajo mediante ajuste por mínimos cuadrados a un modelo parabólico $y = a + bx + cx^2$, para cada pastoreo y año. Las dosis máximas corresponderán a $y' = 0$ y las óptimas económicamente a $y' = P_N/P_Y$, siendo P_N el precio del kg de nitrógeno y P_Y el precio unitario de la producción vegetal (MIDDLETON, 1973). Cabe aplicar otros modelos diferentes.

RESULTADOS

Efectos sobre la producción de materia seca

La cantidad de hierba en oferta por pastoreo y tratamiento figura en las Tablas 4, 5 y 6, para los tres años de control experimental. Los máximos absolutos de producción tuvieron lugar en mayo. En cualquier época del año se observan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, pero éstas son menos acusadas en otoño.

El tratamiento N-O presenta menor producción que el testigo. Las diferencias no son estadísticamente significativas, pero se trata de un hecho común a casi la totalidad de los pastoreos.

En las Tablas 7, 8 y 9 se presenta la velocidad de crecimiento de la hierba entre cada dos sucesivos aprovechamientos en pastoreo,

Tabla 4.—Kg DE MATERIA SECA/Ha DE HIERBA EN OFERTA (1986)

Table 4.—Herbage on offer (Kg DM/Ha). 1986.

TRATAMIENTO		PASTOREOS				
		1	2	3	4	5
TESTIGO		628a	1177a	1781ab	629a	613ab
k g d e	0	565a	1152ab	1342a	696a	464ab
	15	547a	1553ab	1592a	847ab	545ab
	30	1062b	1702bc	1940ab	988b	669ab
	45	1012b	2111cd	2333bc	803ab	750b
	60	1351c	2381d	2319bc	1282c	724b
75	1450c	2303d	2671c	996b	649a	

Tabla 5.—Kg DE MATERIA SECA/Ha DE HIERBA EN OFERTA (1987)

Table 5.—Herbage on offer (Kg DM/Ha). 1987.

TRATAMIENTO		PASTOREOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TESTIGO		1006a	1153a	1529ab	1403ab	1656ab	1696abc	1084ab	613ab
k g d e	0	996a	1105a	1420a	1177a	1556a	1467a	982a	598ab
	20	1370a	1481a	1830b	1476bc	2105bc	1760ab	1245b	731b
	40	1894b	1953b	2364c	2101d	2377c	1939c	1293b	707b
	60	2448c	2037b	2622c	1788c	2390c	1870bc	1230b	634ab
	80	2336c	2160b	2625c	1882cd	2452c	1794bc	1143ab	534a
100	2198bc	2024b	2541c	1668c	2104bc	1568ab	1091ab	533a	

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0.05$, 1986; $P < 0.01$, 1987, 1988).

Tabla 6.—Kg DE MATERIA SECA/Ha DE HIERBA EN OFERTA (1988)

Table 6.—Herbage on offer (Kg DM/Ha). 1988

TRATAMIENTO		PASTOREO N					
		1	2	3	4	5	6
TESTIGO		725ab	878a	1452a	1468a	954ab	1112a
k g d e N / H a	0	630a	907a	1467a	1432a	713a	1086a
	20	966bc	1384b	2040b	1969b	1242bc	1494b
	40	1144cd	1605bc	2290bc	2147bc	1337c	1642b
	60	1323d	1924cd	2451bcd	2255bc	1377c	1616b
	80	1081cd	1926cd	2737d	2440c	1298c	1755b
	100	1377d	2064d	2700cd	2288bc	1267c	1539b

Tabla 7.—VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LA HIERBA ENTRE CADA DOS PASTOREOS SUCEIVOS (kg MS/ha/día) (1986)

Table 7.—Rate of herbage growth between five successive periods of grazing (kg DM/ha/D). 1986

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S			
		1-2	2-3	3-4	4-5
TESTIGO		38,9a	26,1a	4,4a	11,0a
k g d e N / h a	0	38,5a	22,8a	7,1a	8,2a
	15	49,3ab	27,0ab	7,4ab	9,9a
	30	58,7bc	32,7ab	8,0ab	10,8a
	45	69,8cd	39,0ab	5,4ab	12,6a
	60	78,5d	38,7ab	11,4b	12,6a
	75	76,1cd	43,1b	7,0ab	10,3a

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0.05$, 1986; $P < 0.01$, 1987, 1988).

Tabla 8.—VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LA HIERBA ENTRE CADA DOS PASTOREOS SUCESIVOS (kg MS/ha/día) (1987)

Table 8.—Rate of herbage growth between eight successive periods of grazing (kg DM/ha/D). 1987

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S						
		1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
TESTIGO		14,8a	25,1a	16,6a	20,9a	7,0a	5,5a	4,4a
k g	0	17,0a	28,5ab	19,5a	23,6ab	8,4a	5,1a	4,6a
	20	24,5ab	37,3abc	21,6a	31,1abc	8,0a	10,1a	5,8a
d e	40	35,8bc	46,2bcd	38,0b	34,1bc	8,9a	9,2a	8,7a
	60	39,8c	53,9cd	21,8a	35,2bc	14,8a	11,0a	7,5a
N / h a	80	39,1c	62,2d	22,7a	36,0c	13,3a	12,9a	5,0a
	100	40,4c	58,1d	22,4a	43,2c	15,3a	15,8a	7,4a

Tabla 9.—VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LA HIERBA ENTRE CADA DOS PASTOREOS SUCESIVOS (kg MS/ha/día) (1988)

Table 9.—Rate of herbage growth between six successive periods of grazing (kg DM/ha/D). 1988

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S				
		1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
TESTIGO		14,6a	25,7a	23,6a	13,0a	8,0a
k g	0	18,3a	28,7ab	23,7a	12,7a	7,4a
	20	32,2b	39,4abc	31,7b	17,2a	13,5ab
d e	40	38,9bc	47,6bc	36,7b	19,9a	15,1ab
	60	49,9cd	50,6cd	38,7bc	21,4a	19,1b
N / h a	80	50,1cd	60,3d	39,1bc	24,6a	19,2b
	100	55,7d	59,3d	45,6c	27,8a	20,4b

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

calculada como relación por creciente entre oferta actual menos rechazo anterior y el intervalo entre ambas medidas (kg MS/ha/día). Los valores son concordantes con las observaciones a lo largo de cuatro años en este Centro (datos no publicados).

En las Tablas 10, 11 y 12 figura la utilización de hierba (kg MS/ha), definida como:

Utilización de hierba en el pastoreo $n = \text{Oferta } n - \text{Rechazo } n + \text{velocidad de crecimiento de } n-1 \text{ a } n \times \text{Días entre oferta } n \text{ y rechazo } n.$

Aumenta con la dosis de nitrógeno hasta llegar a un máximo y luego decaer, al igual que la cantidad de hierba en oferta. Hay concordancia entre ambas. Debido a esto y al hecho de que la medida de rechazos conlleva un grado de error superior a la de ofertas, debido al pisoteo y contaminación por tierra, se consideró preferible continuar el análisis estadístico sobre hierba en oferta. Por otra parte, para el pastoreo 1 fue necesario aplicar la velocidad de crecimiento 1-2, sobrevalorando así la utilización, y en el último aprovechamiento de 1987 fue imposible evaluar rechazos.

Durante 1986 se controló la altura de la oferta y rechazos de hierba (Tabla 13). En el caso de ofertas evoluciona de forma similar a los kg de MS/ha. Para los rechazos existen en el segundo y cuarto pastoreos diferencias significativas no deseables, pero no son de tal magnitud que interfieran la interpretación del ensayo.

Efectos sobre el valor nutritivo de la hierba

La fertilización nitrogenada incrementó el contenido en energía metabolizable y proteína bruta de la hierba en oferta, de forma más acusada en los dos últimos años (Tablas 14, 15, 16, 23, 24 y 25). Paralela y consecuentemente, con la fibra neutro detergente ocurrió lo inverso, sin llegar a valores limitantes (Tablas 26, 27 y 28). Este efecto es mucho más atenuado en los rechazos y con frecuencia nulo. Por tanto, la aplicación de nitrógeno acentúa las diferencias entre oferta y rechazos, cuyo valor energético y proteico es muy inferior.

La materia seca disminuye al incrementar las dosis de nitrógeno, excepto en el último pastoreo de 1986 y 1987, y más intensamente en ofertas que en rechazos. Estos presentan un mayor contenido (Tablas 17, 18 y 19).

Las cenizas son poco afectadas. En ofertas aumentan con la fertilización fosfopotásica y disminuyen con la nitrogenada en la mayoría

Tabla 10.—UTILIZACION DE HIERBA (kg MS/ha) (1986)

Table 10.—Pasture utilization in five successive grazings (kg DM/ha). 1986

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S				
		1	2	3	4	5
TESTIGO		753a	1042a	1676ab	481a	539abc
k g d e N / h a	0	764a	1322ab	1260a	624a	411a
	15	800a	1527abc	1614ab	754ab	474ab
	30	1393b	1829bcd	1821ab	800ab	576abc
	45	1355b	2136cd	2260bc	595a	687c
	60	1665bc	2465d	2311bc	1152b	636bc
	75	1871c	2235cd	2676c	818ab	576abc

Tabla 11.—UTILIZACION DE HIERBA (kg MS/ha) (1987)

Table 11.—Pasture utilization in eight successive grazings (kg DM/ha). 1987

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TESTIGO		394a	372a	759a	446a	449a	465a	609ab	*
k g d e N / h a	0	512a	533a	951ab	494ab	617ab	454a	587a	*
	20	774a	782ab	1159ab	522abc	871abc	675ab	787ab	*
	40	1246b	1008bc	1469bc	996c	980bc	733ab	895ab	*
	60	1842c	1078bc	1760c	629abc	1286cd	956b	969b	*
	80	1594bc	1409c	1780c	969bc	1511d	1036b	893ab	*
	100	1627bc	1257bc	1892c	853abc	1465d	1044b	944ab	*

* Imposible evaluar rechazos debido al pisoteo.

* *Uneaten pasture could not be measured.*

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: *Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0.05$, 1986; $P < 0.01$, 1987, 1988).*

Tabla 12.—UTILIZACION DE HIERBA (kg MS/ha) (1988)

Table 12.—Pasture utilization in six successive grazings (kg DM/ha). 1988

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S					
		1	2	3	4	5	6
TESTIGO		422a	498a	1069a	1116a	175a	560a
k g	0	448a	658ab	1145a	1180a	276ab	473a
	20	861b	1060bc	1560ab	1483ab	482abc	956b
d e	40	1042bc	1383cd	1870abc	1743abc	665abc	1163bc
	60	1364cd	1669de	2015bc	1964bc	912bc	1320bc
N / h a	80	1136bc	1805de	2451c	2186c	899bc	1525c
	100	1508d	1976e	2376bc	1821bc	958c	1471c

Tabla 13.—ALTURA EN cm DE LA HIERBA (oferta/rechazos)

Table 13.—Height (cm) of sward (offered/refused) during 1986

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S				
		1	2	3	4	5
TESTIGO		6,2/*	10,4a/4,9ab	9,0b/4,9a	8,4a/4,6ab	7,6a/3,8a
k g	0	6,3/*	10,2a/4,3a	7,9a/4,4a	9,2a/4,3a	6,8a/3,6a
	20	7,2/*	13,3b/4,6a	10,4b/5,1a	9,7ab/4,4a	8,1a/3,7a
d e	40	8,6/*	14,4b/5,3abc	12,1bc/5,4a	11,1b/5,0ab	9,7b/4,0a
	60	8,2/*	16,3c/5,9bc	13,4c/5,7a	11,3b/4,9ab	9,9b/4,0a
N / h a	80	9,2/*	17,4c/5,5abc	14,0c/5,5a	13,8c/5,4b	10,3b/4,1a
	100	11,7/*	15,5bc/6,3c	15,3d/5,7a	14,7c/4,8ab	9,8b/3,7a

* El nivel de rechazos fue considerado nulo.

* Refusals were judged to be zero.

a,b,c,d,e: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d,e: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

Tabla 14.—ENERGIA METABOLIZABLE DE LA HIERBA
(oferta/rechazos) EN MJ/Kg MS (1986)

Table 14.—Metabolisable Energy content of herbage
(offered/refused) in MJ/Kg DM. 1986

TRATAMIENTO		PASTOREO No				
		1	2	3	4	5
K g d e h a	0	9,3a/*	9,5a/9,0ab	8,6a/8,4a	9,2a/8,9b	9,6a/8,3bc
	15	9,5a/*	9,5a/8,7a	8,8abc/8,4a	9,7ab/7,7a	9,9ab/7,1a
	30	9,6a/*	9,6a/8,5a	8,9bc/8,5a	9,6ab/8,1a	9,8ab/7,9b
	45	9,6a/*	9,6a/8,9ab	8,7ab/8,5a	9,5ab/9,0b	9,8ab/8,4c
	60	9,6a/*	9,7a/9,1ab	9,0c/8,6ab	9,5ab/8,5ab	10,0ab/8,0b
	75	9,9a/*	9,7a/9,3b	8,9c/8,7ab	9,2a/8,4ab	10,0ab/8,1bc

* El nivel de rechazos fue considerado nulo.

* Refusals were judged to be zero.

Tabla 15.—ENERGIA METABOLIZABLE DE LA HIERBA
(oferta/rechazos) EN MJ/Kg MS (1987)

Table 15.—Metabolisable Energy content of herbage
(offered/refused) in MJ/Kg DM. 1987

TRATAMIENTO		PASTOREO No							
		1	2	3	4	5	6	7	8
k g d e h a	0	9,4a/9,2b	9,7a/9,0bc	9,2a/9,1a	9,0a/8,9a	8,8a/8,8a	8,6a/9,5c	9,8a/8,3a	9,8a/*
	20	9,5a/8,5b	9,9a/9,0ab	9,3a/9,0a	9,1a/9,1a	8,8a/8,6a	8,8ab/8,5a	9,7a/8,8b	10,0ab/*
	40	9,8ab/8,8ab	9,9a/9,2b	9,6b/9,1a	9,4ab/9,1a	8,8a/8,9a	8,9ab/9,0b	10,1ab/9,0b	9,8a/*
	60	9,7ab/9,1b	10ab/9,3bc	9,8c/9,1a	9,6b/8,9a	9,0a/8,9a	9,1bc/8,9b	10,5bc/9,1b	10,2ab/*
	80	10,0ab/9,1b	10,3bc/9,5bc	10,0d/9,3ab	10,2c/8,9a	9,5b/9,0ab	9,5c/9,1b	11,0cd/8,5ab	10,6bc/*
	100	10,1ab/9,1b	10,3bc/8,6a	10,3e/9,3ab	10,6d/9,2a	10,0c/9,0ab	9,9d/9,0b	11,0cd/8,8b	10,4abc/*

* Imposible evaluar rechazos debido al pisoteo.

* Uneaten pasture could not be measured.

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

Tabla 16.—ENERGIA METABOLIZABLE DE LA HIERBA
(oferta/rechazos) EN MJ/Kg MS (1988)

Table 16.—Metabolisable Energy content of herbage
(offered/refused) in MJ/Kg DM. 1988

TRATAMIENTO		PASTOREO No					
		1	2	3	4	5	6
TESTIGO		9,8a/9,8a	10,2a/8,9a	9,4a/8,8a	9,0a/8,4a	9,2a/8,2a	8,8b/8,0a
k	0	9,7a/9,5a	10,2a/9,1a	9,3a/8,9a	9,2ab/8,2a	9,0a/8,2a	8,9b/8,0a
g	20	10,1b/10,2ab	10,3a/9,2a	9,4a/8,9a	9,1ab/8,5a	9,4a/8,5a	8,1a/8,2a
d	40	10,4c/9,8a	10,5ab/9,3a	9,5a/9,0a	9,3b/8,3a	9,9b/8,7a	9,9c/8,0a
e	60	10,7d/10,0a	10,8bc/9,1a	9,9b/8,6a	9,7c/8,4a	10,4c/8,6a	10,3d/8,4a
N	80	10,8de/10,2ab	10,8bc/9,2a	9,9b/8,7a	9,8cd/8,5a	10,6c/8,9a	10,4d/8,4a
/	100	11,0e/10,5b	11,0c/9,2a	10,1b/8,9a	10,0d/8,7a	10,7c/8,6a	10,7d/8,4a
h							
a							

Tabla 17.—CONTENIDO EN MATERIA SECA DE LA HIERBA
(oferta/rechazos) EN % (1986)

Table 17.—Dry matter content of herbage
(offered/refused), %, 1986

TRATAMIENTO		PASTOREOS				
		1	2	3	4	5
TESTIGO		23,4a/*	22,8a/35,2ab	33,2a/58,6a	20,2a/25,0a	16,5a/27,7a
k	0	22,4ab/*	21,7ab/39,0a	32,9a/62,1a	17,7ab/26,4a	15,9a/26,7a
g	15	20,8abc/*	21,4ab/34,8ab	30,6a/58,1a	17,0ab/23,6a	16,1a/25,6a
d	30	19,9abcd/*	18,3bc/30,9ab	31,4a/59,3a	17,5ab/22,9a	15,3a/26,4a
e	45	19,6bcd/*	18,6bc/31,0ab	30,3a/58,4a	17,3ab/21,8a	14,5a/25,8a
N	60	18,3cd/*	16,8cd/30,0ab	27,3a/61,2a	16,2ab/23,0a	14,9a/24,9a
/	75	16,6d/*	14,7d/28,0b	25,8a/57,5a	15,2b/22,2a	15,0a/28,6a
h						
a						

* El nivel de rechazos fue considerado nulo.

* Refusals were judged to be zero.

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

Tabla 18.—CONTENIDO EN MATERIA SECA DE LA HIERBA DURANTE 1986

Table 18.—Dry matter content of herbage (offered/refused), %. 1987

TRATAMIENTO		PASTOREOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TESTIGO		20,5a/20,5a	17,2a/24,6a	27,0a/35,0a	18,8a/32,4a	25,8a/35,0a	27,3a/30,6a	15,5a/14,3a	13,4a/*
k g d e	0	18,6ab/19,4ab	15,9ab/24,3a	26,7a/34,0a	17,8ab/30,1ab	22,8ab/33,0a	24,4ab/30,6a	14,2ab/13,6a	13,2a/*
	20	16,5ab/18,5ab	15,1bc/23,7a	23,9b/33,1a	15,8ab/28,6b	22,6ab/32,4a	21,8bc/27,6a	12,8b/11,9b	13,1a/*
	40	16,7ab/16,8b	14,8bc/23,6a	24,0b/34,9a	15,8ab/29,2b	21,3ab/34,9a	21,9bc/29,0a	12,8b/12,0ab	12,7a/*
N / h a	60	15,4b/15,9b	13,8c/22,9a	22,4bc/34,8a	14,6ab/29,5b	20,3ab/32,1a	19,6cd/28,2a	12,2b/11,8b	12,6a/*
	80	14,5b/16,1b	14,0bc/23,3a	21,6c/33,7a	13,8b/27,7b	19,1b/32,5a	18,2d/27,9a	12,5b/11,3b	13,2a/*
	100	13,7b/16,0b	13,5c/22,9a	20,4c/33,6a	14,1b/29,9ab	18,2b/31,7a	18,1d/26,0a	12,4b/11,8b	13,1a/*

* Imposible el control de rechazos debido al pisoteo.

* *Uneaten pasture could not be measured.*

Tabla 19.—CONTENIDO EN MATERIA SECA DE LA HIERBA (oferta/rechazos) EN % (1986)

Table 19.—Dry matter content of herbage (offered/refused), %. 1988

TRATAMIENTO		PASTOREOS					
		1	2	3	4	5	6
TESTIGO		22,6a/22,3a	17,1a/24,5a	19,2a/27,3a	24,9a/31,3a	20,6a/22,9a	19,3a/27,6a
k g d e	0	20,7ab/20,7ab	16,6a/22,8ab	18,2ab/26,2a	23,1ab/31,3a	21,2ab/21,9a	17,8a/25,6a
	20	19,1bc/18,2bc	15,1ab/22,4b	16,9abc/26,0a	23,3ab/31,4a	19,0ab/22,7a	15,9b/25,2a
	40	18,5bc/17,6bc	14,1b/21,8b	16,6bc/25,7a	21,2bc/30,5a	17,8ab/22,0a	14,4bc/25,2a
N / h a	60	17,6c/17,0bc	13,3/21,9b	15,9bc/26,1a	19,6cd/30,4a	17,8ab/21,7a	14,1c/25,3a
	80	18,3c/18,8c	13,8b/21,6b	15,8bc/25,8a	18,9d/31,1a	16,6b/22,2a	14,3c/27,0a
	100	17,0c/16,0c	13,0b/21,4b	15,0c/25,2a	17,9d/28,9a	16,2b/21,9a	13,9c/26,0a

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

de los pastoreos. En rechazos es difícil dilucidar el efecto debido a la contaminación por tierra, pero cuando ésta no influye (valores bajos), no se aprecia evolución con las dosis. Comparativamente, presentan mayor contenido que las respectivas ofertas. (Tablas 20, 21 y 22).

Efectos sobre la composición botánica

Al aumentar el aporte de nitrógeno, se incrementa la proporción de *Lolium perenne* y *Holcus lanatus* en detrimento de otras gramíneas de menor interés pascícola, pero también del *Trifolium repens* (figuras 1 y 2). El resto de familias botánicas disminuye. La materia muerta tiende a incrementar en el primer año, pero no en el segundo.

El *Trifolium repens* presenta una buena respuesta a la fertilización fosfopotásica en 1986, pero no en 1987, año en que ésta se redujo.

Respecto a densidad de tallos al final de la experiencia (Tabla 29), para las gramíneas resulta máxima con el tratamiento N-1 y solamente para la dosis más elevada es estadísticamente inferior al testigo. En cuanto a leguminosas y otras familias, se observa una sensible reducción debido a la fertilización nitrogenada.

Curvas de respuesta

Los resultados del análisis de regresión se compendian en la Tabla 30, para las tres modalidades de producción vegetal consideradas.

Desde mayo a agosto se da siempre un buen ajuste al modelo. En otoño, hay dos casos (octubre de 1986 y diciembre de 1987) en que el coeficiente de determinación ajustado es bajo.

La dosis máxima de nitrógeno ($y'=0$) se alcanza para $x = -b/2c$.

Calculadas dichas dosis máximas, se observa que presentan valores más elevados en primavera que en otoño. El mes de julio resulta contradictorio según años: en 1986 no se llegó a alcanzar la producción tope, mientras que en 1987 resulta una dosis máxima similar a las de otoño. Consideramos esto imputable a la insuficiente precipitación ocurrida en mayo de 1987 (ver Tabla 3). De igual manera, el mal ajuste al modelo parabólico en octubre de 1986 cabe atribuirse a la sequía durante el anterior pastoreo en julio. Consideramos procedente no fijar una dosis anual de nitrógeno, sino por pastoreo, tal como se ha planteado en este trabajo. La aplicación de la misma no tendrá lugar si el ganado abandona la parcela durante una clara situa-

Tabla 20.—CONTENIDO EN CENIZAS DE LA HIERBA (oferta/rechazos)
EN % SOBRE MATERIA SECA (1986)

Table 20.—Ash content of herbage (offered/refused),
% dry matter basis. 1986

TRATAMIENTO		PASTOREOS				
		1	2	3	4	5
TESTIGO		10,2a/*	9,0b/10,8a	8,4a/8,8a	10,0b/14,9a	12,7a/18,8a
K g d e N / h a	0	9,9a/*	10,1a/12,4ab	9,1a/10,0a	10,9ab/24,4c	11,0b/28,9b
	15	10,2a/*	10,1a/15,1b	9,1a/10,2a	10,9ab/20,7b	12,3ab/25,4b
	30	10,0a/*	9,7a/10,8a	8,8a/9,8a	11,2ab/13,9a	12,0ab/21,0b
	45	9,5a/*	9,3a/11,1a	7,9a/10,0a	10,8ab/20,1b	11,6ab/24,8b
	60	9,6a/*	10,2a/10,5a	8,9a/8,0a	11,6a/19,3b	12,0ab/22,4b
	75	9,8a/*	10,5a/10,3a	8,4a/9,4a	11,4ab/18,4b	11,5ab/24,1b

* El nivel de rechazos fue considerado nulo.

* Refusals were judged to be zero.

Tabla 21.—CONTENIDO EN CENIZAS DE LA HIERBA (oferta/rechazos)
EN % SOBRE MATERIA SECA (1987)

Table 21.—Ash content of herbage (offered/refused),
% dry matter basis. 1987

TRATAMIENTO		PASTOREOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TESTIGO		10,5b/13,9a	10,1a/10,5a	8,9ab/9,3a	10,1a/9,6a	9,4a/9,7a	9,6a/9,0a	10,3a/17,6ab	10,2a/*
k g d e N / h a	0	12,5a/18,3b	10,2a/13,3b	9,4a/10,2a	10,8a/10,5a	10,1a/11,2a	9,3a/10,7a	11,4a/15,1a	10,2a/*
	20	10,9ab/17,5b	10,0a/11,7ab	8,5ab/9,1a	10,4a/9,7a	9,2a/10,3a	9,2a/9,8a	10,8a/15,3a	12,5a/*
	40	11,2ab/16,6b	9,8a/11,1a	8,2b/8,6a	9,9a/9,8a	8,8a/9,5a	9,2a/9,7a	10,7a/15,4a	10,9a/*
	60	10,6b/16,9b	9,6a/10,6a	8,2b/9,0a	9,6a/10,1a	9,1a/10,0a	9,5a/10,5a	10,6a/18,9ab	10,5a/*
	80	10,3b/16,5b	9,2a/15,5b	8,2b/9,6a	10,0a/10,4a	8,6a/11,2a	9,9a/11,0a	10,5a/17,3ab	11,5a/*
	100	10,3b/19,0b	9,7a/11,1a	7,9b/9,1a	9,9a/11,0a	9,2a/10,3a	9,8a/10,6a	10,6a/20,7b	11,3a/*

* Imposible evaluar rechazos debido al pisoteo.

* Uneaten pasture could not be measured.

a,b: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

Tabla 22.—CONTENIDO EN CENIZAS DE LA HIERBA (oferta/rechazos)
EN % SOBRE MATERIA SECA (1988)

Table 22.—Ash content of herbage (offered/refused),
% dry matter basis. 1988

TRATAMIENTO		PASTOREOS					
		1	2	3	4	5	6
TESTIGO		9,0b/9,6a	9,1ab/12,0a	9,3a/11,8a	8,3a/9,7a	10,2a/11,9a	9,8b/13,6a
k g d e	0	10,7a/11,5a	10,2a/11,4a	9,6a/10,7a	9,2a/11,4a	11,0a/11,4a	11,3a/14,1a
	20	9,6a/8,9a	9,9ab/10,9a	9,1a/11,6a	9,0a/8,9a	10,0a/10,8a	10,2ab/13,0a
	40	9,5ab/10,1a	9,4ab/10,3a	9,5a/11,7a	8,6a/10,1a	9,8a/10,2a	9,8b/15,4a
	60	9,6ab/11,4a	8,8ab/11,1a	8,7a/12,3a	8,6a/11,3a	9,8a/11,2a	9,7b/13,8a
	80	8,4b/10,7a	8,7ab/10,6a	8,6a/13,5a	8,2a/10,7a	9,7a/10,5a	9,2b/13,4a
a	100	8,9b/10,5a	8,7ab/11,0a	8,4a/12,9a	8,8a/10,4a	9,4a/11,0a	9,0b/14,1a

Tabla 23.—CONTENIDO EN PROTEINA BRUTA DE LA HIERBA
(oferta/rechazos) EN % SOBRE MATERIA SECA (1986)

Table 23.—Crude protein of herbage (offered/refused),
% dry matter basis. 1986

TRATAMIENTO		PASTOREOS				
		1	2	3	4	5
TESTIGO		12,6a/*	17,0ab/12,9a	11,8a/9,4a	18,3a/19,1b	19,6ab/17,1ab
k g d e	0	13,3ab/*	15,6a/11,7a	11,9a/8,9a	20,2bc/17,9ab	19,0a/15,2a
	15	15,2c/*	16,3ab/12,9a	13,2abc/9,5a	19,5ab/18,4b	19,1a/16,1a
	30	14,8bc/*	17,5ab/12,1a	12,6ab/10,4a	18,8ab/16,1a	19,9abc/16,1a
	45	15,1c/*	17,4ab/14,6a	13,8bc/10,8a	20,1bc/18,4b	20,8cd/17,7b
	60	15,4c/*	18,0ab/14,0a	14,9c/11,4a	18,9ab/16,7a	20,6bcd/17,2ab
a	75	16,9d/*	20,5b/15,0a	14,5c/10,6a	21,0c/19,0b	21,5d/16,1a

* El nivel de rechazos fue considerado nulo.

* Refusals were judged to be zero.

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

Tabla 24.—CONTENIDO EN PROTEINA BRUTA DE LA HIERBA (oferta/rechazos) EN % SOBRE MATERIA SECA (1987)

Table 24.—Crude protein of herbage (offered/refused), % dry matter basis. 1987

TRATAMIENTO		PASTOREOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TEST.		16,0a/13,9a	15,8a/12,8a	12,9a/10,2a	14,3a/11,5a	14,4a/12,6a	14,1a/13,4a	21,4a/18,4a	19,5a/*
k	0	16,9ab/13,6a	16,4ab/12,2a	12,1a/10,5a	14,7a/11,5a	14,7a/12,8a	14,9a/13,7a	21,9a/18,1a	19,7a/*
g	20	18,1bc/13,6a	16,3ab/11,8a	13,1a/10,0a	15,5a/12,0a	14,4a/13,1a	16,1a/15,0a	23,9ab/18,0a	20,9a/*
d	40	19,2cd/14,1a	16,8ab/12,2a	14,7b/11,3ab	18,2b/12,9a	16,1a/13,8a	18,6b/15,3a	25,5bc/18,6a	21,2a/*
e	60	20,3d/13,8a	17,7b/12,6a	15,7b/9,2a	20,3c/14,8ab	18,9b/15,6ab	21,9c/16,6ab	28,0c/19,7ab	23,7a/*
N	80	20,2d/14,8a	17,5b/11,8a	18,0c/13,1b	23,4d/16,1b	22,1c/16,1b	24,3d/18,5b	27,3/20,6b	22,8a/*
/	100	21,9e/15,7a	19,7c/11,8a	19,9d/13,7b	24,1d/16,9b	23,5c/15,7ab	24,7d/18,4b	28,5/20,8b	24,1a/*
h									
a									

* Imposible el control de rechazos debido al pisoteo.

* *Uneaten pasture could not be measured.*

Tabla 25.—CONTENIDO EN PROTEINA BRUTA DE LA HIERBA (oferta/rechazos) EN % SOBRE MATERIA SECA (1988)

Table 25.—Crude protein of herbage (offered/refused), % dry matter basis. 1988

TRATAMIENTO		PASTOREOS					
		1	2	3	4	5	6
TESTIGO		16,4a/15,9a	16,7a/14,6a	13,3ab/13,1a	12,7ab/11,5a	17,1ab/12,2a	15,5a/12,9a
k	0	16,9a/16,3a	17,0a/15,6a	12,9a/12,6a	13,4bc/10,7a	16,0a/11,7a	16,7a/12,6a
g	20	18,0ab/16,4a	17,0a/14,3a	12,4a/12,0a	11,6a/10,1a	17,2ab/12,1a	16,6a/12,2a
d	40	19,0bc/17,1ab	18,1a/15,1a	12,9a/13,0a	12,4ab/10,4a	18,9b/12,2a	21,0b/13,9ab
e	60	20,5c/18,7bc	18,0a/13,7a	13,8ab/13,7ab	13,6bc/10,4a	21,5c/13,5a	23,4bc/15,2b
N	80	20,3c/18,9bc	18,6a/14,4a	15,0bc/13,5ab	14,5c/11,4a	23,0c/13,8a	24,1c/15,3b
/	100	22,3d/20,9c	14,7b/15,0a	15,9c/14,1b	16,9d/12,4a	23,1c/13,8a	25,5c/15,7b
h							
a							

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

Tabla 26.—CONTENIDO EN FIBRA NEUTRO DETERGENTE (oferta/rechazos) EN % SOBRE MATERIA SECA (1986)

Table 26.—Neutral detergent fibre content of herbage (offered/refused), % dry matter basis. 1986

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S				
		1	2	3	4	5
TESTIGO		53,8/*	59,0/63,7	71,1/66,7	58,3/65,7	45,5/65,6
k	0	52,0/*	55,2/64,5	65,4/66,1	53,6/67,8	45,9/62,8
	15	49,6/*	55,9/65,7	64,8/66,1	52,9/65,2	43,4/61,7
d	30	52,9/*	55,7/64,1	68,2/65,3	55,9/62,5	44,8/61,3
	45	50,6/*	55,9/62,4	68,1/64,7	54,0/63,6	43,8/61,0
h	60	49,3/*	61,7/64,0	58,8/75,2	57,2/63,3	42,2/69,4
	75	54,1/*	59,3/62,5	70,2/64,8	50,3/61,9	43,3/62,9

* El nivel de rechazos fue considerado nulo.

* Refusals were judged to be zero.

Tabla 27.—CONTENIDO EN FIBRA NEUTRO DETERGENTE (oferta/rechazos) EN % SOBRE MATERIA SECA (1987)

Table 27.—Neutral detergent fibre content of herbage (offered/refused), % dry matter basis. 1987

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S							
		1	2	3	4	5	6	7	8
TESTIGO		49,9a/56,2a	53,5a/58,8a	53,5a/61,2a	58,3a/63,3a	57,7a/66,4a	63,2a/65,2a	50,3a/63,4a	52,6a/*
k	0	47,3ab/57,4a	51,9ab/59,1a	54,1a/61,2a	58,1a/62,3a	55,8ab/65,4a	60,6ab/64,7a	51,1a/60,5ab	53,5a/*
	20	46,3ab/56,1a	52,7ab/60,0a	53,6a/60,1a	55,7ab/62,5a	56,2a/64,3a	60,4ab/63,8ab	49,1ab/60,1ab	52,7a/*
d	40	48,4ab/56,1a	53,3a/59,1a	53,6a/61,2a	53,2bc/62,1a	56,1ab/64,6a	60,1ab/64,0ab	49,3ab/59,1b	50,2ab/*
	60	47,0ab/56,6a	52,9a/58,9a	52,3ab/60,2a	52,3cd/61,6a	53,4abc/63,6a	57,7bc/63,5ab	45,6bc/58,8b	48,1b/*
h	80	44,1b/55,6a	53,1a/61,9a	50,8bc/61,2a	49,6d/60,8a	51,5bc/63,9a	46,1bc/60,4b	43,7c/58,4b	48,8b/*
	100	44,3b/56,6a	48,8b/58,4a	49,0c/60,7a	49,4d/61,0a	49,4c/63,5a	54,5c/60,7b	42,1c/58,4b	47,2b/*

* Imposible evaluar rechazos debido al pisoteo.

* Uneaten pasture could not be measured.

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0,05$, 1986; $P < 0,01$, 1987, 1988).

Tabla 28.—CONTENIDO EN FIBRA NEÚTRO DETERGENTE (oferta/rechazos) EN % SOBRE MATERIA SECA (1988)

Table 28.—Neutral detergent fibre content of herbage (offered/refused), % dry matter basis. 1988

TRATAMIENTO		P A S T O R E O S					
		1	2	3	4	5	6
TESTIGO		44,4a/54,4a	47,4a/58,6a	55,6a/64,5a	60,1a/65,5a	56,1ab/66,1a	63,4a/65,3a
k g d e	0	42,5ab/52,8ab	47,4a/57,4a	55,2ab/62,5a	56,4bc/66,2a	58,4a/65,7a	60,4ab/65,1a
	20	40,8bc/52,1ab	46,6a/57,8a	56,3ab/63,6a	57,3ab/64,8a	56,1ab/65,7a	58,8dc/65,0a
	40	40,2bcd/52,3ab	47,2a/60,1a	55,9cb/62,4a	56,0bc/64,0a	52,8bc/65,7a	55,5cd/65,1a
N / h a	60	39,3cd/51,7ab	47,0a/60,0a	58,2ab/61,8a	54,0dc/64,5a	51,2c/65,7a	52,7de/63,8a
	80	37,4d/50,3b	46,2a/60,1a	54,5ab/63,1a	54,2bc/60,2b	49,9c/65,1a	53,2de/65,4a
	100	37,4d/50,9b	45,8a/60,3a	51,5b/63,8a	53,3c/64,1a	48,9c/66,4a	51,7e/64,3a

Sin diferencias significativas a $P < 0,05$ en 1986.

a,b,c,d,e: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,05$ (1986); $P < 0,01$ (1987, 1988).

a,b,c,d,e: Values with different subscripts in a column are significantly different. ($P < 0.05$, 1986; $P < 0.01$, 1987, 1988).

Tabla 29.—DENSIDAD DE TALLOS DE GRAMINEAS, LEGUMINOSAS Y OTRAS FAMILIAS EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS (1988)

Table 29.—Density of grasses, legumes and other plant classes with the experimental treatments. 1988

TRATAMIENTO	Gramíneas	Leguminosas	Otras familias
TESTIGO	280,67b	8,37a	8,53a
N-0	249,13bc	9,53a	8,67a
N-1	353,27a	0,73b	2,67b
N-2	279,33b	0,87b	2,00b
N-3	250,20bc	0,07b	2,40b
N-4	209,20bc	0,20b	2,60b
N-5	188,67c	0,87b	3,27ab

a,b,c: Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren a $P < 0,01$.

a,b,c: Values with different subscripts in the same column differ significantly ($P < 0.01$).

Tabla 30.—ECUACIONES DE REGRESION PARA ESTIMAR LA PRODUCCION VEGETAL (y) EN FUNCION DE LA DOSIS DE NITROGENO (x) SEGUN UN MODELO $y = a + bx + cx^2$ (años 1986, 1987 y 1988)

Table 30.—Regression equations for estimating crop production (y) as a function of the level of nitrogenous fertilizer (x) using equation $y = a + bx + cx^2$ (years 1986, 1987 and 1988)

MES	Pastoreo Nº y año	y = kg de MS/ha					y = GJ de EM/ha					y = kg de PB/ha				
		a	b	c	\bar{R}^2	E.S.	a	b	c	\bar{R}^2	E.S.	a	b	c	\bar{R}^2	E.S.
MARZO	1-1987	894	36,3	-0,228	0,916	167	8,5	0,358	-0,00211	0,929	1,6	146	7,60	-0,0421	0,923	38,3
	1-1988	671	14,0	-0,0785	0,705	147	6,53	0,156	-0,00080	0,753	1,6	115	2,86	-0,0116	0,740	36,0
ABRIL	1-1986	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2-1987	1073	27,3	-0,177	0,974	66	10,6	0,278	-0,00169	0,977	0,7	173	4,20	-0,0196	0,978	13,0
	2-1988	920	22,4	-0,114	0,975	63	9,41	0,245	-0,00114	0,970	0,3	158	3,95	-0,0153	0,977	13,6
MAYO	2-1986	1136	27,8	-0,152	0,944	114	10,6	0,275	-0,00152	0,950	1,0	170	4,60	-0,0082	0,989	11,7
	3-1987	1371	32,3	-0,205	0,977	76	12,7	0,326	-0,00182	0,984	0,7	164	5,03	-0,0161	0,969	13,9
JUNIO	3-1988	1506	25,0	-0,130	0,970	73	13,8	0,251	-0,00115	0,905	0,6	134	3,19	-0,00733	0,974	15,0
JULIO	3-1986**	1318	23,1	-0,074	0,954	103	11,7	0,205	-0,00064	0,950	1,0	150	3,56	-0,0068	0,982	11,7
	4-1987	1163	25,7	-0,209	0,678	183	10,4	0,278	-0,00205	0,806	1,7	160	5,94	-0,0343	0,856	38,5
	4-1988	1471	23,5	-0,153	0,848	82	15,2	0,232	-0,00134	0,976	0,6	183	1,97	-0,00017	0,594	5,73
AGOS.	5-1987	1576	29,2	-0,238	0,961	66	13,7	0,274	-0,00193	0,963	0,7	218	5,21	-0,0219	0,935	30,1
SEPT.	5-1988	785	19,9	-0,156	0,830	102	7,04	0,214	-0,00154	0,919	0,8	119	4,50	-0,0284	0,983	8,96
OCT.	4-1986	699	9,9	-0,066	0,180	185	6,8	0,079	-0,00045	0,247	1,5	68	0,79	-0,0045	0,247	15,1
	6-1987	1479	16,9	-0,141	0,960	36	12,9	0,173	-0,00145	0,979	0,3	206	5,22	-0,0329	0,947	18,3
NOV.	7-1987	1026	9,7	-0,094	0,680	65	9,9	0,131	-0,00112	0,852	0,6	223	3,74	-0,0298	0,893	14,6
	6-1983	1118	18,4	-0,141	0,873	81	9,61	0,218	-0,00149	0,964	0,6	168	5,35	-0,0323	0,970	16,3
DIC.	5-1986	441	11,2	-0,110	0,912	32	4,4	0,110	-0,00104	0,912	0,3	83	2,41	-0,0215	0,910	8,0
	8-1987	638	2,6	-0,039	0,358	63	6,3	0,033	-0,00042	0,322	0,6	127	0,96	-0,0100	0,202	13,7

\bar{R}^2 = Coeficiente de determinación ajustado. E.S. = Error estándar.

* = Por no alcanzarse el máximo de producción no es posible un ajuste.

** = Valores no muy fiables por la misma razón anterior.

\bar{R}^2 = Adjusted coefficient of determination. E.S. = Standard error.

* = As no maximum was reached no regression can be calculated.

** = Values unreliable for the same reason.

ción de sequía, y la dosis anual dependerá del número de pastoreos y de la precipitación.

En la Tabla 31 figura una síntesis de las dosis máximas según época del año, redondeadas a fracciones de 5 puntos y bajo forma de intervalo entre valores extremos observados. Es de destacar el paralelismo existente para las producciones de materia seca y energía metabolizable y la disparidad en el caso de kg de PB/ha.

Para el cálculo de dosis óptimas económicamente, es necesario considerar en primer lugar qué modalidad de producción vegetal es la que interesa y qué precio debe asignársele. Caben muchas interpretaciones al respecto y están siendo objeto de un nuevo trabajo en curso

en el Centro de Experimentación Animal de Villaviciosa, cuya publicación incluirá el cálculo de dosis económicamente óptimas en función de los coeficientes b y c aquí determinados.

Tabla 31.—DOSIS MAXIMA DE NITROGENO (Kg N/pastoreo/ha) SEGUN EPOCA DEL AÑO PARA CADA MODALIDAD DE PRODUCCION VEGETAL.

Table 31.—Maximum rates of nitrogen application (Kg N/grazing/ha) in each period of the year for each index of production y

	y=kg de MS/ha	y=GJ de EM/ha	y=kg de PB/ha
Marzo a Junio	75-95	80-105	90-260
Julio	60-155	70-160	85-260
Agosto a Noviembre	50-75	60-90	65-120
Diciembre	35-50	40-55	50-55

DISCUSIÓN

La respuesta al nitrógeno en cantidad de hierba en oferta por pastoreo es muy importante y concuerda con las observaciones de FERNÁNDEZ-QUINTANILLA (1962), REMÓN (1974) y RODRÍGUEZ JULIÁ y DOMINGO (1987). Incluso es comparable con los resultados obtenidos sobre praderas sembradas permanentes (GARCÍA GÓMEZ, 1973; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, 1982; MOMPIELA, 1984; otros) y asociación *Lotium multiflorum* - *Trifolium pratense* (PIÑEIRO y PÉREZ, 1978).

La acción depresiva del abonado fosfopotásico en el tratamiento N-O cabría imputarla a una acción cáustica sobre la vegetación, especialmente sobre dicotiledóneas en forma de roseta.

El incremento en valor nutritivo concuerda sólo en parte con los resultados de GONZÁLEZ-ARRANZ (1978), CABALLERO y LÓPEZ GOICOECHEA (1980) y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ (1987). Este último autor encontró que un posible incremento en proteína de la gramínea de una pradera sembrada compensaba la menor proporción de *Trifolium repens*. En nuestro caso no hay sólo compensación, sino incremento.

Los resultados obtenidos sobre modificación de la composición botánica, especialmente en cuanto a menor contenido de *Trifolium repens*, son concordantes con los de LORENZO y LABAYEN (1976), SUÁREZ *et al* (1976), RODRÍGUEZ *et al* (1980) y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ (1982). La falta de respuesta de dicha leguminosa a la fertilización fosfopotásica en 1987 sugiere que la aportación de potasio fue escasa y los datos de análisis de suelo así lo confirman (Tabla 1).

Las dosis máximas de nitrógeno son muy elevadas. En el caso de producción de proteína bruta en primavera, rebasan la dosis N-5. Sin duda alguna, esto motiva imprecisión en el ajuste de las parábolas y de ahí la mayor disparidad de resultados. De cualquier forma, no es lógico que sea esta modalidad de producción la que determine el cálculo de dosis óptimas económicamente. Ello implicaría entrar en consideraciones sobre la degradabilidad ruminal de la proteína de la hierba, muy difíciles e imprecisas de abordar. Establecidos los criterios económicos, conllevarán el cálculo de dosis económicamente óptimas en función del precio del kg de materia seca de hierba o del gigajulio de energía metabolizable.

CONCLUSIONES

Para las praderas naturales de la zona litoral de Asturias no degeneradas, en condiciones no limitantes de fertilización fosfopotásica, la fertilización nitrogenada no sólo incrementa la cantidad de hierba en oferta, sino también su valor nutritivo y composición botánica, a excepción de la no deseable disminución del trébol blanco. Éste desaparece prácticamente con la dosis más elevada.

La respuesta en producción vegetal se ajusta bien a un modelo parabólico, según el cual no se deben superar 75 kg de N/pastoreo/ha de mayo a julio, 50 de agosto a noviembre y 35 en diciembre.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Fertilizantes Españoles, S.A. la financiación del trabajo, a D. Enriquez FERNÁNDEZ PRIETO su labor de campo, a D. Rafael RON el procesado informático de los datos y a D. José Manuel VIÑA la mecanografía.

Acceptado para su publicación, el 31-8-90

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, A., 1963. *Suelos, abonos y enmiendas*. Ed. Dossat, S. A. Madrid Cap. XXXV, pp. 359-361.
- CABALLERO, R.; LÓPEZ GOICOECHEA, F., 1980. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos, composición y valor nutritivo del ray-grass italiano (*Lolium multiflorum*, variedad *Westerwoldicum*). *Pastos, 10*: 114-124.

- FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C., 1962. Fertilización de las praderas naturales en la provincia de Santander. *Boletín INIA*, 46.
- GARCÍA GÓMEZ, A., 1973. Rendimiento de una pradera sembrada polifita mediante aprovechamiento en pastoreo. *Pastos*, 3 (2): 230-239.
- GARCÍA GÓMEZ, A., 1981. Panorama forrajero de Asturias. *El Campo*, 82: 18-22.
- GÓMEZ-IBARLUCEA, C.; GARCÍA GÓMEZ, A.; PRIETO, V.; GONZÁLEZ ARRÁEZ, E., 1981. Fertilización fosfo-potásica en praderas naturales de Galicia y Asturias. *Anales del INIA, Serie Agrícola*, 16: 45-55.
- GONZÁLEZ ARRANZ, A., 1978. Influencia de algunos aspectos químicos del suelo, nitrógeno y abonado nitrogenado, sobre el contenido y variaciones del mismo en el ciclo biológico de *Dactylis glomerata* L. *Pastos*, 8: 279-309.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A., 1982. Respuesta de la pradera mixta a la aplicación de nitrógeno. Fijación de nitrógeno. *Pastos*, 12: 107-118.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A., 1987. Contenido de proteína bruta de una pradera de gramínea y trébol blanco sometida a dosis crecientes de nitrógeno. *Pastos*, 17 (1-2): 79-88.
- GRANT SH, A., 1981. Sward components. In: *Sward Measurement Handbook*. Ed. Hodgson *et al.*
- I. T. G. V. (1984). Ensayos de abonado en praderas. *Boletín núm. 20*, 22 pp.
- LORENZO, J.; LABAYEN, J. M., 1976. Campaña de abonado en praderas (1971-1974) en Navarra. *Pastos*, 6 (1): 39-64.
- M. A. F. F., 1987. *Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants*. Reference Book 433. Second edition. ADAS. London.
- MIDDLETON, K. R., 1973. Monetary value of pasture specially in relation to fertilizer trials. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 16: 503-507.
- MOMBIELA, F., 1984. Fertilización de praderas permanentes con especial referencia a las establecidas en terrenos de montaña. CRIDA 01 - INIA, Publicación de orden interno.
- PIÑEIRO, J.; PÉREZ, J., 1978. El nitrógeno en una mezcla de ray-grass italiano y trébol violeta. *Pastos*, 8: 239-263.
- REMÓN, J., 1974. Ensayos de abonado en prado natural en Santander. *Pastos*, 4 (1): 42-52.
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Enzymatic methods for predicting organic matter *in vivo* digestibility of hays. *In Vitro News Letter*, 3: 13-14.
- RODRÍGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T.; CALLEJA, A., 1980. Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa. *Pastos*, 10 (1): 105-111.
- RODRÍGUEZ JULIÁ, M.; DOMINGO, M., 1987. Fertilización nitro-fosfopotásica de praderas naturales en el País Vasco. *Pastos*, 17 (1-2): 203-218.
- SUÁREZ, A.; CARPINTERO, C.; RODRÍGUEZ, M., 1976. Respuesta de prados naturales de montaña a distintos tipos y dosis de fertilizantes nitrogenados. *Pastos*, 6: 363-383.
- VAN ES A. J. H.; VAN DER MEER, J. M., 1980. *Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals*. Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research. Lelystad, the Netherlands: 6-74.

SUMMARY

EFFECT OF NITROGEN ON ROTATIONALLY GRAZED PERMANENT PASTURES OF ASTURIAS (N Spain) COASTAL AREA. I. MAXIMUM RATES

The response of a natural pasture in the coastal zone of Asturias to nitrogenous fertilizer was determined in 1986, 1987 and 1988. Responses in total herbage production, nutritive value and botanical composition were assessed under rotational grazing. Treatments were: no fertilizer and six levels of nitrogen accompanied by ample phosphorus and potassium. The nitrogen levels were 0, 15, 30, 45, 60 and 75 kg N/grazing/Ha in the first year and 0, 20, 40, 60, 80 and 100 kg Kg N/grazing/Ha in years 2 and 3. Each of the seven treatments was replicated nine times in 10 mx10 m sub-plots within the same pasture. At intervals the whole pasture was grazed simultaneously by the same beef herd. Amounts of herbage on offer and left uneaten were determined in each subplot at the beginning and end of each grazing. The botanical composition of herbage on offer was determined in each sub-plot in 1986 and 1987; the density of plants in the sward was determined at the end of the experiment.

Responses were found in the production and characteristics of the herbage. Amounts of dry matter, metabolizable energy and crude protein on offer were closely related to the level of nitrogen fertilizer, suggesting that no advantage would be gained by exceeding 75 kg Kg N/grazing/Ha from May to July, 60 kg Kg N/grazing/Ha from August to November and 35 kg Kg N/grazing/Ha in December.

Nitrogen fertilizer increased the proportion of *Lolium perenne* to the detriment of other species. *Trifolium repens* practically disappeared with the higher nitrogen applications.

Key words: Natural pastures, nitrogen, herbage production, nutritive value, botanical composition.