



PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERIA DE AGRICULTURA
Y PESCA

INFORMACIÓN
TÉCNICA

4 / 87

**OPTIMIZACIÓN DEL ABONADO NITROGENADO EN PRADERAS
NATURALES APROVECHADAS EN RÉGIMEN DE PASTOREO EN
LA ZONA COSTERA DE ASTURIAS.**

Aurelio Antuña Menéndez
Pedro Castro Alonso

CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN AGRARIA
VILLAVICIOSA

OPTIMIZACIÓN DEL ABONADO NITROGENADO EN PRADERAS NATURALES APROVECHADAS EN RÉGIMEN DE PASTOREO EN LA ZONA COSTERA DE ASTURIAS. (1)

RESUMEN

A lo largo del año 1986 se estudió la respuesta a la fertilización nitrogenada del prado natural aprovechado en pastoreo por vacas de carne. El ensayo se realizó en la finca correspondiente a la Unidad de Carne del Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa, Asturias.

Se han obtenido las curvas de respuesta a dosis crecientes de fertilizante, 0, 15, 30, 45, 60 y 75 Kg. de N por ha en los cinco aprovechamientos realizados, así como la curva global de la temporada de pastoreo, cuantificando el coste económico de los incrementos de producción obtenidos a fin de optimizar los niveles de fertilización aplicables en cada época del año.

Los resultados obtenidos indican una respuesta clara en los tres primeros aprovechamientos (primavera-principio de verano) que se reduce manifiestamente en los dos últimos, correspondientes a la época de otoño. El máximo anual de acumulación de hierba (8.069 Kg. MS/ha) se alcanza para la dosis de 375 UF/ha y el de consumo (6.628 Kg. MS/ha), para la dosis de 300 Kg. de N/ha y año. Con las dosis ensayadas no se alcanzaron máximos de acumulación ni de consumo de hierba en los pastoreos primero y tercero.

Considerando una relación de precio del Kg. de fertilizante a precio del Kg. de MS de hierba igual a 10 la aplicación de abono nitrogenado presenta interés económico hasta la dosis de 65, 60, 75 y 10 Kg. de N/ha en los pastoreo primario, segundo, tercero y cuarto, respectivamente, pero no resulta interesante después de mediados de Octubre (último pos toreo).

La composición botánica evoluciona como consecuencia de la fertilización, aumentando la proporción de Raygrass y holco y disminuyendo la de trébol al aumentar la dosis de nitrógeno.



INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta las favorables condiciones climáticas de la Cornisa Cantábrica para la producción forrajera y las limitaciones de superficie que afectan a la mayoría de sus explotaciones ganaderas, resulta evidente el interés de intensificar las producciones, máxime si se considera que la mayor parte de la superficie forrajera está ocupada por prado natural, explotado muy por debajo de su potencial de producción.

En concreto, el prado natural ocupa en Asturias más de una quinta parte de su territorio, situándose el nivel medio de producción anual en torno a las 5 t de MS por ha mientras que su potencial parece estar por encima de las 10 t (FERNÁNDEZ QUINTANILLA, 1962; REMON, 1974; GÓMEZ IBARLUCEA et al., 1981). Las técnicas de manejo, especialmente el abonado, son sin duda la vía a emplear para intensificar las referidas producciones, ya que según GARCÍA GÓMEZ (1981) sólo un 6,5% de la superficie total de prados de Asturias recibe un abonado N-P-K que pueda estimarse correcto.

La información disponible sobre respuestas a la fertilización de prados naturales en la región es sin embargo escasa y no permite establecer recomendaciones fiables, razón por la que se abordó el presente trabajo, que en una primera fase se centró en la fertilización nitrogenada por ser este elemento quien permite obtener aumentos de producción más relevantes e inmediatos (LAISSIUS, 1974; MINDER HOUND, 1974; REMON, 1974; CHEVALIER, 1975; GÓMEZ IBARLUCEA et al., 1982; GONZÁLEZ, 1983; MOMPIELA, 1984).

Nuestro objetivo se dirigió a valorar la respuesta al aporte de nitrógeno, tratando de estimar de forma precisa la cuantía de dicha respuesta, encontrar el nivel máximo de producción obtenible en condiciones no limitantes de fertilización sobre praderas naturales explotadas en régimen de pastoreo y, previo análisis del coste económico del incremento de producción, desarrollar recomendaciones de fertilización nitrogenada para estas condiciones de explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se efectuó en el Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa (Asturias), sobre prado natural asentado en un suelo de textura franco-arcilloso. El nivel de nutrientes y demás parámetros analíticos se especifica en el cuadro 1.

Cuadro 1.- Resultado de los análisis del suelo sobre el que se realizó el ensayo de fertilización nitrogenada.

DETERMINACIONES (*)	
ph (en agua destilada 1:2.5)	5.4
Materia orgánica oxidable	9.5%
Capacidad de intercambio catiónico	46.7 meq/g
Calcio asimilable	1.313 p.p.m.
Magnesio asimilable	839 p.p.m.
Potasio asimilable	131 p.p.m.
Fósforo asimilable (Bray)	4 p.p.m.

* *Determinaciones realizadas en el Laboratorio Agrario del Estado de Santander, según los métodos oficiales de análisis de suelos.*

La vegetación del prado estaba constituida fundamentalmente por las gramíneas *Holcus lanatus*, *Agrostis tenuis*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Sieglingia decumbens*, *Poa annua*, etc.; están también presentes las leguminosas *Trifolium repens*, *Lotus coniculatis*, *Vicia cracca* y en una menor proporción otras especies como *Hypochoeris radicata*, *Leontodon* sp., *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis* y *Carex caryophylla*.

El diseño experimental consistió en siete tratamientos diferenciados por los niveles de fertilizante aportado (cuadro 2), dispuestos en bloques al azar con 9 repeticiones, siendo las parcelas elementales de 10 x 10 m².

Cuadro 2.- Tratamientos aplicados en el ensayo de respuesta a la fertilización nitrogenada en prados naturales C.E.A., Villaviciosa, 1986.

TRATAMIENTOS	Dosis de fertilizante (kg/ha)			
	por pastoreo (1)	Anual (2)		
	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 - Testigo	0	0	0	0
2 - N-0	0	0	180	180
3 - N-1	15	75	180	180
4 - N-2	30	150	180	180
5 - N-3	45	225	180	180
6 - N-4	60	300	180	180
7 - N-5	75	375	180	180

(1) *El nitrógeno se aplicó como nitrato amónico cálcico del 26% al inicio del crecimiento de la vegetación e inmediatamente después de cada pastoreo en 5 dosis iguales.*

(2) *El P y K se aplicaron como superfosfato de cal del 18% en polvo y cloruro potásico del 60% en una sola aportación junto con la 1ª de nitrógeno.*

Cada grupo de tres bloques quedó situado dentro de una parcela que fue aprovechada en pastoreo rotacional, siendo el periodo de estancia del ganado en cada parcela de 2 a 5 días. Durante la estación de pastoreo se dieron cinco aprovechamientos en las siguientes fechas

Cuadro 3.- Fechas de aprovechamientos en pastoreo.

Pastoreo	1º	2º	3º	4º	5º
	18-25	23-30	14-31	8-24	28 de
	Abril	Mayo	Julio	Octubre	9 de

El ganado que se utilizó para consumir el pasto fue un rebaño de vacas o novillas de raza Asturiana de los Valles.

Para el control de la hierba presente, previamente a la entrada del ganado, se midió la altura de la hierba en nueve puntos dentro de cada parcela elemental por medio de una plataforma deslizante provista de una escala de medida en milímetros (grass-meter), y se cortó a continuación con moto segadora provista de barra de corte de 50 cm. de ancho. De forma semejante se valoraron los rehusos que quedaban después de la salida del ganado, que tenía lugar cuando el pasto quedaba rebajado a una altura aproximada de cinco centímetros (TMANETJE, 1978; HODGSON et al., 1981; LARGE, 1984).

El material recogido se pesó en fresco, tomando seguidamente una muestra representativa de 250 g que se secó en estufa de aire forzado a 602 C durante 24 horas para determinar el contenido de materia seca (MS). La misma muestra seca se molió y quedó almacenada para efectuar análisis químico-bromatológicos.

Se obtuvieron de esta manera los datos de acumulación de MS previa al pastoreo (oferta) y posterior al mismo (rehusos) y, por sustracción de ambos, la cuantía del material consumido en cada parcela elemental y para cada pase de pastoreo.

Con dichos datos se realizó un estudio estadístico consistente en un análisis de la varianza de dos factores (tratamientos y bloques) para verificar la existencia de respuesta a la fertilización y comprobar al mismo tiempo la homogeneidad de los bloques y la posible existencia de interacción de los tratamientos con los bloques.

ques. Este análisis se realizó considerando los valores correspondientes a los distintos aprovechamientos como repeticiones del mismo tratamiento. Posteriormente se efectuó un análisis de la varianza de tipo I con los datos correspondientes a cada aprovechamiento, seguido de un test a posteriori de Tukey-Kramer para determinación de la significación de las diferencias entre las medias de los distintos tratamientos, según los programas descritos por SOKAL y ROHLF (1979).

Para la evaluación económica de los resultados se trazaron las curvas de respuesta a la fertilización, estacional y anual, sobre las que se estudió la rentabilidad del abonado para diferentes relaciones de precio del abono/precio de la hierba. La respuesta óptima desde el punto de vista económico se obtiene cuando la diferencia entre el valor de la hierba producida y el coste de la fertilización es máxima. Matemáticamente se demuestra que esto ocurre cuando la pendiente (dy/dx) de la curva de respuesta adquiere un valor igual a la relación de precios por Kg. del fertilizante y de la hierba ($P_f = P_h$) (MIDDLETON, 1973; KATZNELSON, 1975; HAUSER, 1980; CABALLERO, 1981). Esto equivale a trazar la tangente a la curva cuya pendiente tiene un valor igual a la relación de precios considerada. El valor de la x -abscisa correspondiente al punto de tangencia indicará la dosis óptima de abonado para esa curva de respuesta y relación de precios particulares.

Finalmente, se valoró el cambio en la vegetación ocasionado por la fertilización mediante un muestreo realizado inmediatamente antes del 42 aprovechamiento, tomando en varios puntos de cada tratamiento (diez por parcela elemental) pequeños puñados de hierba, después de segarla por su base con un cortacéspedes manual. Las submuestras provenientes de los tres bloques situados en la misma parcela de pastoreo se reunieron en una sola muestra de 250 g aproximadamente sobre la que se hizo la separación en los siguientes componentes: 1.- raygrass inglés; 2.- holco lanoso; 3.- otras gramíneas (Agrostis, Cynosurus, etc.); 4.- trébol blanco; 5.- otras plantas y 6.- materia muerta. Los componentes así separados se secaron en estufa de aire forzado a 60° C y se determinó su peso seco, calculando a continuación la aportación porcentual de cada componente al total de la muestra (TMANETJE, 1978; GRANT, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



En primer lugar es necesario comentar el hecho aparentemente paradójico que se desprende de la observación de los datos reunidos en el cuadro 4 de que el testigo sin fertilización, tratamiento 1, tiene más acumulación de hierba que el tra

tamiento 2, fertilizado con 180 unidades de fosfórico y 180 unidades de potasa. Esto es debido a un efecto cáustico que tuvo el cloruro de potasa de la fertilización de fondo sobre la vegetación, especialmente sobre las plantas en roseta como *Hypochoeris radicata*, *Taraxacum officinale*, *Bellis perennis*, *Crepis capillaris*, *Leontodon sp.* y *Plantago sp.* y en menor medida sobre tréboles y gramíneas. Posteriormente la vegetación se recuperó visiblemente, sobre todo en las parcelas fertilizadas con nitrógeno, pero la depresión del crecimiento de parte de la flora de dicotiledóneas originó un descenso de producción de las parcelas fertilizadas con superfosfato y potasa con respecto al testigo.

De la observación de los datos expuestos en el cuadro 4 parece desprenderse la existencia de una respuesta a la fertilización nitrogenada, puesto que a dosis crecientes de nitrógeno corresponden acumulaciones mayores de hierba. Este hecho se confirma con los resultados del análisis de la varianza de dos factores (tratamientos y bloques) en el que se hallan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, lo que pone de manifiesto el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento del pasto, mientras que no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre bloques ni en la interacción de bloques x tratamientos, lo que nos indica la homogeneidad del prado donde se situó el ensayo, haciendo innecesaria la precaución de elegir un diseño de bloques en vez de uno de aleatorización completa.

El análisis de la varianza de tipo 1 y test a posteriori de Tukey-Kramer aplicados a los datos referentes a la acumulación de hierba en oferta (cuadro 4) ponen de manifiesto que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre medias de tratamientos en los cinco pases de pastoreo, pero estas diferencias sólo llegan a manifestarse entre los tratamientos con las dosis más altas de nitrógeno y las más bajas; rara vez llega a haber diferencias significativas entre dos tratamientos consecutivos.

Cuadro 4.- Evaluación de la acumulación de hierba (Kg. de MS/ha en oferta) en respuesta a la fertilización. Medias de las nueve repeticiones de cada tratamiento.

TRATAMIENTO	1º Aprov.	2º Aprov.	3º Aprov.	4º Aprov.	5º Aprov.	Primavera Verano 1º + 2º + 3º	Anual
1 (000)	615 ab	1.177 a	1.730 ac	629 a	613 ab	3.522 ab	4.764 a
2 (N-0)	565 a	1.162 a	1.240 a	695 a	464 a	2.967 a	4.126 a
3 (N-1)	547 a	1.492 ab	1.586 ab	847 ab	546 ab	3.626 ab	5.019 ab
4 (N-2)	1.062 bc	1.702 abc	1.937 abc	988 ab	668 ab	4.701 bc	6.358 bc
5 (N-3)	1.012 abc	2.111 bc	2.338 bc	803 a	750 b	5.462 cd	7.015 cd
6 (N-4)	1.351 c	2.381 c	2.319 bc	1.282 b	724 ab	6.051 d	8.057 d
7 (N-5)	1.451 c	2.303 bc	2.671 c	996 ab	649 ab	6.425 d	8.069 d
LSR	467	826	957	475	268	1.195	1.345

* Por columnas, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente ($P < 0.05$).

LSR = mínimo rango significativo.

Del estudio de los resultados del análisis realizado con los consumos (cuadro 5) se desprenden tendencias básicamente semejantes a las obtenidas con las ofertas; pero debido al efecto sustractivo de los rehusos se detectan diferencias entre un número menor de medias que cuando se consideran las ofertas. Se encuentran diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) en los 4 primeros pastoreos, que van disminuyendo a lo largo de la estación de pastoreo y llegan a desaparecer en el último aprovechamiento, indicando la inexistencia de respuesta a la fertilización en esa época.

Cuadro 5.- Cantidad media de hierba consumida para cada nivel de fertilización (kg de MS/ha)*.

TRATAMIENTO	1º Aprov.	2º Aprov.	3º Aprov.	4º Aprov.	5º Aprov.	Primavera Verano 1º + 2º + 3º	Anual
1 (000)	"	767 a	1.351 ab	462 a	474 a	2.733 a	3.669 a
2 (N-0)	"	1.015 ab	1.007 a	562 ab	374 a	2.587 a	3.522 a
3 (N-1)	"	1.207 abc	1.295 ab	701 ab	420 a	3.051 ab	4.171 ab
4 (N-2)	"	1.323 abc	1.446 abc	759 ab	517 a	3.831 bc	5.106 bc
5 (N-3)	"	1.631 bc	1.822 abc	561 ab	615 a	4.466 cd	5.642 cd
6 (N-4)	"	1.906 c	1.884 bc	1.066 b	562 a	5.141 d	6.769 d
7 (N-5)	"	1.695 bc	2.196 bc	766 ab	521 a	5.341 d	6.628 d
LSR		708	829	505	246	1.195	1.239

* Por columnas, las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente ($P < 0.05$).

** Por no haberse estimado los rehusos, se supone un consumo igual a la oferta en este aprovechamiento.

LSR = mínimo rango significativo.

Cuando se analizan los resultados correspondientes a los valores anuales obtenidos por adición de los datos de los cinco aprovechamientos tanto para las ofertas como para los consumos (cuadros 4 y 5), siguen manifestándose diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo cual no es de extrañar puesto que se está valorando el efecto acumulado del abonado a lo largo de todo el periodo de crecimiento vegetativo.

Igualmente, las diferencias entre las medias de tratamientos contiguos siguen siendo demasiado pequeñas para que se pongan de manifiesto de forma estadísticamente significativa. Incluso agrupando los datos de los tres primeros pastoreos, en los que hay una respuesta más acusada a la fertilización, los resultados mantienen las mismas tendencias.

En cuanto a los rehusos, se observan variaciones debidas al tratamiento tanto en la cantidad como en la altura del forraje rehusado por el ganado (cuadro 6), difiriendo significativamente las alturas de los rehusos en el 22 y 42 aprovechamiento. Este resultado sugiere la conveniencia de forzar más el pastoreo en la época de mayor

crecimiento de la hierba, a fin de que, minimizando las diferencias de rehusos entre todos los tratamientos, las diferencias en la acumulación de hierba en el siguiente aprovechamiento sean debidas exclusivamente al crecimiento entre pastoreo y por tanto al efecto del abonado; e igualmente que las diferencias entre tratamientos, estimadas según los consumos, se acerquen a las estimadas según las ofertas, maximizando así la cantidad de forraje consumido, que es el parámetro relevante en condiciones del pastoreo.

Cuadro 6.- Altura media (mm) del pasto rehusado para cada tratamiento*.

TRATAMIENTO	1º Aprov.	2º Aprov.	3º Aprov.	4º Aprov.	5º Aprov.
1 (000)	-	49 ab	49 a	46 ab	38 a
2 (N-0)	-	43 a	44 a	43 a	36 a
3 (N-1)	-	46 a	51 a	44 a	37 a
4 (N-2)	-	53 abc	54 a	50 ab	40 a
5 (N-3)	-	59 bc	57 a	49 ab	40 a
6 (N-4)	-	55 abc	55 a	54 b	41 a
7 (N-5)	-	63 c	57 a	48 ab	37 a
LSR		13	16	8	9

* Por columnas, las cifras seguidas de la misma letra no difieren significativamente ($P < 0.05$).

LSR = mínimo rango significativo.

Una vez comprobada la existencia de diferencias entre los tratamientos se procedió a analizar la efectividad de la respuesta. El cálculo se ha hecho con referencia al tratamiento 2 (0-180-180) para valorar en su justa medida la acción estimulante del nitrógeno, sin que sea mediatizada por el efecto depresor del abonado de fondo a que hemos hecho referencia anteriormente.

Cuadro 7.- Incremento unitario de hierba en oferta (kg MS/Kg de N) sobre el tratamiento con fertilización fosfopotásica (N-0) para los distintos aprovechamientos y niveles de fertilización.

	1º Aprov.	2º Aprov.	3º Aprov.	4º Aprov.	5º Aprov.	Anual
N1-NO	-1.2	22.0	23.0	10.1	5.4	13.5
N2-NO	16.5	20.7	23.2	9.8	6.8	17.6
N3-NO	10.2	21.1	24.4	2.4	6.3	14.5
N4-NO	13.1	20.3	17.9	9.8	4.3	15.3
N5-NO	11.8	15.2	19.1	4.0	3.7	12.5

En el cuadro 7 se exponen los aumentos de la materia seca en oferta por cada kilogramo de nitrógeno aportado. El incremento de producción es mayor en los tres primeros pastoreos que en los dos de otoño. En estos últimos, solamente en una ocasión y para la dosis más baja (.15 U. F. /ha) se supera el índice 10 generalmente aceptado como umbral, por debajo del cual no existe interés económico en el empleo - de la fertilización nitrogenada (MORRISON, 1980; CABALLERO, 1981). Sin embargo, en los tres primeros pases, dicho índice se sobrepasa prácticamente en todos los tratamientos, llegándose a dar incluso respuestas superiores a 20 Kg. de MS por Kg. de nitrógeno aportado y no alcanzándose el máximo de producción con los niveles aportados en dos de ellos.

Por otra parte, la respuesta es en general mayor para las dosis más bajas que para las más altas dentro de cada aprovechamiento (gráficos 1 y 2), poniendo de relieve la existencia de una eficiencia decreciente de la fertilización, tal como - preconiza el modelo de Mitscherlich.

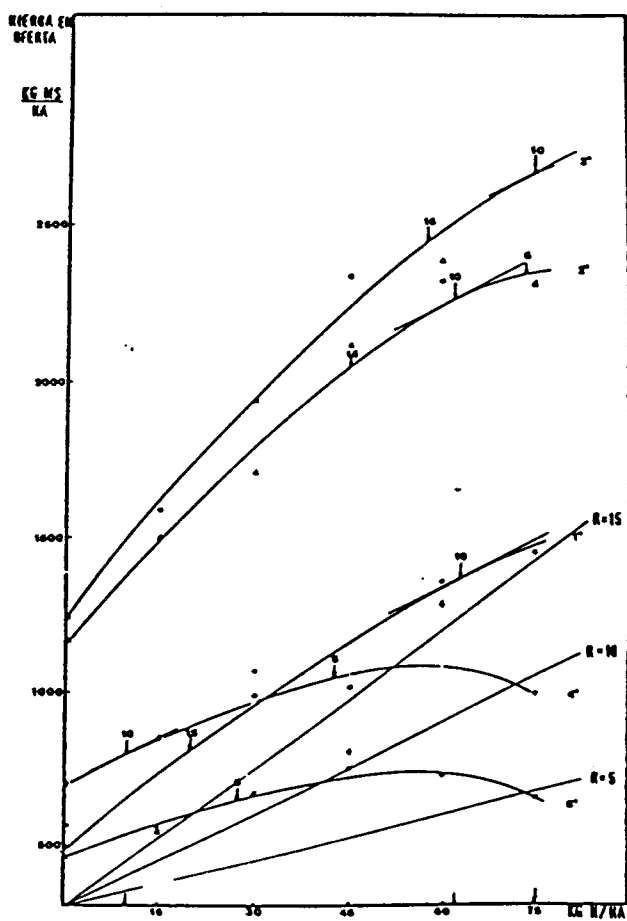


Fig. 1.- Curvas estacionales de respuesta a la fertilización nitrogenada. Evolución de la MS en oferta en cada uno de los cinco pastoreos.

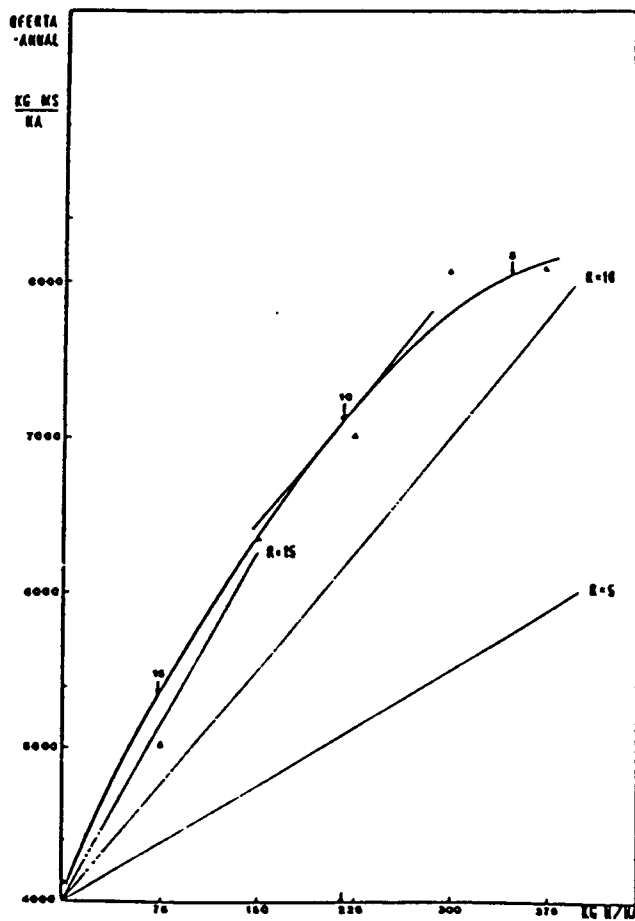


Fig. 2.- Curva anual de respuesta de la materia seca en oferta a la fertilización nitrogenada.

Similar tendencia se encuentra para la curva de acumulación anual. No obstante, en este caso parece alcanzarse un máximo con la dosis de 300 Kg. N /ha. - Este máximo anual probablemente se podría superar si se aplicase una dosis mayor en primavera, época en la que como hemos visto (gráficos 1 y 2), no se alcanza techo en la acumulación de hierba con las dosis aplicadas.

A partir de las curvas de respuesta (gráficos 1 y 2) y tomando como referencia el valor de Pf/Ph= 10 (precio del Kg. de fertilizante a precio del Kg. de materia seca de hierba) se obtienen unas dosis óptimas de fertilización de 210 Kg. de N. por ha y año, repartidas de la siguiente manera: 65 Kg./ha en el primer pastoreo de principio de primavera, 60 en el 2º pastoreo de primavera, 75 unidades en el tercer pastoreo de principios de verano y tan sólo unos 10 Kg./ha a principios del otoño en que la respuesta es menor. No parece rentable en condiciones del ensayo el empleo de fertilización nitrogenada después de mediado el mes de Octubre.

Cuadro 8.- Dosis óptimas de abonado provisionales según los resultados del año 1986.

A) Kg N/ha						
R*	1º	2º	3º	4º	5º	Anual
5	75	70	75	40	25	>285 (350)
10	65	60	75	10	0	210
15	20	45	55	0	0	120

B) Kg/ha de nitrato amónico cálcico del 26%						
R*	1º	2º	3º	4º	5º	Anual
5	290	270	290	150	100	>1.100 (1.350)
10	250	230	280	40	0	800
15	75	175	210	0	0	460

$$*R = \frac{\text{Precio de 1 kg de abono}}{\text{Precio de 1 kg de M.S. de hierba}}$$

La dosis teórica de 10 Kg. de N por ha resulta poco interesante desde el punto de vista práctico, por lo que en caso de existir una demanda grande de forraje convendría incrementarla hasta 20 Kg., ya que la pendiente de la curva de respuesta no disminuye apreciablemente entre ambos puntos y esta sería una dosis más fácil de repartir en la práctica.

Estas dosis se obtienen para una relación de precio de fertilizante diez veces mayor que el de la hierba producida, que es el más comúnmente aceptado en los ensayos de fertilización de este tipo. No obstante, para cada caso particular se deben considerar las relaciones precio de fertilizante sobre precio de la hierba, que como se observa en el cuadro 8, pueden alterar considerablemente las recomendaciones para

una misma respuesta productiva del pasto, aumentando la dosis si la relación de precio de abono a precio de la hierba disminuye y reduciéndola comparativamente si dicha relación aumenta.

De cualquier manera, estas recomendaciones son a título provisional ya que debido a la variabilidad climática *interanual*, la respuesta puede modificarse considerablemente de un año a otro, siendo arriesgado hacer recomendaciones definitivas sobre una base de resultados pertenecientes a menos de tres años (HAUSER, 1980).

Complementariamente al estudio de la dosis más rentable para una relación de precios dada y con el fin de ilustrar el interés económico del aumento de la producción de hierba basado en el abonado hemos calculado el coste de cada Kg. extra producido sobre el rendimiento del tratamiento sin nitrógeno. Partiendo de los rendimientos obtenidos en el ensayo para las distintas dosis de nitrógeno y suponiendo una fertilización fosfopotásica de 75 unidades de fertilizante por hay, más acorde con la práctica habitual, en vez de las 180 empleadas por razones de la dinámica propia del ensayo y tomando los precios de los abonos de la campaña de 1986 se obtienen los valores del cuadro 9.

Cuadro 9.- Coste marginal de producción de 1 kg de MS de hierba mediante fertilización, incluyendo la parte proporcional de 75 U.F. de P₂O₅ y 75 U.F. de K₂O.

Dosis de N pastoreo	1º Aprov.	2º Aprov.	3º Aprov.	4º Aprov.	5º Aprov.	Anual
15 U.F.	-	11.7	11.2	23.4	47.6	20.7
30	11.2	9.0	8.0	19.1	27.3	11.3
45	15.9	7.6	6.6	67.3	26.3	11.6
60	11.3	7.4	8.3	15.2	34.7	10.2
75	12.1	9.3	7.4	35.4	42.3	11.7

Precio del Kg de N = 113 B; Kg de P₂O₅ = 87 B; Kg de K₂O = 59 B.

Se observa que, en un principio, al aumentar la dosis de *nitrógeno* va *disminuyendo* el coste del Kg. extra de hierba, producido al repartirse el coste del abonado de fondo entre un número mayor de Kg. de hierba pero si se continúa aumentando la dosis de fertilizante *nitrogenado*, el coste del Kg. de hierba producido empieza a incrementarse como consecuencia de la disminución en la eficiencia del fertilizante en las dosis altas. Por ello la dosis de abonado completo más rentable se hallará en un pun

to intermedio en el que se logre un equilibrio entre un eficiente uso del fertilizante nitrogenado (dosis bajas) y el del fertilizante fosfopotásico (dosis altas de N). Finalmente, es necesario apuntar un esbozo de la evolución de la flora como consecuencia de la fertilización. Del examen de la figura 3, en que se resume la media de la composición de 6 bloques pertenecientes a dos parcelas de pastoreo, se puede deducir la existencia de un cambio en la composición botánica bastante marcada.

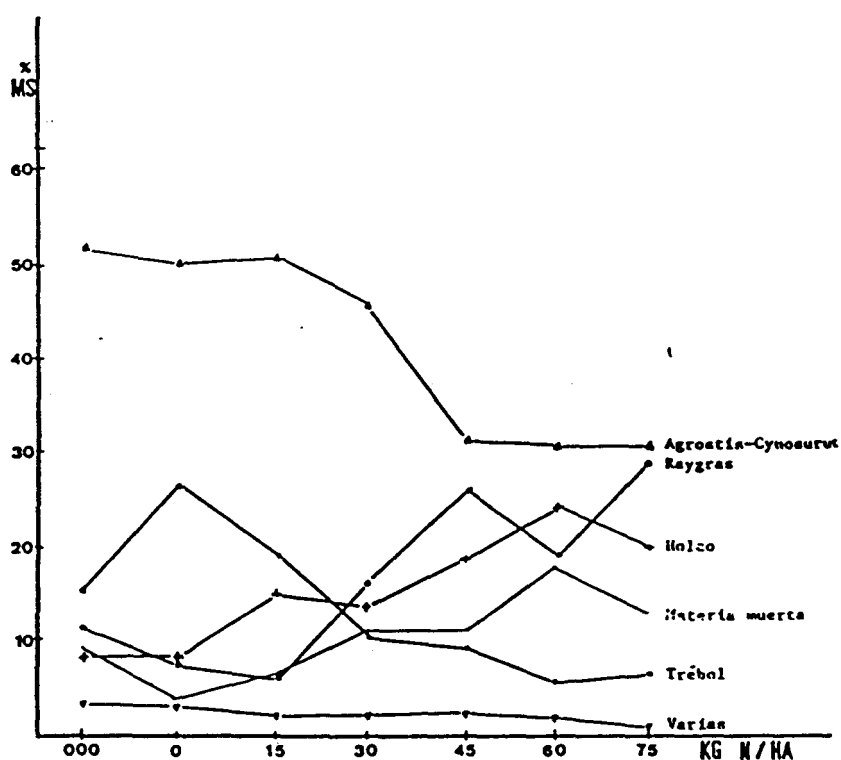


fig. 3.- Evolución de la composición botánica como consecuencia de la fertilización.

Como consecuencia de las dosis crecientes de nitrógeno aumenta la proporción de raygrass inglés y holco lanoso, en detrimento del Agrostis tenuis y Cynosurus cristatus y otras gramíneas de menor valor forrajero.

El trébol blanco, si bien aumenta fuertemente al realizar un buen abonado fosfopotásico (tratamiento 2), sufre una fuerte regresión al aumentar la dosis de fertilizante nitrogenado, como era de esperar debido a una mayor competencia de las gramíneas, estimuladas por el N.

Las otras hierbas, predominantemente dicotiledóneas, no parecen experimentar cambios notables en sus proporciones.

Es de destacar el aumento de la materia muerta al subir la dosis de N, aspecto poco deseable y que evidencia la necesidad previamente expuesta de apurar algo más el pastoreo del ganado, a fin de reducir las diferencias aún observables entre los rehusos de los tratamientos altos y bajos, rehusos que serán los responsables del aumento de esta materia muerta al final de la estación de pastoreo.

Dado el interés de la evolución del pasto hacia una composición botánica más conveniente será necesario hacer un seguimiento más detallado en los años sucesivos. CONCLUSIONES PROVISIONALES

De los datos disponibles en el primer año de la experiencia y para las condiciones del ensayo se desprende que:

- La fertilización nitrogenada del prado natural permite aumentar la producción de hierba del mismo, siendo mayor el efecto en la primavera y primera parte del verano, disminuyendo paulatinamente a medida que avanza la temporada de pastoreo, para llegar a ser prácticamente nulo a finales de otoño.

- Siempre que el precio del Kg. de nitrógeno no exceda de diez veces el valor del Kg. de materia seca del pasto, sería económicamente aconsejable la aplicación de fertilizante nitrogenado hasta la dosis de 65 Kg. de N /ha en Marzo (1^{er} pastoreo), 60 Kg. /ha a finales de Abril (2^o pastoreo), 75 Kg. /ha a principios de Junio (3^{er} pastoreo) y 10 Kg./ha a mediados de Julio (9^o pastoreo). No se espera rentabilidad en el empleo del fertilizante después de mediados de Octubre.

- Como consecuencia de la fertilización, la composición botánica del césped se modifica aumentando la proporción de especies más valiosas de gramíneas (*Lolium - perenne*, *Holcus lanatus*) en detrimento de otras gramíneas menos productivas (*Agrostis sp.*, *Cynosurus cristatus*, *Anthoxanthum odoratum*), pero también en detrimento del trébol blanco.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a Unión de Explosivos de Río tinto, S.A. por su colaboración económica, que ha hecho posible la realización de este trabajo.

Así mismo agradecen a Antonio González, Francisco Mombiela y Koldo Osoro la colaboración prestada en la discusión del protocolo, y a Enrique Fernández Prieto su valiosa colaboración durante la realización material del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- CABALLERO, R., 1981: La fertilización de los prados. Curso sobre producción y utilización de la hierba. Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, Santander. A.Y.M.A. v. XXVII (9) 71.
- CHEVALIER, H., 1975: Fertilization azoteé, phosphateé et potasique de la pairie temporaire exploité au ritme de la pâtre. Fourages nº 62: 133-160.
- FERNANDEZ QUINTANILLA, C., 1962: Fertilización de las praderas naturales en la provincia de Santander. Boletín INIA nº 46.
- GARCIA GOMEZ, A., 1981: Panorama forrajero de Asturias. El Campo, nº 82; 18-22.
- GOMEZ-IBARLUCEA, C. y GARCIA GOMEZ A. et al., 1981: Fertilización fosfopotásica en praderas naturales de Galicia y Asturias. Anales del INIA, nº 16; 45-55.
- GONZALEZ, A., 1983: Respuesta de la pradera mixta a la aplicación de nitrógeno: producción de materia seca. Anales del Inst. Nacional de Inv. Agrarias. Serie Agrícola nº 22: pp 35-44.
- GRANT, Sh. A., 1981: Sward measurement handbook, cap. 4. Sward components. In Sward Measurement handbook. Hodgson et al. Editor.
- HODGSON, J.; BAKER, R.D.; DAVIES, A., et al., 1981: Sward measurement handbook. British Grassland Society, Hurley: 277 pp.
- HAUSER, G.F., 1980: Interpretación de los análisis de suelos al formular recomendaciones sobre fertilizantes. FAO, Roma: 75 pp.
- KATZNELSON, J., 1975: Economic Aspects of Fertilizer Application in natural and Sown Dryland Pastures. Pastos, 5 (1): 84-98.
- LAISSIUS, R., 1974: Possibilités d'amélioration de la prairie permanente française. Fourrages, 58: 41-62.



- LARGE, R.V.; GOBBY, J.M. & BAKER, R.D., 1984: The design and conduct of experiments to measure animal and herbage production responses to fertilizer Nitrogen under cutting and grazing managements. *J. Agric. Sci. Camb.*, 104: 85-94.
- T'MANETGE, L., Editor, 1978: *Measurement of Grassland Vegetation and animal production*. Comm. Agric. Bur Bill. 52, England: 260 pp.
- MIDDLETON, K.R., 1973: Monetary value of pasture specially in relation to fertilizer trials. *NZ. J. of Agric. Res.* 16: 503-507.
- MINDERHOUD, J.W.; Van BURG, P.F.J., et al., 1974: Effects of high levels of nitrogen and adequate utilization on grassland productivity and cattle performance with special reference to permanent pastures in temperate regions. XII Int. -- Grassld Congres. Moscow.
- MOMBIELA MURUZABAL, F., 1984: Fertilización de praderas permanentes con especial referencia a las establecidas en terreno de monte. CRIDA 01 - INIA Publ. orden interno.
- MORRISON, J.; JACKSON, M.V.; SPARROW, P.E., 1980: The response of perennial ryegrass to fertilizer Nitrogen in relation to climate and soil. *Grassl. Res. Inst. Technical Report nº 27*.
- REMON ERASO, J., 1974: Ensayos de abonado en prado natural en Santander. *Pastos*, 4 (1): 42-52.
- SOKAL, R.S. & ROHLF, F.J., 1979: *Biometría: principios y métodos estadísticos - en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones, Madrid, 832 pp.
- SNEDECOR, G.; COCHRAN, W., 1971: *Métodos estadísticos*. Cía Editorial Continental S.A., México: 703 pp.

