

Efecto de la madurez y frecuencia de corte en especies prateses. III. Concentraciones de S, SO_4^{2-} y relaciones N/S , P/S y SO_4^{2-}/S

A. GARCÍA CIUDAD y B. GARCÍA CRIADO

Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca (C.S.I.C.)

RESUMEN

Se estudia el efecto conjunto de la frecuencia de corte, estación y estado de madurez sobre las concentraciones de azufre total, azufre-sulfato y azufre orgánico y relaciones N/S , P/S y $S-SO_4^{2-}/S$ en Lolium perenne "V 807" y Lolium italicum "Tetron".

Asimismo se estiman las producciones estacionales y totales de S, $S-SO_4^{2-}$ y So para frecuencias de corte cada 10, 15, 20 y 30 días.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la variación estacional y de madurez sobre el contenido mineral de especies prateses ha sido abordado por numerosos autores, pero son muy escasos los trabajos en los que se considera azufre. WHITEHEAD (12) (13) y WHITEHEAD y JONES (14) afirman que los contenidos de azufre tienden a descender a medida que avanza la edad de la planta. Asimismo, PUMPREY y MOORE (11), en un ensayo efectuado con alfalfa, llegan a la misma conclusión. Estos autores indican también que el decrecimiento en los contenidos, al avanzar el estado vegetativo, no se ve afectado por la fertilización a base de compuestos de azufre. De forma análoga a como lo hace el azufre total, la concentración de sulfato decrece a medida que avanza la edad de la planta, METSON (9) (10), y como consecuencia de ello este autor encuentra estrechas correlaciones entre ambos en un césped formado por la asociación de *Lolium* y *Trifolium repens*. Sin embargo, de acuerdo con PUMPREY y MOORE (11), la relación N/S se ve poco afectada por el estado de madurez. La concentración de azufre total se ve también influenciada por la estación, así WHITEHEAD (13) y GARCÍA CRIADO y cols. (5) indican que los análisis

de rebrotes mensuales de *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata* muestran contenidos generalmente más altos en julio, agosto y septiembre que al principio de la estación. No obstante, según WILLIAMS (15), no existe una variación estacional clara en la concentración de azufre de la hierba.

Con el objeto de dilucidar aspectos y opiniones contradictorias, en el presente trabajo se estudia el efecto de la frecuencia de corte, estación y estado de madurez sobre las concentraciones de azufre total (S), azufre sulfato ($S-SO_4^{2-}$) y azufre orgánico (So) y las relaciones N/S, P/S y $S-SO_4^{2-}/S$ en las especies pratenses *Lolium perenne* "V 807" y *Lolium italicum* "Tertrone".

EXPERIMENTAL

Los detalles de cómo se realizó el ensayo, fertilidad y tipo de suelo, climatología, altura de corte, producciones, etc., se han expuesto en otros trabajos [GARCÍA CRIADO y GÓMEZ GUTIÉRREZ (4), GARCÍA CRIADO y cols. (5) y GARCÍA CIUDAD (6)]. Es importante señalar que a últimos de diciembre del año de siembra se dio un corte común a todas las parcelitas de ambas plantas, repitiéndose el 10 de abril en todas menos en las destinadas a ver la evolución del contenido mineral con la madurez. Esta toma general se considera como punto de partida de las que se llevarán a cabo posteriormente según las diferentes frecuencias. En agosto se dio un corte general a todas las plantas destinadas a ver la evolución con la madurez, por lo que las siguientes muestras deben considerarse como rebrotes mensuales. En el segundo año se introdujo una nueva variante sobre las mismas parcelas, controlándose en cada una de ellas el crecimiento primario, con tomas de muestras cada diez días, desde últimos de marzo hasta julio.

El azufre total se determinó por el método de KROBER y HOWELL (7); el azufre en forma de sulfato, según LACHICA y cols. (8), y el azufre orgánico se estimó por diferencia entre los dos anteriores. Los datos correspondientes a N y P se tomaron de GARCÍA CRIADO y cols. (5).

En el corte de diciembre del año de siembra las muestras tenían la siguiente composición:

Lolium perenne: N, 4,06 %; P, 0,40 %; S, 0,28 %; $S-SO_4^{2-}$, 0,081 %; So, 0,199 %.

Lolium italicum: N 3,23 %; P, 0,34 %; S, 0,33 %; $S-SO_4^{2-}$, 0,057 %; So, 0,273 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas I, II y III y figuras 1, 2 y 3 se expone un resumen de los datos obtenidos. En las tablas I y II se dan los valores medios y extremos, desviaciones típicas y coeficientes de variación de las concentraciones de azufre total, azufre-sulfato y azufre orgánico, en ambas especies, para cada frecuencia de corte y madurez. Asimismo, en las figuras 1, 2 y 3 se representan las evoluciones de los valores en el intervalo de tiempo en que se tomaron las muestras. En la tabla III se dan las cantidades estacionales y totales, en g./m.², de azufre total, azufre-sulfato y azufre orgánico producidas por

cada especie, en función de la frecuencia de corte aplicada. Estas cantidades se han obtenido sumando los productos de la producción de sustancia seca de cada corte por su concentración.

Azufre total (S):

Las concentraciones medias de azufre total de *Lolium perenne* son superiores a las de *Lolium italicum* en todas las frecuencias de corte, así como en la madurez de los dos años consecutivos (tablas I y II). Los cortes no parecen afectar significativamente a las concentraciones medias de *Lolium perenne*, pero sí a las de *Lolium italicum*, descendiendo los valores a medida que la frecuencia de corte es menor. Las fluctuaciones de los valores son similares en ambas plantas para las frecuencias de 10, 15 y 20 días; sin embargo, difieren notablemente en la de 30 días, siendo el intervalo de valores considerablemente más amplio en *Lolium perenne*, así como su comportamiento en líneas generales.

Existe un aumento progresivo de las concentraciones en S de primavera a otoño, al parecer independientemente de la frecuencia de corte, pues en todas el comportamiento es similar (figuras 1 y 2). Por tanto, concuerdan estos resultados con los obtenidos por WHITEHEAD (12). En *Lolium perenne* ese aumento se hace mayor a medida que decrece la frecuencia de corte, mientras que en *Lolium italicum* esto no parece ejercer influencia.

Los valores de las concentraciones descienden, en general, con la madurez, aumentando significativamente, en el primer año, a partir de la toma de junio, debido, probablemente, a los nuevos retoños, aún tiernos y por tanto de alto contenido en el elemento. En agosto del mismo año se cortó el césped, notándose un brusco aumento en las concentraciones en S de los rebrotes de los meses siguientes. La evolución de las concentraciones durante el segundo año muestra también una tendencia al descenso a medida que avanza la edad de la planta, si bien en ambas plantas los últimos cortes presentan un comportamiento irregular.

En la tabla III se dan las cantidades totales y estacionales de S extraído por estas especies. En ella se aprecia que las cantidades de S extraídas del suelo o atmósfera (suma de los productos de la concentración por la producción en cada uno de los cortes) no difieren significativamente en ambas especies. Para *Lolium perenne*, la máxima extracción del elemento corresponde a los cortes dados cada quince días (6,4 g./m.²), siendo similares las cantidades extraídas a las frecuencias de diez, veinte y treinta días. Pero ligeramente inferiores a las de quince días. Para *Lolium italicum* la máxima extracción corresponde a los cortes dados cada veinte días (7,1 g./m.²), pudiendo aumentarse algo si los cortes de primavera se realizan cada diez o quince días.

Azufre en forma de sulfato (S-SO₄²⁻)

Las concentraciones medias de *Lolium perenne* son superiores a las de *Lolium italicum* en todas las frecuencias de corte, así como en la madurez de los dos años consecutivos (tablas I y II), igual que ocurría al considerar S total. Esto es lógico, puesto que la producción de sustancia seca en la segunda especie es bastante superior a la primera [GARCÍA CRIADO y GÓMEZ

TABLA NUM. I

VALORES MEDIOS (a), MARGENES DE VARIACION (b), DESVIACIONES TIPICAS (c) Y COEFICIENTES DE VARIACION (d)
DE LOS PARAMETROS ESTUDIADOS EN *LOLIUM PERENNE* "V 807"

INTERVALO ENTRE CORTES	S %	S-SO ₄ ²⁻ %	S ₀ %	$\frac{S-SO_4^{2-}}{S} \times 100$	$\frac{S_0}{S} \times 100$	N/S	P/S
REBROTOS							
10 días							
a	0,31	0,120	0,189	38,9	61,1	12,9	1,45
b	0,24-0,37	0,073-0,182	0,137-0,249	30,4-56,9	43,1-69,6	10,6-14,2	1,11-1,88
c	0,035	0,026	0,032	7,62	7,62	1,13	0,26
d	11,3	21,7	16,9	19,6	12,5	8,8	17,9
15 días							
a	0,32	0,162	0,154	50,7	49,3	10,3	1,36
b	0,23-0,37	0,104-0,212	0,113-0,182	35,9-59,	40,3-64,1	8,3-12,6	0,89-2,00
c	0,045	0,040	0,022	7,44	7,44	1,50	0,35
d	14,1	24,7	14,3	14,7	15,1	14,6	25,7
20 días							
a	0,29	0,172	0,114	59,6	40,4	10,0	1,33
b	0,19-0,36	0,089-0,236	0,061-0,147	44,5-77,4	22,6-55,5	7,9-13,0	0,97-1,89
c	0,064	0,050	0,031	9,58	9,58	1,44	0,37
d	22,1	29,1	27,2	16,1	23,7	14,4	27,8

TABLA NUM. I (Continuación)

VALORES MEDIOS (a), MARGENES DE VARIACION (b), DESVIACIONES TIPICAS (c) Y COEFICIENTES DE VARIACION (d) DE LOS PARAMETROS ESTUDIADOS EN *LOLIUM PERENNE* "V 807"

INTERVALO ENTRE CORTES	S %	S-SO _t ² %	S _o %	$\frac{S-SO_t^{2-}}{S} \times 100$	$\frac{S_o}{S} \times 100$	N/S	P/S
30 días							
a	0,33	0,243	0,086	72,5	27,5	7,8	1,14
b	0,16-0,46	0,092-0,330	0,060-0,130	57,5-83,8	16,2-42,5	5,4-10,7	0,72-2,13
c	0,101	0,086	0,024	7,92	7,92	2,00	0,50
d	30,6	35,4	27,9	10,9	28,8	25,6	43,9
CRECIMIENTO PRIMARIO							
30 días (1971)							
a	0,15	0,85	0,069	53,8	46,2	11,4	1,76
b	0,11-0,18	0,050-0,125	0,055-0,095	40,6-69,4	30,6-59,5	7,1-15,4	1,33-2,44
c	0,030	0,034	0,016	12,85	12,85	4,18	0,43
d	20,0	40,0	23,2	23,9	27,8	36,7	24,4
10 días (1972)							
a	0,18	0,119	0,061	66,7	33,3	7,6	1,32
b	0,12-0,20	0,084-0,145	0,025-0,106	44,2-85,3	14,7-55,8	5,0-11,4	0,94-1,79
c	0,025	0,022	0,024	10,95	10,95	2,02	0,30
d	13,9	18,5	39,3	16,4	32,9	26,6	22,7

TABLA NUM. II

VALORES MEDIOS (a), MARGENES DE VARIACION (b), DESVIACIONES TIPICAS (c) Y COEFICIENTES DE VARIACION (d)
DE LOS PARAMETROS ESTUDIADOS EN *LOLIUM ITALICUM* "TETRONE"

INTERVALO ENTRE CORTES	S %	S-SO ₄ ²⁻ %	S _o %	$\frac{S-SO_4^{2-}}{S} \times 100$	$\frac{S_o}{S} \times 100$	N/S	P/S
REBROTOS							
10 días							
a	0,25	0,057	0,193	23,4	76,6	15,8	1,75
b	0,18-0,33	0,032-0,085	0,107-0,276	11,0-40,6	59,4-89,0	12,9-18,6	0,97-2,44
c	0,044	0,016	0,048	8,23	8,23	1,91	0,44
d	17,6	28,1	24,9	35,2	10,7	12,1	25,1
15 días							
a	0,24	0,075	0,163	31,4	68,6	13,8	1,65
b	0,20-0,29	0,048-0,106	0,135-0,205	22,9-43,8	56,2-77,1	11,5-16,3	1,14-2,30
c	0,027	0,019	0,024	6,80	6,80	1,71	0,44
d	11,3	25,3	14,7	21,7	9,9	12,4	26,7
20 días							
a	0,22	0,063	0,160	28,6	71,4	14,3	1,78
b	0,17-0,29	0,052-0,082	0,114-0,208	22,8-40,0	60,0-77,2	12,7-15,6	1,17-2,33
c	0,040	0,011	0,035	4,81	4,81	0,89	0,47
d	18,2	17,5	21,9	16,8	6,7	6,2	25,4

TABLA NUM. II (Continuación)

VALORES MEDIOS (a), MARGENES DE VARIACION (b), DESVIACIONES TIPICAS (c) Y COEFICIENTES DE VARIACION (d)
DE LOS PARAMETROS ESTUDIADOS EN *LOLIUM ITALICUM* "TETRONE"

INTERVALO ENTRE CORTES	S %	S-SO ₄ ²⁻ %	S _o %	$\frac{S-SO_4^{2-}}{S} \times 100$	$\frac{S_o}{s} \times 100$	N/S	P/S
30 días							
a	0,19	0,080	0,109	43,0	57,0	13,0	2,15
b	0,16-0,22	0,050-0,120	0,050-0,143	27,8-70,6	29,4-72,2	10,1-15,1	1,64-2,53
c	0,024	0,023	0,032	13,74	13,74	1,73	0,34
d	12,6	28,8	29,4	32,0	24,1	13,3	15,8
CRECIMIENTO PRIMARIO							
30 días (1971)							
a	0,14	0,062	0,080	42,1	57,9	11,0	1,95
b	0,08-0,19	0,031-0,124	0,049-0,133	26,1-65,3	34,7-73,9	7,5-15,6	0,95-3,00
c	0,045	0,037	0,032	15,06	15,06	3,46	0,84
d	32,1	59,7	40,0	35,8	26,0	31,5	43,1
10 días (1972)							
a	0,16	0,087	0,069	55,4	44,6	10,7	1,53
b	0,12-0,29	0,045-0,188	0,040-0,105	30,0-68,8	31,2-70,0	5,9-14,0	0,79-1,83
c	0,053	0,041	0,028	13,83	13,83	2,40	0,33
d	33,1	47,1	40,6	25,0	31,0	22,4	21,6

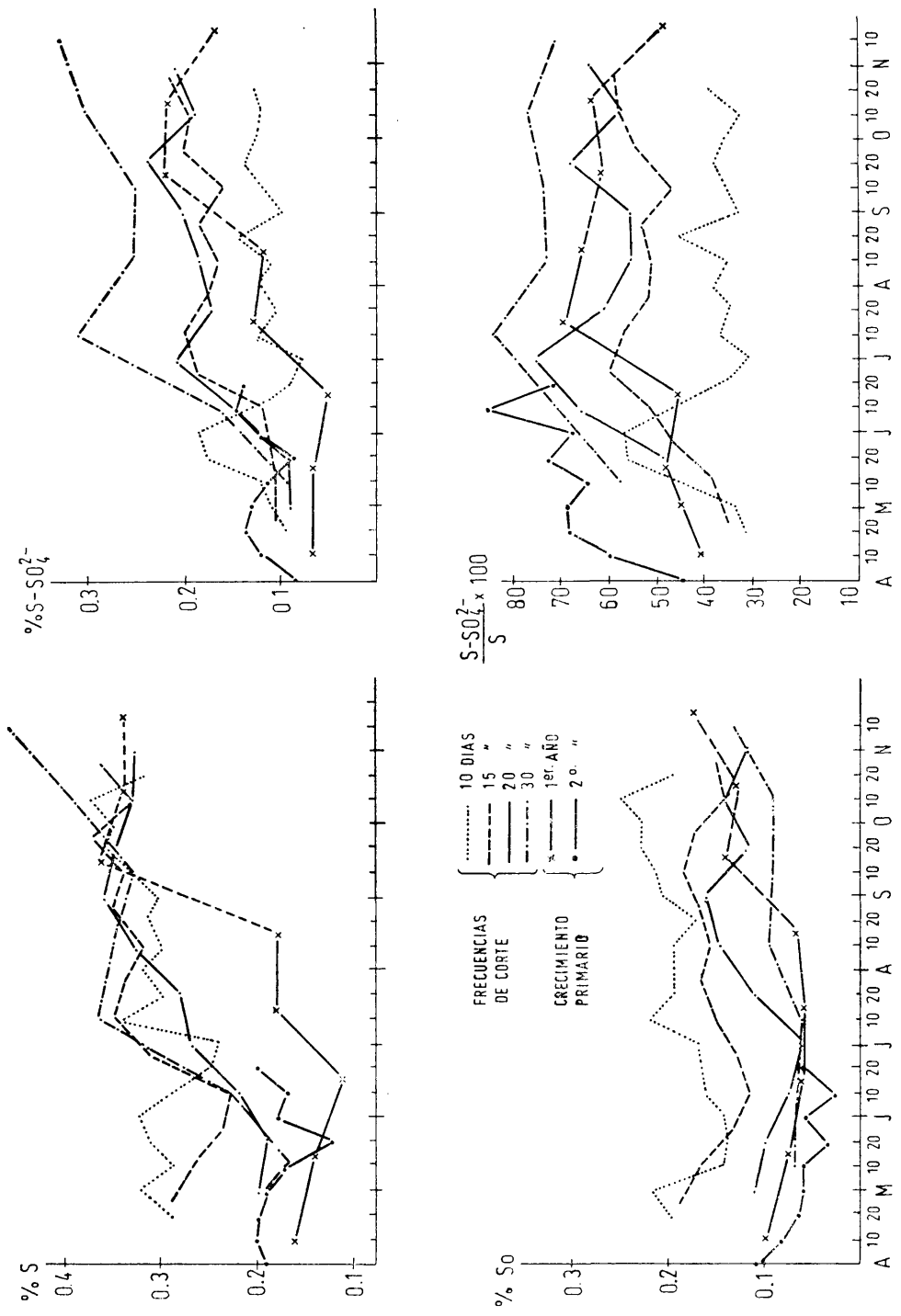


Fig. 1.—Variación de las concentraciones de S total, S-sulfato, S orgánico y porcentajes de S sulfato sobre S total en Lolium perenne "V 807" a diferentes modalidades de corte

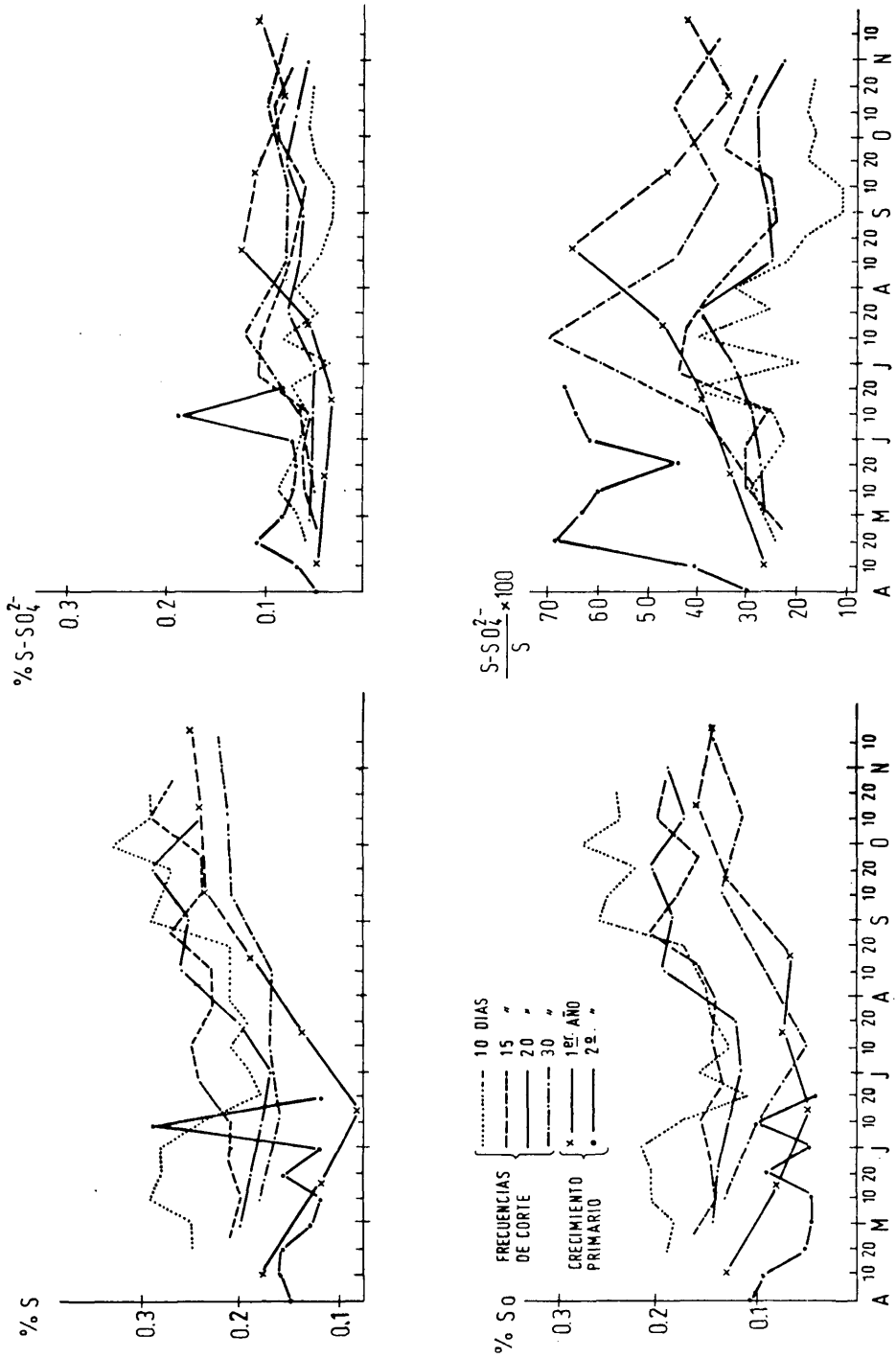


Fig. 2.—Variación de las concentraciones de S total, S-sulfato, S orgánico y porcentajes de S-sulfato sobre S total en *Lolium italicum* "Tetrone" a diferentes modalidades de corte

GUTIÉRREZ (4)], lo que implica un consiguiente fenómeno de dilución en la concentración de elementos minerales en *Lolium italicum*.

La frecuencia de corte afecta a la concentración de $S-SO_4^{2-}$, aumentando progresivamente los valores a medida que la frecuencia de corte es menor. Sin embargo, en *Lolium italicum* no se cumple rigurosamente, ya que la concentración media en la frecuencia de veinte días es menor que en la de quince. En esto difieren, pues, S total y S-sulfato, ya que S total, al menos en *Lolium italicum*, tendía a disminuir a medida que el intervalo entre cortes se hacía mayor. Las fluctuaciones de los valores son similares entre sí dentro de cada especie y entre especies para las frecuencias de diez y quince días, pero difieren notablemente en las de veinte y treinta días.

Las concentraciones de S-sulfato tienden también a aumentar en las dos especies a lo largo del tiempo, en las frecuencias de quince, veinte y treinta días, pero en *Lolium italicum* experimentan un descenso en julio y en los últimos cortes se mantienen más o menos constantes. Sin embargo, las de diez días aumentan en principio hasta mediados o finales de mayo, disminuyen a continuación durante un mes y a partir de aquí se mantienen más o menos constantes, aunque con diversas oscilaciones.

Las evoluciones de las concentraciones de S-sulfato con la madurez siguen una trayectoria paralela a la correspondiente de S total, en las dos especies y durante los dos años consecutivos que se realizó el experimento. Es decir, descienden, en general, a medida que avanza la madurez, aunque existen algunas irregularidades (figuras 1 y 2).

En la tabla III se aprecia que las cantidades globales de S-sulfato presentes en el material de las plantas, en cada estación y frecuencia de corte, difieren significativamente en las dos especies en cuanto a cantidades absolutas. Esto es, en todas las estaciones y frecuencias de corte se cumple que las cantidades existentes en *Lolium perenne* son considerablemente mayores que las de *Lolium italicum*. Sin embargo, el comportamiento de las dos especies es muy parecido, correspondiendo la máxima cantidad de S-sulfato presente en las dos especies a la frecuencia de treinta días y la mínima a la de diez días. Si se consideran cantidades estacionales, la máxima se da para *Lolium perenne* en verano a la frecuencia de veinte días, seguida muy de cerca por las de treinta y quince días también de verano. Para *Lolium italicum* la máxima se da igualmente en verano, pero en la frecuencia de treinta días, seguida por la de veinte también de verano. Para *Lolium italicum* la máxima se da igualmente en verano, pero en la frecuencia de treinta días, seguida por la de veinte también de verano.

Azufre orgánico (So):

Como consecuencia de los resultados obtenidos para S-total y S-sulfato, las concentraciones medias de So en *Lolium italicum* son superiores a las de *Lolium perenne*, en todas las frecuencias de corte (tablas I y II).

La frecuencia de corte también influye en la concentración de So, de manera que en las dos plantas se cumple rigurosamente que las concentraciones medias disminuyen progresivamente a medida que el intervalo entre cortes se hace mayor. Las fluctuaciones relativas de los valores no difieren mucho en las dos especies; son ligeramente más amplios, en general, los márgenes de *Lolium italicum*.

En líneas generales, la evolución de las concentraciones en las diversas frecuencias de corte es similar para las dos especies. La estación influye más en *Lolium italicum* que en la otra especie en el sentido de que las concentraciones de So tienden a ser más altas al pasar de primavera a otoño, con la particularidad de que las evoluciones guardan una estrecha concordancia con las respectivas de S total (figuras 1 y 2). Pero en *Lolium perenne* la concordancia es ya muy pequeña.

Respecto a la madurez de la planta, las concentraciones de So experimentan una disminución muy marcada y similar en las dos especies, especialmente durante el segundo año. No obstante, al final del crecimiento primario se observan ciertas fluctuaciones, las cuales se hacen más notables en *Lolium italicum*.

La evolución que describen las concentraciones de So presentan análoga tendencia a las de S total y S-sulfato, dentro de cada especie. En ambas especies se puede observar, figuras 1 y 2 y tablas I y II, que las concentraciones de S orgánico son relativamente semejantes, tanto en lo que se refiere a las frecuencias de corte como a medida que avanza la edad de las plantas.

Así como las concentraciones de So son parecidas en ambas especies, las producciones estacionales y totales difieren notablemente. Esto es lógico, puesto que *Lolium italicum* [GARCÍA CRIADO y GÓMEZ GUTIÉRREZ (4)] alcanza siempre mayores rendimientos de sustancia seca y, por consiguiente, también mayor producción de azufre orgánico.

Las máximas cantidades totales producidas aparecen en *Lolium italicum* con la frecuencia de veinte días, mientras que en *Lolium perenne* sucede con la de quince días. Pero ambas especies presentan máxima producción en la estación de verano, para las frecuencias de corte antes citadas. Después del verano siguen primavera y otoño, siendo las frecuencias de máxima producción la de diez y quince días, en las dos especies y para las dos estaciones.

Porcentaje de S-sulfato sobre azufre total:

De manera análoga a como ocurriera con las concentraciones de S-sulfato y S total, los porcentajes medios de S-sulfato de *Lolium perenne* son significativamente superiores a las de *Lolium italicum*, en todos los tratamientos de corte considerados (tablas I y II).

Por otro lado, la frecuencia de corte afecta notablemente a dichos porcentajes de igual modo que antes viéramos con las concentraciones de S-sulfato. Es decir, los porcentajes de S-sulfato sobre S total experimentan un incremento progresivo a medida que se hace mayor el intervalo entre cortes. Esto puede verse numérica y gráficamente en las tablas I y II y en las figuras 1 y 2, respectivamente.

Así como en *Lolium perenne* se aprecian siempre mayores porcentajes de S-sulfato, en *Lolium italicum* resultan márgenes de fluctuación relativamente más amplios que para la otra especie. Dicha afirmación tiene también carácter general para todos los tratamientos de corte. No obstante, destaca la frecuencia de treinta días, donde en *Lolium perenne* se puede apreciar la menor fluctuación, mientras que en el otro *Lolium* se observa el mayor margen de fluctuación.

Aunque las evoluciones de los porcentajes de S-sulfato presentan disposiciones ligeramente diferentes entre ambas especies, la tónica general es ascendente desde primavera a otoño. Se exceptúan las evoluciones seguidas en la frecuencia de diez, donde se observan máximos valores en primavera o verano, para después descender gradualmente hasta otoño. En esta estación casi todas las frecuencias de corte parecen mantener ciertos valores sin oscilación apreciable en cada caso concreto. Aunque las evoluciones parecen indicar un ligero descenso, especialmente para las frecuencias de quince y treinta días en *Lolium italicum*.

En las figuras 1 y 2 también se representan las evoluciones de los porcentajes de S-sulfato en el transcurso de crecimiento primario. En líneas generales, los citados valores aumentan a medida que envejecen las plantas, salvo ciertas oscilaciones que se producen en el segundo año de control y especialmente en *Lolium italicum*. Los rebrotos sucesivos, posteriores al crecimiento primario (primer año), experimentan un claro descenso, que se acentúa más en la última especie citada.

Para el segundo año de control, ambas especies alcanzan valores bastante superiores a los del primer año. Pero en ambos años destaca *Lolium perenne* con máximos porcentajes (84,5 %) y *Lolium italicum* con las mayores fluctuaciones (30,0 a 68,8 %).

TABLA NUM. III

PRODUCCIONES ESTACIONALES Y TOTALES DE S TOTAL, S-SULFATO Y S ORGANICO DE *LOLIUM PERENNE* "V 807" Y *LOLIUM ITALICUM* "TETRONE" A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE

Estación	<i>Lolium perenne</i>				<i>Lolium italicum</i>			
	Intervalo entre cortes (días)				Intervalo entre cortes (días)			
	10	15	20	30	10	15	20	30
Elemento S:								
Primavera	1,9	1,8	0,8	0,6	1,8	1,8	1,1	0,9
Verano	1,8	3,2	3,0	2,3	1,4	1,9	3,4	2,8
Otoño	0,6	1,4	1,2	1,6	0,9	1,4	2,6	1,8
TOTAL	4,3	6,4	5,0	4,5	4,1	5,1	7,1	5,5
Elemento S-SO ₄ ²⁻ :								
Primavera	0,8	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3
Verano	0,7	1,7	1,9	1,7	0,3	0,7	1,0	1,3
Otoño	0,2	0,8	0,7	1,2	0,2	0,4	0,7	0,7
TOTAL	1,7	3,2	3,0	3,3	1,0	1,6	2,0	2,3
Elemento So:								
Primavera	1,1	1,1	0,4	0,2	1,3	1,3	0,8	0,6
Verano	1,2	1,5	1,1	0,6	1,1	1,2	2,4	1,5
Otoño	0,4	0,6	0,5	0,4	0,8	1,0	1,9	1,1
TOTAL	2,7	3,2	2,0	1,2	3,2	3,5	5,1	3,2

Nota: Los producciones están expresadas en g./m.².

Relación N/S:

Para *Lolium italicum* los valores medios de la relación N/S son bastante superiores a los de *Lolium perenne*, en todos los tratamientos de corte estudiados. Esto no es más que una consecuencia lógica esperada, ya que, según hemos visto, *Lolium perenne* contiene siempre más S que *Lolium italicum*, y por otro lado, GARCÍA CRIADO y cols. (5) indican que las concentraciones de N en ambas especies son similares.

La frecuencia de corte influye sobre la relación N/S de forma que los valores tienden a disminuir a medida que el intervalo entre cortes se hace mayor. Sin embargo, tal descenso resulta mayor para *Lolium perenne*. Pero en ambas especies pueden verse (tablas I y II y figuras 1 y 2), con carácter general, fluctuaciones similares. Aunque en una u otra especie se presentan márgenes de fluctuación menores y mayores en distintas frecuencias de corte. Sin embargo, las variaciones de N/S, dentro de una misma frecuencia, son relativamente pequeñas, como lo demuestran las bajas desviaciones típicas y coeficientes de variación (tablas I y II).

En ambas especies la relación N/S parece disminuir ligeramente a medida que transcurre el tiempo (figuras 1 y 2), siendo el descenso más acusado en *Lolium perenne*, para las cuatro frecuencias de corte estudiadas. En *Lolium italicum* la frecuencia de treinta días parece experimentar cierta tendencia al aumento. Asimismo, en dicha especie, las evoluciones gráficas correspondientes a las frecuencias de quince y veinte días muestran cierta ondulación con un mínimo entre julio y agosto.

De lo expuesto se deduce que la estación influye relativamente poco en los valores que toma N/S. Quizá dicho efecto sólo se deja sentir aparente en *Lolium perenne*, siendo muy escaso o nulo para *Lolium italicum*.

Respecto al efecto de la edad de la planta sobre la relación N/S, en la figura 3 se observa cómo los valores de dicha relación disminuyen progresivamente con el tiempo. Este efecto es común y muy parecido en ambas especies durante el primer año de control. Sin embargo, resulta bastante diferente en el segundo año, ya que, así como en *Lolium perenne* existe siempre descenso, en *Lolium italicum* se manifiestan grandes oscilaciones que más bien parecen indicar un incremento de N/S.

PUMPREY y MOORE (11) manifiestan que el estado de madurez de las plantas no parece afectar mucho a los valores de N/S, lo cual contradice lo anteriormente expuesto. En nuestro caso concreto, la disminución progresiva de N/S con el envejecimiento parece lógica y normal, puesto que las concentraciones de nitrógeno [GARCÍA CRIADO y cols. (5)] decrecen en distinta proporción que lo hacen las de azufre total (figuras 1 y 2).

Por otro lado, si tenemos en cuenta los valores medios, márgenes de fluctuación, desviaciones típicas y coeficientes de variación (tablas I y II), se puede afirmar, sin lugar a dudas, que, al menos en estas especies, la edad de la planta hace que los valores de N/S varíen significativamente (margen de fluctuación encontrado, 7,1 a 15,4).

Relación P/S:

Los valores medios que alcanza esta relación son mayores en *Lolium italicum* (valor mínimo, 1,65) que para *Lolium perenne* (valor máximo, 1,45), como se pone de manifiesto en las tablas I y II. Por tanto, con dicha relación

sucede de forma análoga que para N/S. Por esta razón, como las concentraciones de N y P difieren relativamente poco entre una y otra especie, el factor que para ambas relaciones contribuye en mayor grado es el azufre.

Asimismo, a medida que el intervalo entre cortes aumenta, la relación P/S disminuye en *Lolium perenne* y parece aumentar en la otra especie. Así pues, la frecuencia de corte puede influir sobre dicha relación, especialmente en la especie citada. Sin embargo, la relación P/S fluctúa poco en cada frecuencia de corte y especie considerada. En *Lolium italicum* la máxima amplitud de valores se presenta a la frecuencia de diez días (0,97-2,44), mientras que en *Lolium perenne* tiene lugar en la de treinta días (0,72-2,13).

En la figura 3 se ve cómo en *Lolium perenne* la estación influye de manera análoga en todas las frecuencias de corte, ya que resultan trayectorias descendentes y muy próximas entre sí. Por el contrario, en *Lolium italicum* la frecuencia de treinta días difiere de las restantes. En esta especie, para las frecuencias de diez, quince y veinte días, los valores de P/S se mantienen desde primavera a verano, pero después descienden más bruscamente que en *Lolium perenne*.

Si se comparan las evoluciones descritas por la relación P/S frente a las de N/S, se puede apreciar cierto paralelismo entre las de *Lolium perenne*. Pero entre los de *Lolium italicum* el paralelismo es casi insignificante.

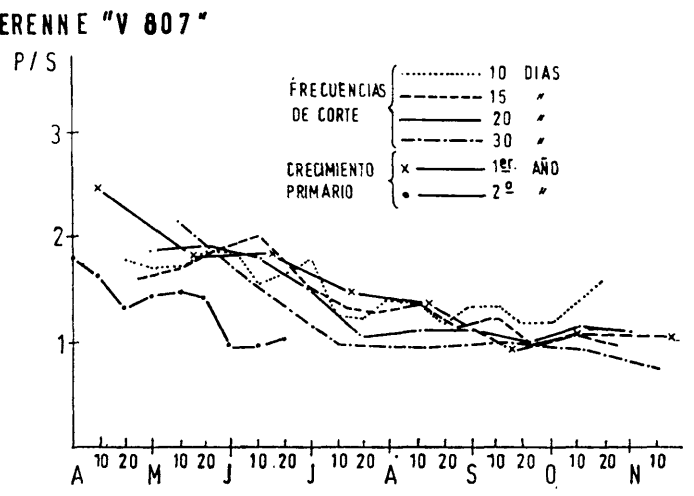
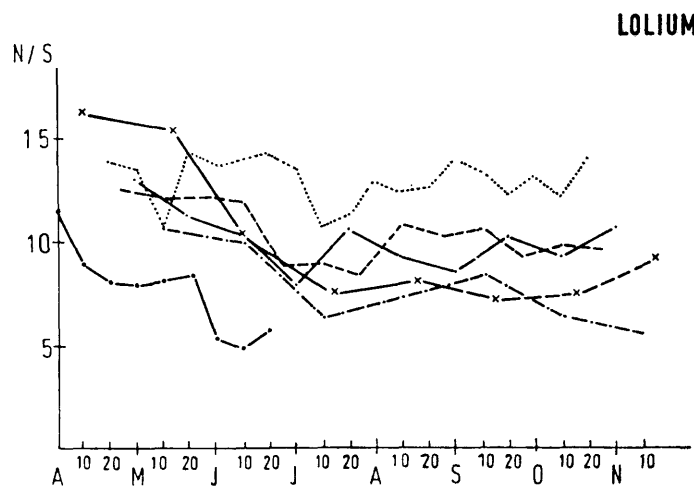
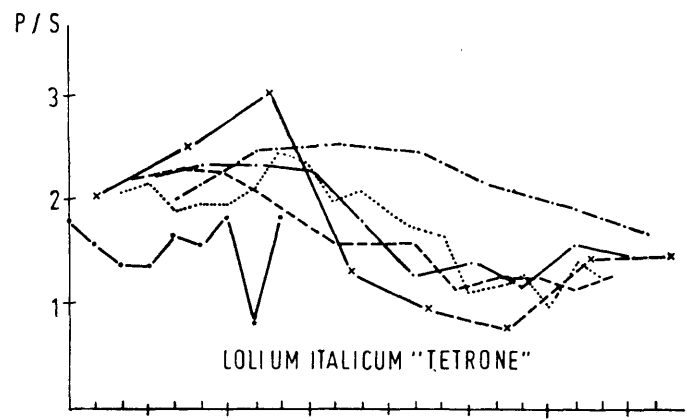
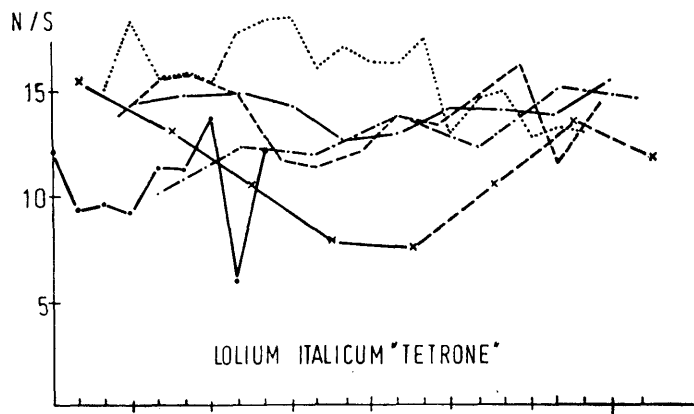
En cuanto al efecto de la madurez se refiere, los valores de P/S experimentan en *Lolium perenne* un descenso progresivo y similar al que experimentó la relación N/S. Sin embargo, en *Lolium italicum* se puede apreciar (figura 3) progresos de dicha relación en las primeras fases del crecimiento primario, disminuyendo sensiblemente a partir de junio. Esto sólo es característico del primer año, ya que en el segundo desde el principio se nota decrecimiento, para iniciarse un ascenso posterior desde la mitad del crecimiento primario.

El valor medio de la relación P/S, encontrado durante el crecimiento primario, es relativamente parecido en ambas especies, pero distinto de un año a otro. No obstante, *Lolium perenne* siempre alcanza menores magnitudes que *Lolium italicum*, en los dos años de control. Asimismo, en la última especie se pueden observar mayores fluctuaciones de los valores que en la primera (véase tablas I y II). Sin embargo, lo que sí es común en ambas especies es que dicha relación presenta valores sensiblemente superiores durante el primer año frente a los del segundo. Esto mismo se pudo ver antes para la relación N/S, lo que pone de manifiesto la gran analogía que tienen ambas relaciones. De ahí que ambas se puedan utilizar para diagnosticar el estado nutricional del azufre.

De todo lo expuesto se puede concluir que, si se consideran conjuntamente los criterios de PUMPREY y MOORE (11), BLAIR y CROFTS (2), BEATON y cols. (1), y de otros autores, como guía de una nutrición equilibrada respecto al azufre en plantas pratenses, el efecto de los factores considerados (*frecuencia de corte, estación y madurez*) sobre las especies aquí estudiadas, indican lo siguiente:

a) En ambas especies, independientemente de la producción y persistencia, parece ser que la frecuencia de corte más apropiada está comprendida entre quince y veinte días. No obstante, para *Lolium perenne* se puede ampliar hasta veinticinco días, siendo esto desaconsejable para *Lolium italicum*.

Fig. 3.—Variación de las relaciones N/S y P/S en Lolium perenne "V 807" y Lolium italicum "Tetrone" a diferentes modalidades de corte



b) Considerando todas las frecuencias de corte estudiadas, las dos especies presentan aparentemente ligeros síntomas de deficiencia de S en primavera, alcanzando en verano y otoño contenidos normales en dicho elemento. Pero en las dos últimas estaciones se manifiestan claras deficiencias de nitrógeno.

c) Puesto que en muestras jóvenes (renuevos de frecuencias de corte) se observaron ligeras deficiencias de S y N, la madurez de las plantas pronuncia más estas deficiencias, ya que la concentración de dichos elementos baja sensiblemente con la edad.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BEATON, J.D.; HURBARD, W.A.; SPEER, R.C., y GARDINER, R.T., 1969: Ammonium phosphate-sulphur and sulphur gypsum: new granular sources for alfalfa. Sulphur Inst. J. 4 (4), 4.
- (2) BLAIR, G.J., y CROFTS, F.C., 1970: The effect of sulphur fertilization on the yield and chemical composition of forage cuts on the Central Tablelands of New South Wales. Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb. 10, 768.
- (3) DUQUE MACÍAS, F.; GARCÍA CRIADO, B., y GARCÍA CIUDAD, A., 1973: Estudio de una pradera temporal de regadío. II. Variación del contenido mineral. Pastos, 3 (1): 78.
- (4) GARCÍA CRIADO, B., y GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M., 1973: Efecto de la frecuencia de corte en especies pratenses. I. Crecimiento y producción de *Lolium perenne* "V 807" y *Lolium italicum* "Tetrone". Pastos, 3 (1): 115.
- (5) GARCÍA CRIADO, B.; DUQUE MACÍAS, F., y GARCÍA CIUDAD, A., 1973: Efecto de la frecuencia de corte en especies pratenses. II. Variación del contenido en nitrógeno, fósforo, potasio y azufre de *Lolium perenne* "V 807" y *Lolium italicum* "Tetrone". Pastos, 3 (1): 127.
- (6) GARCÍA CIUDAD, A., 1976: Estudio sobre azufre en plantas herbáceas. Tesis doctoral. Univ. de Salamanca.
- (7) KROBER, O.A., y HOWELL, R.W., 1958: Determination of sulphur in plant materials. J. agric. Fd. Chem. 6, 591.
- (8) LACHICA, M.; AGUILAR, A., y YÁÑEZ, J., 1973: Análisis foliar. Métodos utilizados en la Estación Experimental del Zaidín. (II) Anal. Edafol. Agrobiol. 32, 1033.
- (9) METSON, A.J., 1972: Iron pyrites as sulphur fertilizers. II. Forms of sulphur fertilizer in relation to growth of, and total sulphur, sulphate and nitrogen/sulphur ratio in grass-clover pasture. N.Z.J. Agric. Res. 15, 565.
- (10) METSON, A.J., 1973: Sulphur in forage crops. Sulphur Inst. Tech. Bull. 17, 24.
- (11) PUMPREY, F.V., y MOORE, D.P., 1965: Sulphur and nitrogen content of alfalfa herbage during growth. Agron. J. 57, 364.
- (12) WHITEHEAD, D.C., 1966: Data on the mineral composition of grassland herbage from the Grassland Research Institute and the Welsh Plant Breeding Station Aberystwyth. Tech. Rep. núm. 4. The grassland Research Institute, Hurley, Berks.
- (13) WHITEHEAD, D.C., 1966: Nutrient minerals grassland herbage. Mimeo. Publ. 1. Commonw. Past. Fld. Crops. 83.
- (14) WHITEHEAD, D.C., y JONES, E.C., 1969: Nutrient elements in the herbage of white clover, red clover, lucerne and sainfoin. J. Sci. Fd. Agric., 20, 584.
- (15) WILLIAMS, C., 1975: The distribution of sulphur in the soils and herbage of North West Pembrokeshire. J. Agric. Sci., Camb., 84, 445.

THE MATURITY EFFECT AND CUTTING FREQUENCY IN FORAGE SPECIES. III. CONCENTRATIONS OF S, S-O₄²⁻ AND S_o, AND RELATIONS N/S, P/S AND S-SO₄²⁻/S

SUMMARY

The combined effects of cutting frequency, season and the maturity of the plant are studied with regards to the net concentrations of sulphur, sulphursulphate and organic sulphur and the relations N/S, P/S and S-SO₄²⁻ in the species *Lolium perenne* "V 807" and *Lolium italicum* "Tetrone".

Similarly the seasonal and total yield of S, S-SO₄²⁻ and S_o are estimated for cutting frequency every 10, 15, 20 and 30 days.