

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO, AZUFRE Y BORO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y EL RENDIMIENTO DE GRANO CON DESTINAO A SEMILLA EN RAIGRÁS ANUAL.

(*Lolium multiflorum Lam.*)

Resultados de dos Años de ensayos.

Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino,

Ings. Agrs. Gustavo N. Ferraris⁽¹⁾, Lucrecia A. Couretot⁽¹⁾, Fabio Prats⁽²⁾ y Héctor Targhetta⁽³⁾

- 1.Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino
- 2.Pasa Fertilizantes -Petrobras
- 3.Barenbrug Palaversich

Introducción

En la Región Pampeana Argentina, los sistemas ganaderos compiten fuertemente con la producción de granos, y por este motivo, ocupan una superficie restringida y, en general, ambientes de baja a media potencialidad de producción. Para generar sistemas ganaderos altamente competitivos, es necesario incrementar su productividad, lo cual depende en gran medida del incremento y la estabilización de la oferta forrajera a lo largo del año (Rearte, 2003).

Un factor que habitualmente restringe el crecimiento de las especies forrajeras es el abastecimiento de nutrientes minerales, dentro de los cuales, por la magnitud de su demanda y su variabilidad espacial y temporal se destacan, en ese orden, el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S).

Las gramíneas forrajeras como raigrás, cebadilla, festuca, pasto ovillo y otras, responden incrementando su producción de materia seca (MSeca) en forma lineal en un amplio rango de dosis, de hasta 150 kgN ha⁻¹ (Marino y Agnusdei, 2005). Carta et al., (2004) en el área de 9 de Julio (Bs As), lograron duplicar la producción de raigrás anual como promedio de tres años de ensayos, agregando dosis de hasta 200 kgN ha⁻¹. La pendiente de esta relación indica una eficiencia de uso de N (EUN) media para los tres años de 34 kg MSeca:kg N aplicado. En otra experiencia realizada en Bolívar, Ojuez et al, (2006) determinaron incrementos de un 50 % en la producción de MSeca al incrementar la dosis de N de 32 a 64 kgN ha⁻¹ cuando la pastura mantuvo una buena condición hídrica producto de un barbecho previo a la siembra, y ausencia de respuesta cuando la implantación se realizó sin este barbecho. La EUN para la dosis de 64 kg con barbecho previo fue de 26 kg MSeca:kg N aplicado En todos los casos, las respuestas observadas permitieron incrementar la oferta forrajera, anticipar el crecimiento y con ello la utilización de la pastura, estabilizar la oferta a lo largo del ciclo y, en definitiva, aumentar la productividad animal.

Por otra parte, cuando se analiza la respuesta a otros nutrientes como S, micronutrientes o aún N en aplicaciones tardías sobre pasturas, existe poca información como para realizar recomendaciones definitivas. Esto mismo sucede cuando se analiza la respuesta en rendimiento de grano con destino a la producción de semillas forrajeras, lo cual ha sido poco estudiado hasta el momento. En vistas a responder a estos interrogantes, se realizó un ensayo cuyo objetivo fue evaluar la respuesta en producción de MSeca, rendimiento y otros parámetros morfológicos del raigrás anual (*Lolium multiflorum Lam.*) al agregado de N, S, N foliar y Boro (B) foliar.

Materiales y métodos

Se realizaron dos ensayos de campo durante los años 2006 y 2007. En ambos casos, fueron realizados en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, Argiudol típico. Para la siembra se emplearon las variedades de raigrás anual Barturbo en 2006, y Jumbo en 2007. En el primer año, el sitio experimental fue fertilizado a la siembra con 50 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico (18-20-0) y 100 kg ha⁻¹ de la misma fuente al voleo en macollaje, de manera uniforme para todo el ensayo, y sobre esta base se instalaron los tratamientos de fertilización. Para el segundo año no se realizó una fertilización previa del sitio experimental. La siembra se realizó el día 16 de Mayo. Previo al inicio del ensayo se realizaron análisis de suelo, cuyos resultados se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Análisis de suelo al momento de realizar los tratamientos.

Prof	pH	Conductividad (Ds/m)	Materia Orgánica	N total	P-disp.	N-Nitratos	N suelo	S-Sulfatos
Cm	agua 1:2,5		%		ppm	ppm	kg ha ⁻¹	ppm
Año 2006								
0-20	5,9	0,130	3,48	0,174	16	14	35	12
20-40						7	18	
40-60						3	8	
							61	
Año 2007								
0-20	5,9	0,440	2,74	0,137	18	15	38	2
20-40						5	13	
40-60						3	8	
							58	

Para realizar los experimentos se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados se detallan en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2: Tratamientos evaluados durante el año 2006. Pergamino, fertilización en Raigrás.

Tratamiento	Dosis N kg ha ⁻¹	Dosis S kg ha ⁻¹	Dosis B kg ha ⁻¹	Fuentes	Momento aplicación	Estado cultivo
Testigo	-	-	-			
N50	50	-	-	UAN	7-set	macollaje
N50 S15	50	15		UAN TSA	7-set	macollaje
N50 S15 N20f	50 + 20	15		UAN, TSA Urea Foliar	7-set 14 set (foliar)	macollaje
N50 S15 N20f B	50 + 20	15	0,27	UAN, TSA Urea Foliar, Boro foliar	7-set 14 set (foliar)	macollaje

UAN: (32-0-0); TSA (12-0-0-26S); Urea foliar (20-0-0); B foliar (0-0-0-13,3B).

Tabla 3: Tratamientos evaluados durante el año 2007. Pergamino, fertilización en Raigrás.

Tratamiento	Dosis P kg ha ⁻¹	Dosis N kg ha ⁻¹	Dosis S kg ha ⁻¹	Fuentes	Momento aplicación	Estado cultivo
Testigo	-	-	-			
P20	20		-	SPT	25-may	siembra (voleo)
P10 N23	10	23	-	SPT Urea	25-may	siembra (voleo)
P20 N50	20	50	-	SPT UAN	25-may	siembra
P20 N100	20	100	-	SPT UAN	25-may	siembra
P20 N50 S15	20	50	15	PDA, UAN TSA	25-may	siembra
P20 N100 S15	20	100	15	UAN, TSA Urea Foliar	25-may	siembra
P20 N50 S15 N20f	20	50 + 20	15	PDA, UAN TSA, Urea Foliar	25-may 20-set (foliar)	siembra dos nudos
P20 N100 S15 N20f	20	100 + 20	15	PDA, UAN TSA, Urea Foliar	25-may 20 set (foliar)	siembra dos nudos

DAP (18-46-0-0); SPT (0-20-0); UAN: (32-0-0); TSA (12-0-0-26S); Urea foliar (20-0-0);

Entre las variables evaluadas, se determinó materia seca en dos (año 2006) o tres cortes (año 2007), longitud de planta entera y de la panoja, número de panojas m² y rendimiento de grano destinado a la producción de semilla. Los datos fueron analizados por análisis de la varianza y, cuando se determinaron diferencias significativas, se realizaron comparaciones de medias entre tratamientos.

Resultados y discusión:

A) Características climáticas de la campaña

En los dos años de ensayo el patrón de lluvias fue similar. Las precipitaciones fueron muy escasas durante todo el invierno (Figura 1), y en la primavera retornaron las lluvias lo que sumado a temperaturas más benignas permitió que el crecimiento del cultivo se incrementara notablemente.

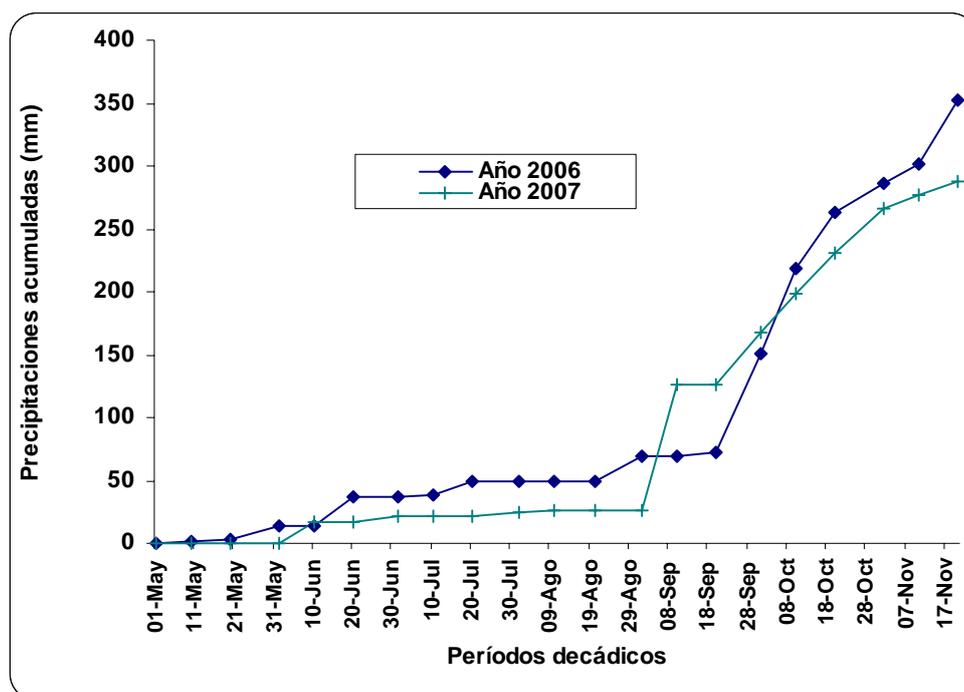


Figura 1: Precipitaciones decádicas acumuladas para la localidad de Pergamino, durante los años 2006 y 2007.

B) Efecto de la fertilización sobre la acumulación de MSeca, el rendimiento y otros parámetros de crecimiento.

B1) Año 2006

Los valores de las variables evaluadas se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Materia seca acumulada en dos cortes, rendimiento y otras variables de cultivo. Fertilización en raigrás, Pergamino, año 2006.

	MSeca 1er Corte (kg ha ⁻¹)	MSeca 2do Corte (kg ha ⁻¹)	MSeca total (kg ha ⁻¹)	Longitud panoja (cm)	Panojas m ²	Rendimiento grano (kg ha ⁻¹)
Testigo	2014	1130	3144	27	150	510
N50	3124	1604	4728	28	182	620
N50 S15	3077	1590	4666	29	182	780
N50 S15 N20f	3572	1779	5351	28	169	740
N50 S15 N20f B	3483	1782	5265	28	152	600
P=	0,008	0,004	0,006	0,93 n.s.	0,33 n.s.	0,006
CV (%)	17,0	12,8	15,5	9,9	16,4	13,5

Se determinaron diferencias estadísticamente significativas para MSeca 1er corte, Mseca 2do corte, MSeca total y Rendimiento grano para semilla (kg ha^{-1}). Los tratamientos con agregado de N superaron al testigo en producción de Mseca en todos los cortes (Figura 2). La aplicación de N foliar produjo una tendencia no significativa aunque destacable en producción de Mseca en ambos cortes. Como ha sido mencionado en reiteradas ocasiones, las gramíneas incrementan la producción de tejidos verdes hasta dosis muy elevadas de N, hasta un punto tal que es difícil alcanzar los techos de producción con las dosis que habitualmente se emplean a nivel de campo. Estos resultados permitieron plantear la hipótesis de que era posible obtener respuesta en producción de Mseca hasta dosis mayores de N, la cual fue evaluada al año siguiente aplicando 100 kg N ha^{-1} .

Los tratamientos difirieron estadísticamente en la producción de granos para semilla. Se registró una tendencia incremental por el agregado de N, y un efecto significativo de S sobre los rendimientos (Figura 3). El N foliar y el B no mejoraron la producción de grano.

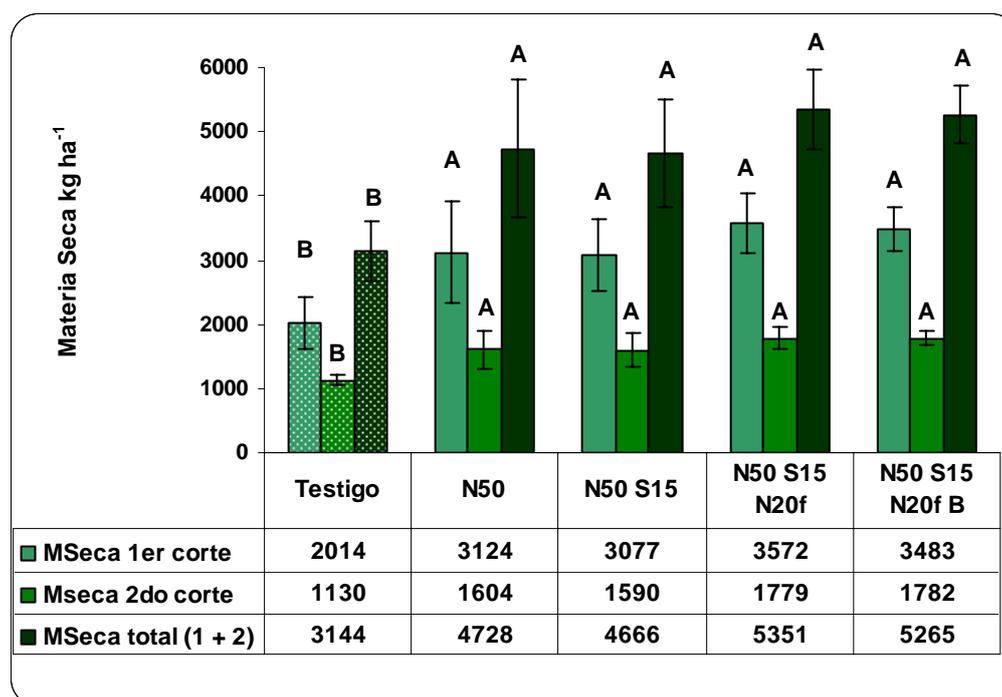


Figura 2: Materia seca acumulada en 1^{er} corte (24-octubre), 2^{do} corte (28-noviembre) y acumulado en ambos cortes, por la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización con nitrógeno, azufre y boro en raigrás. Ensayo año 2006. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, para una misma fecha de corte. Las barras de error indican la desviación Standard de la media.

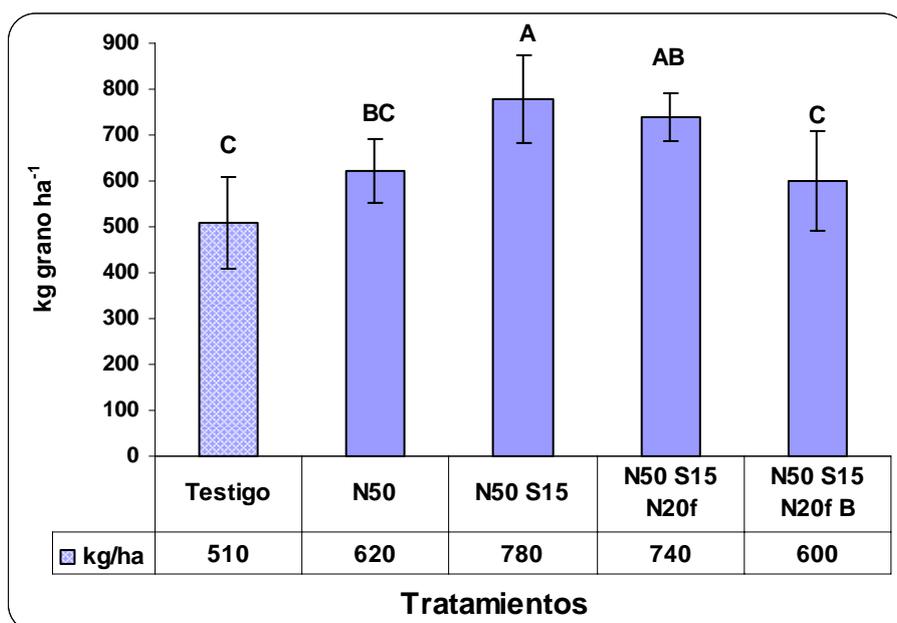


Figura 3: Rendimiento de grano destinado a la producción de semilla, como resultado de la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización con nitrógeno, azufre y boro en raigrás. Ensayo año 2006. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras de error indican la desviación Standard de la media.

La EUN es una medida de la cantidad de crecimiento y rendimiento acumulado por unidad de N agregado. La misma fue alta y muy similar para el N chorreado y foliar, respectivamente, alcanzando un rango de 28 a 32 kg Mseca total : kg N (Figura 4). Esta eficiencia estuvo en el orden de las observadas por Carta et al., (2004) y por Ojuez et al., (2006) en el centro de la provincia de Buenos Aires. En el caso de la producción de grano, sólo el agregado de N como UAN o TSA chorreado al suelo incrementó el rendimiento. La EUN alcanzó a 5,5 para N solo, y aumentó hasta 13,5 cuando se agregó en forma conjunta S (Figura 5), representando así un caso de sinergismo entre nutrientes.

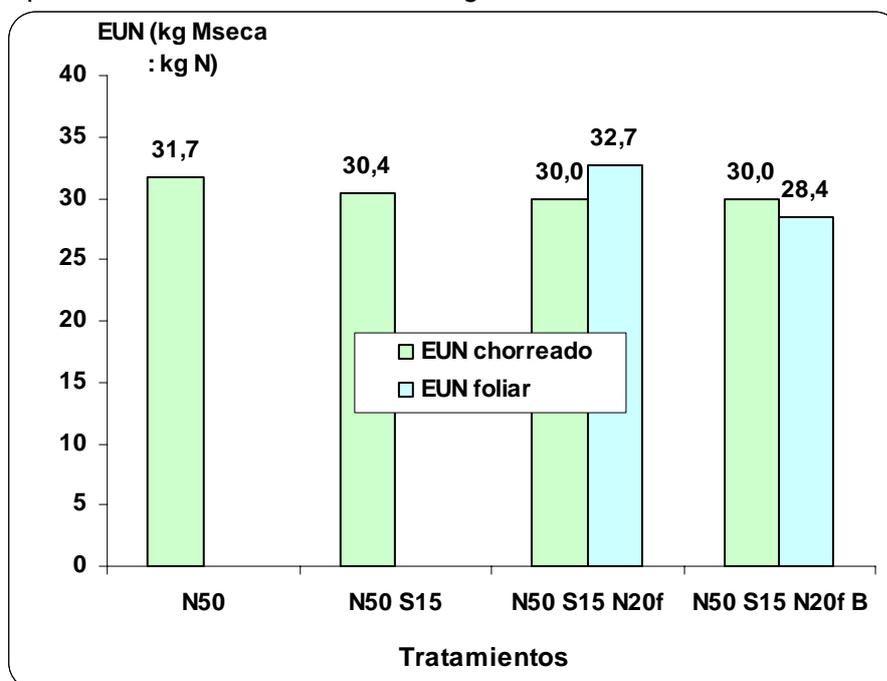


Figura 4: Eficiencia de uso de N para producción de materia seca total (kg Mseca: kg N). El N fue aplicado chorreado al suelo y por vía foliar. Ensayo año 2006.

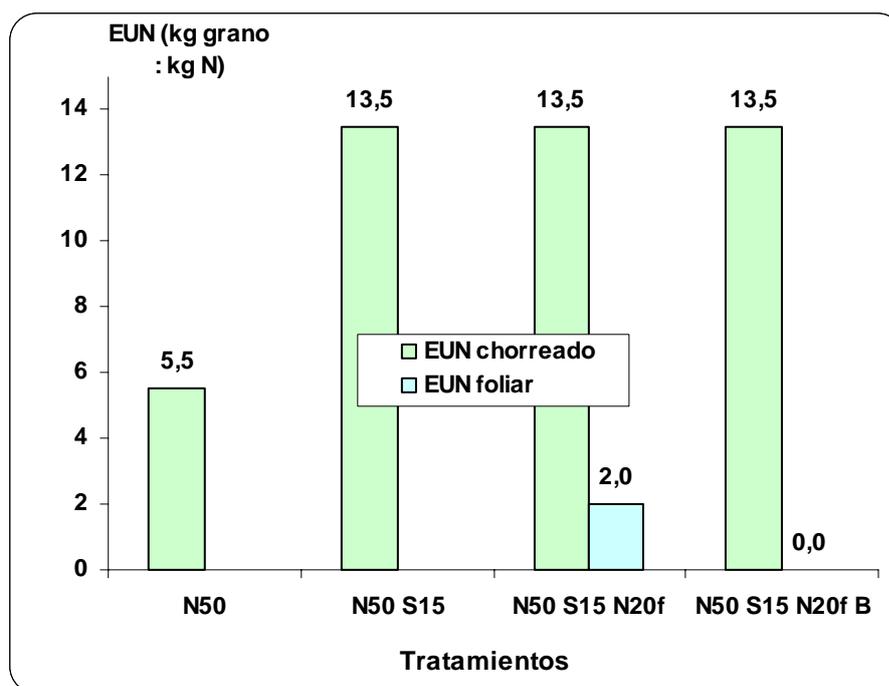


Figura 5: Eficiencia de uso de N para producción de grano (kg grano: kg N). El N fue aplicado chorreado al suelo y por vía foliar. Ensayo año 2006.

B2) Año 2007

La cuantificación de las variables evaluadas y su análisis estadístico se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Materia seca acumulada en dos cortes, rendimiento y otras variables de cultivo. Fertilización en raigrás, Pergamino, año 2007.

	MSeca 1er Corte (kg ha ⁻¹)	MSeca 2do Corte (kg ha ⁻¹)	MSeca 3er Corte (kg ha ⁻¹)	MSeca total (kg ha ⁻¹)	Altura planta (m)	Panojas m ⁻²	Rendimiento grano (kg ha ⁻¹)	Peso 1000 (g)	Granos /m ²
Testigo	931	1495	2086	4512	1,04	276	418	2,80	1504
P20	1006	1588	2258	4851	0,87	293	444	2,97	1519
P10 N23	1155	1810	2059	5024	0,97	266	445	2,95	1504
P20 N50	1507	2234	3199	6940	1,08	285	460	2,87	1611
P20 N100	1826	2645	4481	8953	1,09	212	499	2,69	1893
P20 N50 S15	1567	2477	3522	7566	1,01	245	504	2,76	1830
P20 N100 S15	2051	2905	3573	8529	1,03	274	485	3,00	1622
P20 N50 S15 N20f	1643	2501	3461	7606	0,94	230	529	2,65	2070
P20 N100 S15 N20f	1812	2876	3985	8674	1,05	243	491	2,88	1638
Valor de P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,10 n.s.	0,23 n.s.	0,12	0,69 n.s.	0,18 n.s.
CV	14%	14,5%	19,1%	11,6%	10,3%	17,6%	11,1%	10,5%	19,1%

Se determinaron diferencias significativas en producción en el 1er, 2do y 3er corte de MSeca así como en el total acumulado. En el resto de las variables no se observaron diferencias entre tratamientos. Sin embargo, para rendimiento y sus componentes se observó una tendencia favorable en los tratamientos fertilizados. El testigo alcanzó una producción de Materia seca de 0,45, 0,51, 0,52 y 0,52 con relación al tratamiento de mejor performance, para el 1ero, 2do, 3er corte y el total acumulado, respectivamente. Los incrementos de mayor importancia se obtuvieron por efecto del N y hasta la dosis máxima de 100 kg N ha⁻¹, aun cuando el uso adicional de 15 kg S ha⁻¹ permitió alcanzar el techo productivo en el 1er y 2do corte (Tabla 5 y Figura 6). El P incrementó ligeramente la producción de Mseca en todos los cortes, aunque las diferencias no fueron significativas. La producción total de Mseca fue considerablemente superior a la del primer año, lo cual puede atribuirse a un efecto de año, cultivar, fecha de siembra y a la utilización de una dosis máxima de N superior en este año, respecto de aquel.

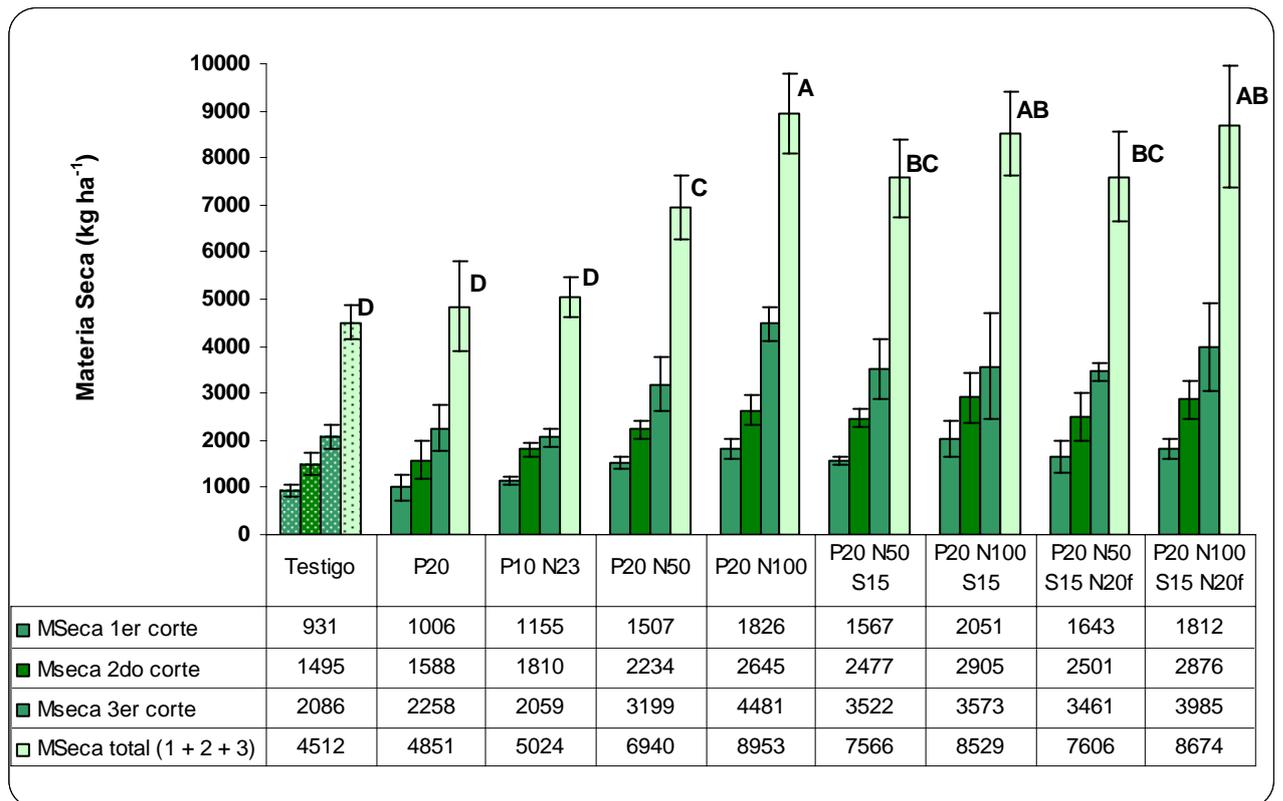


Figura 6: Materia seca en 1^{er} corte (14-agosto), 2^{do} corte (28-setiembre), 3^{er} corte (5-noviembre) y acumulado en los tres cortes, por la aplicación de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno y azufre en raigrás. Ensayo año 2007. Para la producción de Mseca total, letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las barras de error indican la desviación Standard de la media.

Los tratamientos no difirieron estadísticamente en la producción de granos destinados a semilla (Figura 7), aun cuando los rendimientos del testigo alcanzaron un valor relativo de 0,79 respecto de los de mayor productividad. Las tendencias observadas indican que, cuando se utilizó una dosis de 50 kg Nha⁻¹, el agregado de S mejoró los rendimientos, tendencia que fue anulada a la dosis máxima de N, de 100 kg ha⁻¹. Del mismo modo, el uso de P aumentó los rendimientos en un 6%. Para ambos años de ensayo, no se observó una relación clara entre rendimiento y MSeca total acumulada (Figura 8), lo que podría estar indicando cierta variabilidad en los valores de rendimiento, cuya tendencia es menos clara que en producción de Mseca. La pendiente de la relación es mayor para el primer año, lo cual estaría reflejando que el efecto de tratamiento sobre la producción de Mseca se habría trasladado a la producción de grano para semilla en mayor medida que en el ensayo del segundo año.

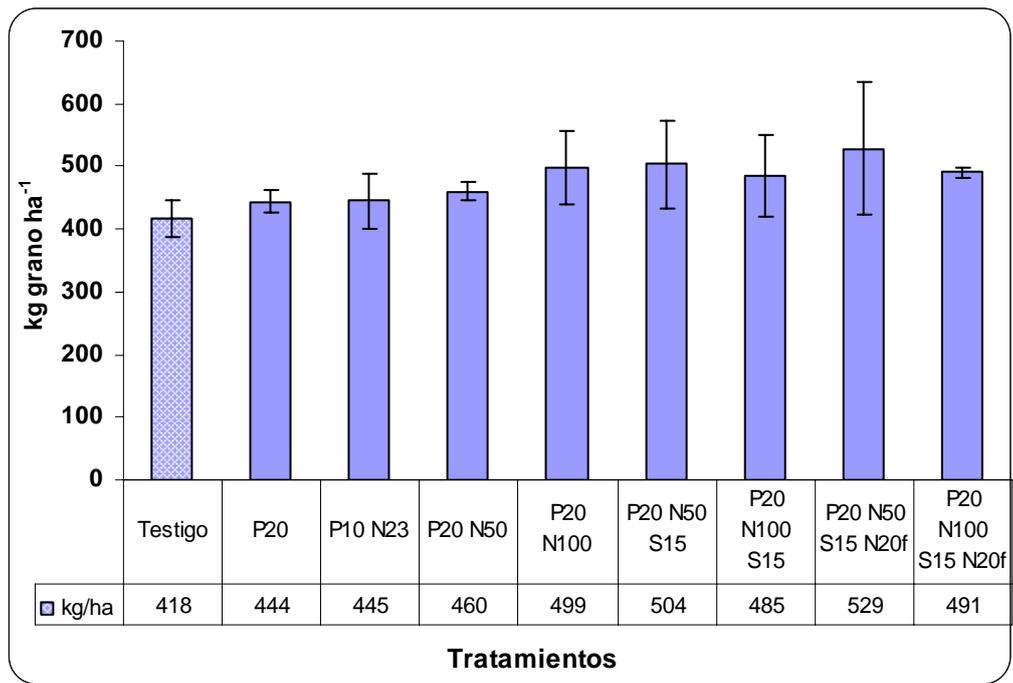


Figura 7: Rendimiento de grano destinado a la producción de semilla, como resultado de la aplicación de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno y azufre en raigrás. Ensayo año 2007. Las barras de error indican la desviación Standard de la media.

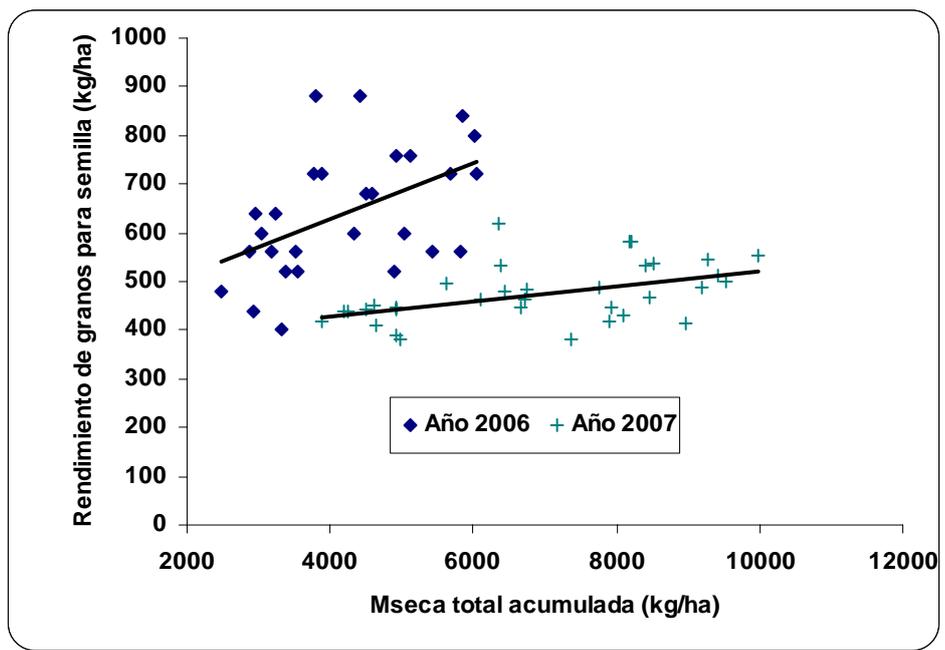


Figura 8: Relación entre rendimiento de grano destinado a la producción de semilla y Mseca total acumulada como resultado de la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización en raigrás. Ensayos años 2006 y 2007.

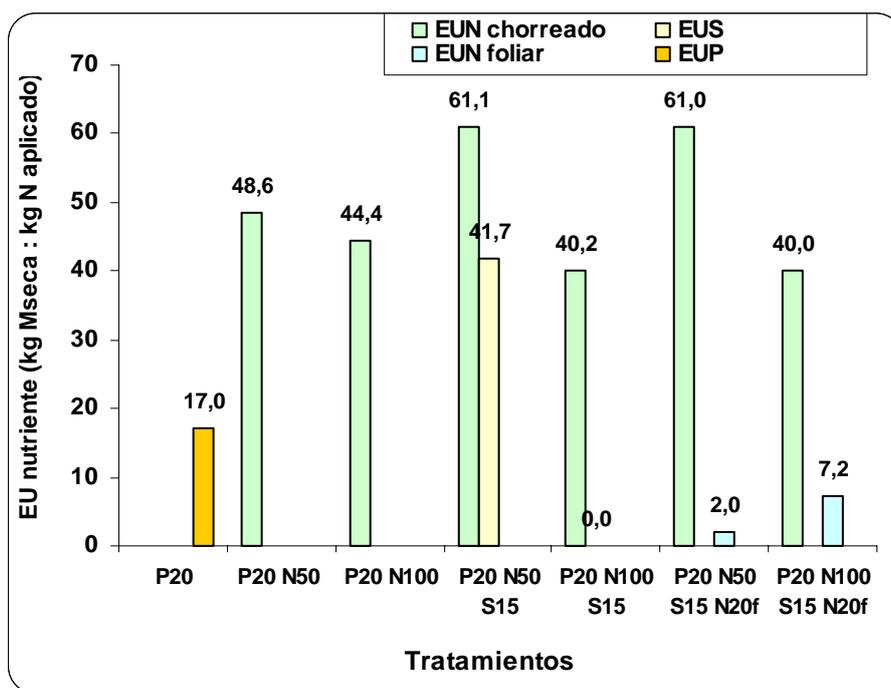


Figura 9: Eficiencia de uso de P, N o S para producción de materia seca total (kg Mseca: kg nutriente aplicado). El P fue aplicado al voleo a la siembra. El N fue aplicado chorreado al suelo y por vía foliar. El S chorreado al suelo. Ensayo año 2007.

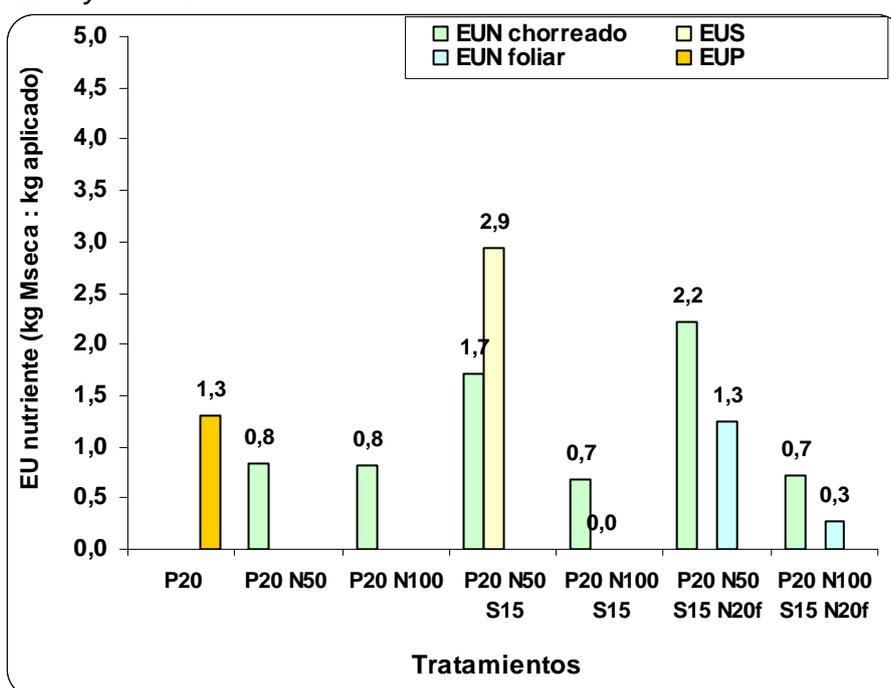


Figura 10: Eficiencia de uso de P, N o S para producción de grano destinado a semilla (kg grano: kg nutriente aplicado). El P fue aplicado al voleo a la siembra. El N fue aplicado chorreado al suelo y por vía foliar. El S chorreado al suelo. Ensayo año 2007.

Para producción de Mseca, la EUN aplicado en forma chorreada fue muy alta, y se redujo poco al incrementar la dosis de 50 a 100 kg ha⁻¹. En cambio la EUN foliar fue baja. Asimismo, la EUS fue destacada a la dosis de 50 kg N ha⁻¹ (Figura 9). La EUP igualmente alcanzó un valor adecuado, aún cuando fuera agregado en forma superficial. Para rendimiento, los valores más altos de eficiencia se alcanzaron mediante la combinación de 20 kgP, 50 kgN y 15 kg S ha⁻¹. Es evidente que el óptimo para rendimiento se alcanzó con una combinación de nutrientes y dosis diferente que en el caso de Mseca.

Conclusiones:

En el ensayo del año 2006, se determinó un efecto positivo del N chorreado sobre la producción de Mverde, MSeca y los rendimientos de raigrás. El N foliar incrementó la producción de Mseca, y el S produjo el mismo efecto sobre la producción de grano. De acuerdo con los resultados observados en este ensayo, micronutrientes como B no parecerían ser aún limitantes en la productividad de esta especie.

En 2007, se observó una respuesta lineal al N chorreado al suelo en producción de materia seca, en todo el rango de dosis aplicado. Igualmente, se visualizó una tendencia no significativa, en el caso de la dosis menor de este nutriente. El S mejoró la producción de MSeca y rendimiento a la dosis de N50, y el P incrementó estas dos variables en un 7,5 y 6 %, respectivamente, aunque para ambos nutrientes estas diferencias no fueron significativas. De este modo, la combinación óptima para producción de MSeca habría sido de P20 N100 y para rendimiento de P20 N50 S15.

Como sucediera con otras gramíneas, el raigrás demostró una elevada capacidad de respuesta a una mejora en la fertilidad nitrogenada y nitrógeno-azufrada, tanto en producción de Mseca como de grano destinado a la producción de semilla.

Bibliografía:

- Carta, H., S. Rillo, P. Richmond y L. Ventimiglia. 2004. Raigrás anual. Resultados de tres años de Fertilización Nitrogenada. Experimentación en campos de Productores. pp11-19. UEEA 9 de Julio. Proyectos Regionales Agrícola y Ganadero.
- Rearte, D. 2003. Capítulo 2: Distribución regional de la ganadería argentina. Cría vacuna. Cuaderno de Actualización Técnica N°66. Septiembre 2003. CREA.
- Marino, M. y M. Agnusdei. 2005 Abastecimiento de P y N en pasturas. Claves para una ganadería productiva y sustentable. pp 48-55. En: Simposio "Fertilidad 2005". Nutrición, Producción y Ambiente.
- Ojuez, C., A. Lauric, R. Siolotto, G. Ferraris y O. Scheneiter. 2005. Efecto del barbecho y la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje de raigrás anual. pp.80-83. Pasturas en Siembra Directa. Revista técnica de AAPRESID.