

La Fertilización como Herramienta para Incrementar la Producción de Alfalfa

Hugo Vivas (hvivas@rafaela.inta.gov.ar)

*Síntesis del trabajo homónimo publicado en el Anuario 2004 del INTA Rafaela
http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/anuario2004/index_agronomia.htm*

La producción de leche y carne en la región central de Santa Fe tiene como sostén básico de alimento el pastoreo directo y el consumo de reservas de praderas de alfalfa. Aunque dichas pasturas bajo óptimas condiciones de manejo y en los mejores suelos son destacables, existen áreas donde las deficiencias de algunos macronutrientes limitan la producción de materia seca (MS). Si los sistemas productivos son cada vez más intensivos y los nutrientes no se reponen en proporción a la extracción, en lo sucesivo la alfalfa podría verse limitada no sólo en la producción y en la calidad de la MS, sino también en la persistencia .

En el centro de Santa Fe la producción de alfalfa no es uniforme y varía según la región. En el oeste es significativamente superior a su correspondiente del centro y el este. Podría aceptarse que todas comparten similares condiciones de radiación, temperatura y ligeras diferencias en los promedios anuales de precipitación, con aumentos hacia el este. Las razones que en gran parte explican la variabilidad productiva se relacionan con la dotación de nutrientes y la característica y aptitud de los suelos. Por ejemplo en el oeste los contenidos de materia orgánica (MO) oscilan alrededor de 2,8 a 3.0 % mientras que en el este dichos valores son inferiores 2,2 a 2,5 %. El ejemplo más contrastante lo constituye el contenido de P extractable (P) que será analizado con posterioridad. La investigación de los aspectos nutricionales del suelo para la óptima producción de alfalfa surgió de la baja productividad y persistencia de pasturas observada en campos de productores.

En promedio, en el oeste de la provincia de Santa Fe la producción anual de MS puede oscilar entre 9 a 10 t/ha con una duración de 3 a 4 años, mientras que en el centro y el centro-este la producción de MS oscila entre 5 y 6 t/ha y la duración mayor es de 1 año y medio. La precipitación media anual es aproximadamente de 950 mm. Gran parte del recurso forrajero en esta región se destina a la producción de leche, que exporta una gran cantidad de P y N.

Nitrógeno

El N es el nutriente que más extrae la alfalfa y alrededor de la mitad de su requerimiento es fijado de la atmósfera por los Rizobios en simbiosis. En un estudio realizado en la región pampeana, el Dr. Roberto Racca y sus colaboradores determinaron un valor de 61 %, en condiciones sin limitantes para la fijación biológica (FBN), mientras que en ambientes con condiciones limitantes el N derivado de la FBN solo fue de 43%, para un amplio rango de producción de MS. La diferencia de N lo aporta el suelo por la mineralización de la materia orgánica. El balance nutricional difiere según se trate de pastoreo directo o de corte, ya que en pastoreo directo se recicla buena parte del N y K por la orina y el bosteo.

En Santa Fe durante 1994, ante observaciones de pasturas sin nódulos se pensó que la planta podría reaccionar positivamente ante una fertilización con N. Para la situación se condujeron experiencias, con dosis crecientes de N incorporado previo a la siembra en tres localidades Villa Trinidad, Rafaela y Esperanza. Se evaluó la producción de MS en varios cortes sin encontrarse diferencias significativas por el N aplicado en ningún sitio. La alfalfa fue totalmente indiferente ante el N del fertilizante agregado. Los resultados conciben con la información lograda por el Dr. Racca que señala que la FBN funciona perfectamente a través de nódulos activos y longevos a profundidades de hasta 1,10 m, lo que le daría bastante estabilidad al funcionamiento de la fijación biológica y proveería el N necesario a la pastura.

Fósforo

El nutriente que tiene mayor contraste en los suelos de Santa Fe es el fósforo (P) con amplias diferencias de disponibilidad entre el Oeste muy bien provisto, inclusive en profundidad, y el Centro y centro Este regular a deficiente. Y sin duda, explican gran parte de las diferencias de productividad y persistencia aludidas en el párrafo

anterior. En un ensayo de 25 cultivares de alfalfa sobre dos suelos representativos y niveles de acidez similares, (kg/ha) Los 49,8 t/ha de MS acumulada en Rafaela (Oeste) se pueden asociar con niveles de P de 44 ppm mientras que los 16,5 t/ha de MS logrados en Humboldt (Centro) con niveles de 22 ppm P.

El nivel necesario de P extractable para la óptima producción de alfalfa debe superar los 25-30 ppm en los primeros 15 cm de suelo. Según Quintero y Boschetti, (2004) numerosos trabajos en nuestro país indican que por debajo de 12 ppm de P Bray I las posibilidades de respuesta a la fertilización son altas(Figura 1) pero con valores superiores la alfalfa continúa respondiendo pero a una tasa menor, y con buena relación entre la disponibilidad de P en el suelo y el rendimiento de alfalfa.

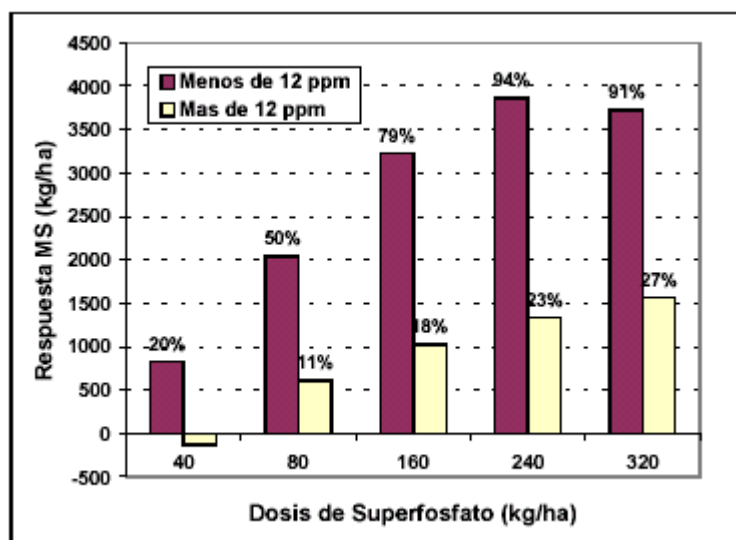


Figura 1. Respuesta media a la fertilización con superfosfato triple (SPT) en 9 ensayos con menos de 12 ppm y 3 ensayos con más de 12 ppm de P. Producción del primer año en la provincia de Entre Ríos, (Quintero y Boschetti, 2004).

En Santa Fe distintas experiencias conducidas desde 1995 el autor ha corroborado los datos de Entre Ríos logrados por Quintero y colaboradores. Mas aun, varios de estos estudios incluyeron observaciones sobre la dinámica del P en el suelo con el tiempo y su relación con la producción de forraje.

Considerando que la alfalfa tiene 0,3% de P, la MS producida en tres años equivale a 750 kg/ha de Superfosfato triple en Rafaela y a 250 kg/ha en Esperanza. Es importante saber que una gran proporción de lo que se consume puede volver al suelo por el bosteo, de ahí las diferencias a considerar si fuera pastoreo directo o corte.

Por el momento en el oeste de Santa Fe, Santiago del Estero, o norte y centro de Córdoba con alta concentración de P en el suelo, es factible la producción de la pastura sin fertilización pero es diferente en el resto del país donde la aplicación de P es imprescindible.

En los suelos de mediana y de baja provisión de P, el fertilizante debe aplicarse a la siembra como arrancador. Ello permite una rápida instalación de la pastura al favorecer su desarrollo radicular y de ese modo captar mejor el agua y los nutrientes. La aplicación debe ser de pequeñas cantidades de fertilizante junto con la semilla para evitar la toxicidad. Los productos más tóxicos son los que contienen nitrógeno puesto que al liberar el amoníaco queman las plántulas. Si en lugar del superfosfato triple se utilizara fosfato monoamónico o diamónico junto con la semilla debería limitarse las cantidades para evitar toxicidad y pérdida de plantas

Fósforo y Calcio

Sin duda el P condiciona la producción de alfalfa, pero además el calcio interactúa con el P favoreciendo su absorción y la mayor producción de MS. La figura 2 ilustra como la respuesta al fósforo mejora directamente con el uso de una enmienda calcárea. En esta figura se sintetizan dos ensayos realizados sobre suelos con contenidos medios de P y de pH. El pH aumento a 6,5 y las diferencias de P+Ca respecto de P fueron muy significativas debido a un aumento de los iones positivos tanto en la solución como en la superficie radicular que facilitaría la absorción de los fosfatos. Se. Entre ellos la concentración de Ca y Mg intercambiables, el nivel de molibdeno micronutriente necesario para la fijación biológica.

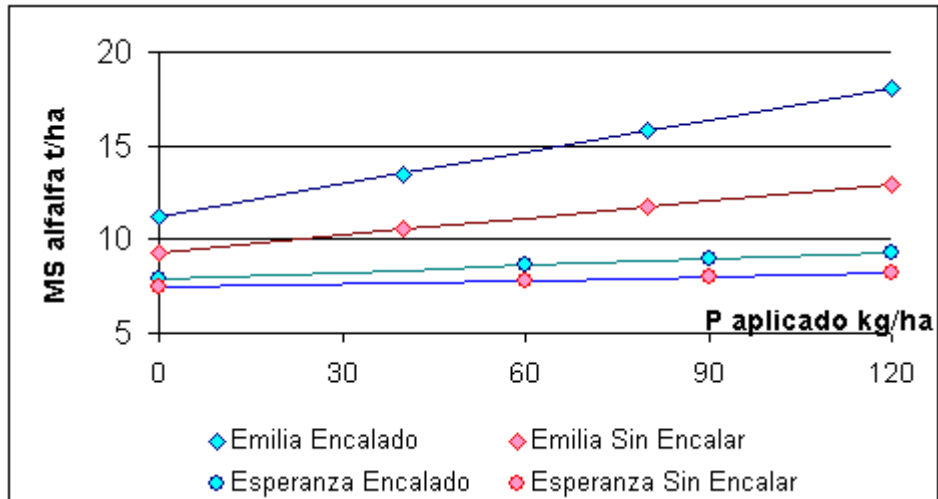


Figura 2. Producción de alfalfa con diferentes niveles de fósforo con y sin la aplicación de calcáreo; suelos con pH inicial 5,9. Ensayos en Esperanza, 1997/98. (Ocho cortes, 23 ppm de P) y Emilia, 1998 (13 cortes, 6 ppm de P)

Fósforo y Azufre

La productividad de los suelos del centro- este de Santa Fe no está condicionado solo por el P sino también por el azufre (S). Se presenta en suelos con bajos niveles de materia orgánica y muchos años de agricultura. Junto con el P, el S constituye un elemento de gran importancia en la formación de las proteínas de la pastura y su demanda guarda relación con los niveles de producción de MS. En suelos arenosos el S puede tener una dinámica similar al nitrógeno y migrar con facilidad hacia horizontes profundos, pero en suelos franco limosos y arcillosos en el horizonte B el azufre puede permanecer adsorbido en la fracción arcilla y tener efectos residuales en años posteriores.

Los síntomas de deficiencia de S son clorosis en la parte superior de la planta pudiéndose confundir con la falta de nitrógeno. También se caracteriza por el desarrollo restringido de la altura y la biomasa. La experiencia que puso de relieve el rol del S en función de dos niveles de fertilización con P fue evaluada en un ensayo en Esperanza en un suelo con 9,5 ppm de azufre de sulfatos (S-SO₄). Se utilizaron dos niveles de P (20 y 60 kg/ha) como superfosfato triple (SFT) y niveles crecientes de S (sulfato de amonio) (Figura 3).

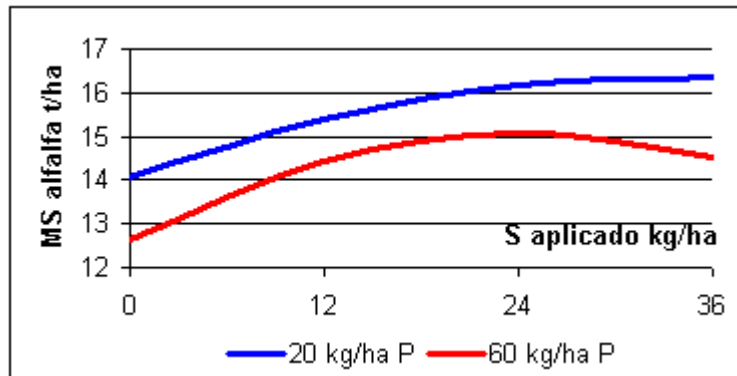


Figura 3. Efecto del azufre en la producción de Alfalfa para dos niveles de Fertilización Fosfatada. 8 Cortes. Esperanza. 2000-01.

La respuesta al S fue muy importante y aditiva para los dos niveles de P; de la misma forma, a mayor nivel de P también fue mayor la respuesta al S, variando la dosis asociada al máxima producción de 24 a 33 kg/ha de S para los niveles de 20 y 60 kg/ha de P respectivamente, equivalen a 136 kg y 188 kg de yeso. En el centro de Santa Fe la fertilización con P y S es prioritaria para la producción de alfalfa.

Otra experiencia similar, de interacción positiva entre P y S en alfalfa se informó para el Centro de Buenos Aires, en 9 de Julio (Carta et al., 2001) cuyos resultados luego de 5 cortes se muestran en el Tabla 1. El suelo superficial tenía 4 ppm de P extractable, y 14 ppm de S disponible y pH 6. El fertilizante aplicado fue como superfosfato triple y sulfato de potasio y magnesio.

Fuentes Azufradas

Detectada la relevancia de la fertilización con P y S, surgió la necesidad de conocer mejor las fuentes y las dosis de S

para distintas condiciones de aplicación. Para el caso se condujeron en Esperanza dos experiencias: a) con aplicación superficial de los fertilizantes y b) con aplicación inicial incorporada a la siembra (Figura 4).

Tabla 1. Respuesta al fósforo y al azufre en el área de 9 de julio (Buenos Aires).

P Producción		Incrementos S + (25 kg de P)		Producción		Incrementos	
Kg/hat/ha.....			kg/ha t/ha		
0	7,3	-		0	11,2	-	
25	11,2	3,9		5	12,3	1,0	
50	12,9	5,7		10	14,0	2,7	
75	12,9	5,7		10	14,0	2,7	
100	13,2	5,9		30	15,6	4,4	

La alternativa de la fertilización en superficie se realizó en una pastura de 1 año que no recibieron nada a la siembra. Todos los tratamientos tuvieron una aplicación de 40 kg/ha de P y 1 t/ha calcita aperdigonada (37% de Ca). En una segunda etapa todos los tratamientos fueron refertilizados con 20 kg/ha de P y las mismas dosis de S. En el segundo ensayo se distribuyó e incorporó el fertilizante a la siembra, con el mismo manejo que el anterior incluyendo una refertilización superficial (en el décimo corte).

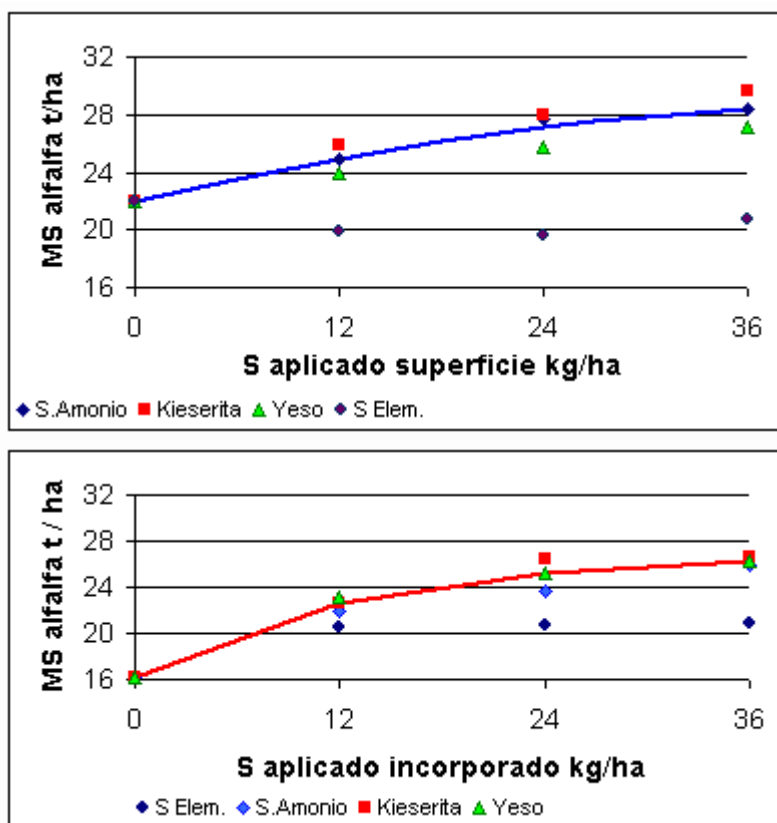


Figura 4. Respuesta de fuentes y dosis de S en alfalfa aplicadas en superficie(A) e incorporada (B). Los niveles de S indicados en el gráfico son los iniciales. Promedio de con y sin refertilización.

Excepto el azufre elemental todas las fuentes se manifestaron de inmediato en el crecimiento de la pastura demostrando la factibilidad de la fertilización en superficie y al voleo y de aumentar la producción de MS por sobre la fertilización con fósforo. Hubo diferencias entre fuentes teniendo similar comportamiento el sulfato de amonio el yeso y la kieserita y menor respuesta el azufre elemental.

El segundo aspecto importante fue el destacado comportamiento de la refertilización con los dos tipos de manejo. En promedio, la refertilización aumentó en 1,8 y 4.6 t/ha respecto del tratamiento sin él en el ensayo de aplicación superficial e incorporado respectivamente

Beneficios productivos y económicos de la fertilización

Para ilustrar el efecto agronómico y su resultado económico se tomaron los bases de una experiencia realizada en Esperanza sobre un suelo con 12 ppm de P, y 9,5 ppm de S-SO₄, y 7 meq/100 de Ca de intercambio. Se fertilizó con

una base de 1,7 t de calcáreo, y dosis crecientes de P y S. Luego de 24 cortes, los resultados mostraron diferencias por el P pero mayormente al S. Aunque se observó un gran impacto inicial de la dosis mas alta de P (100 versus P40), las diferencias fueron escasas a las dosis mayores de S. Por esta razón, el análisis económico se realizó considerando 40 kg/ha de P y dosis variables de S

Se consideraron tres etapas:1- Resultados productivos y análisis marginal de los rendimientos de forraje para cada tratamiento.2- Cálculo del costo unitario de la materia seca. Para ello se estimó el gasto de implantación y mantenimiento de la pastura, constante en todos los casos, y el de fertilización correspondiente a cada tratamiento. La duración de la pradera fue de 3 años.3- Estimación del ingreso libre de praderas (\$/ha) asumiendo que la superficie es ocupada únicamente por vacas en ordeño.

Tabla 2. Estimación del margen económico asociado a la fertilización de una pradera de alfalfa con fósforo, calcio y azufre.

Tratamientos MS aprovechable Producción de leche Ingresos Costo Margen pradera					
Kg S/ha	t/ha	(HI /ha) \$ * 1000/ha.....		
Testigo	19.4	23.3	10.0	1.02	9.0
12	23.4	28.1	12.1	1.05	11.0
24	26.5	31.8	13.7	1.08	12.6
36	28.8	34.5	14.9	1.10	13.8
48	30.2	36.3	15.6	1.13	14.4

Tasa de conversión: 1,2 litro leche/ kg MS pastura aprovechable de alfalfa. Eficiencia de cosecha: 70%; Precio leche: 0,43 \$/litro; Costo producción alfalfa: implantación: 335\$/ha, conservación: 286,10 \$. Fertilización \$/ha: 396 y 2,4 \$/kg de S Fuente: Márgenes Agropecuarios Marzo 2005.

En términos generales la incorporación de S junto con fertilización fosfatada y encalado, permitió mejorar la eficiencia del uso de la tierra debido a una mayor disponibilidad de forraje por unidad de superficie. El comportamiento registrado en los tratamientos se correspondió con la ley de los rendimientos decrecientes, donde la tasa adicional de MS lograda aumentó hasta la incorporación de 12 kg/ha de S; decreciendo luego con el agregado de unidades adicionales de S. La columna producción de leche es la resultante de la transformación de la MS aprovechable de alfalfa por su tasa de conversión a leche. El máximo le corresponde al tratamiento con la maxima dosis de S. De la diferencia entre los ingresos generados por la venta de leche y el costo de producción de la alfalfa surge la columna "ingreso libre de praderas". Sobre la base de una fertilización con P y Ca, los niveles de S produjeron aumentos sobre el testigo de hasta un 56% demostrando la necesidad de la fertilización conjunta de nutrientes para obtener los mayores beneficios en la producción de alfalfa.