



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Santa Fe
Estación Experimental Agropecuaria Oliveros

Respuesta a fósforo y azufre en alfalfa en un suelo con larga historia agrícola

Ibarlucea, J.I.*¹, Magnano, L.² y Salvagiotti, F.². AER INTA Roldán⁽¹⁾; EEA INTA Oliveros⁽²⁾

*E-mail: ibarlucea.juan@inta.gob.ar

Introducción

La mayor productividad de las pasturas base alfalfa impacta en el aumento de la producción de los sistemas de producción ganaderos y mixtos, por ende, en la competitividad de los mismos respecto de los agrícolas puros. En regiones donde la producción de forraje compite en superficie con la agricultura, las pasturas deben hacerse en menor superficie, y la producción intensiva de forraje debe realizarse haciendo un uso racional de los recursos, en donde los nutrientes juegan un rol central. En la región del sur de Santa Fe los niveles de fósforo (P) y azufre (S) son bajos y se ha observado respuesta a la fertilización en los principales cultivos agrícolas (Salvagiotti et al, 2012; Salvagiotti et al, 2013; Salvagiotti et al, 2017).

La alfalfa, dado que es un cultivo que puede estar en el lote entre 3 y 5 años, pueden brindar numerosos servicios ecosistémicos, contribuyendo a la recuperación de suelos, a la biodiversidad y a la reducción de aplicaciones de fitosanitarios, ya que permite alternativas mecánicas para el control de malezas e insectos, como son los cortes para confección de heno y el pastoreo. Además, la alfalfa para corte y henificación es una alternativa de producción para ubicar en lotes del periurbano, que tienen diferentes restricciones a la aplicación de fitosanitarios en muchas localidades de la región pampeana.

En el sur de Santa Fe, Mendez et al en el área de Totoras encontró respuestas significativas a la fertilización con 250 kg de yeso agrícola (sulfato de calcio). En la zona de Casilda Martínez y Cordone encontraron también respuestas del orden del 163% por la aplicación de P (200kg de superfosfato triple de calcio). En San Cristóbal (Prov. de Santa Fe) Vivas et al encontró respuestas del orden del 24%, para P, del 22% para S y 30% de P+S respecto al testigo.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar, durante 3 años, la respuesta a la fertilización con P y S en la producción de materia seca de una pastura pura de alfalfa sin latencia invernal de alto potencial de producción, implantada en un suelo Argiudol con degradación físico-química del sur de Santa Fe.

Materiales y métodos

El experimento se instaló en un lote con más de 50 años de agricultura continua en la EEA INTA Oliveros, provincia de Santa Fe (32° 33' 59.06" Lat. S, 60° 52' 29.55" Long. O) sobre un suelo Argiudol típico Serie Maciel, clase I. El análisis de suelo al momento de la siembra a 20 cm de profundidad indicó que el contenido de materia orgánica era de 2,45%, PBray: 15ppm; S-SO₄: 1ppm y pH_{6,25}. La fecha de siembra y fertilización fue el día 30/05/2017, en labranza convencional. Los surcos estaban distanciados a 16cm. La variedad fue WL 1058 a una densidad de siembra de 20kg semilla peletizada e inoculada. Los tratamientos de fertilización fueron:

T1) P0 S0 Ca+Mg 0; (testigo 0 fertilizantes)

T2) P0 S36 Ca + Mg 0; (Azufre, 200kg/ha sulfato de calcio)

T3) P40 S36 Ca + Mg 0; (Azufre, 200 kg sulfato de calcio+ fósforo, 200 kg superfosfato triple de calcio)

T4) P40 S36 Ca+ Mg; (Azufre, 200 kg sulfato de calcio+ fósforo, 200 kg superfosfato triple de calcio+ Ca+Mg 1000kg dolomita))

Se utilizó superfosfato triple (20% P) como fuente de P, yeso agrícola (20% S) como fuente de S y dolomita cuando se aplicó Ca y Mg. Las unidades experimentales fueron parcelas de 1 m x 10m. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. A lo largo de los años se midió la producción de materia seca por hectárea (MS/ha) de cada tratamiento mediante cortes de un metro cuadrado en cada unidad experimental. En las mismas, en cuatro oportunidades durante el ciclo de la pastura se cuantificó la persistencia de la pastura a través de recuentos de plantas por unidad de superficie.

Los tratamientos químicos que recibieron las parcelas en los tres años que duró el ensayo fueron un tratamiento preemergente con 0,5 lts *flumetsulam*, un tratamiento con graminicida cletodim en diciembre 2017 y dos tratamientos contra isocas defolioras con *lambdacialotrina* en enero 2018 y 2019.

El primer corte se realizó a los 107 días de la siembra y se realizaron 29 cortes a lo largo de 34 meses (Mayo 2017-Abril 2020). Los muestreos de materia seca se realizaron al ras del suelo y luego se termina de cortar cada parcela para el control mecánico de malezas, y se retiró mediante barrido el total del forraje remanente.

En el caso de materia seca se realizó un análisis de medidas repetidas incluyendo tratamiento y corte como efectos fijos y repetición como aleatorio. Para el análisis de stand de plantas se utilizó un análisis de variancia con submuestreo. Las medias de tratamiento por corte se compararon utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa. Para el análisis se utilizó el programa SAS University Edition.

Resultados y Discusión

Condiciones meteorológicas

En la Figura N° 1 se observan las lluvias mensuales del período analizado y las lluvias medias mensuales históricas. Respecto de la sumatoria del total de milímetros fueron casi un ocho % inferiores a las medias históricas. Podemos considerar que es un diferencial dentro de lo normal para la zona y para el cultivo en estudio.

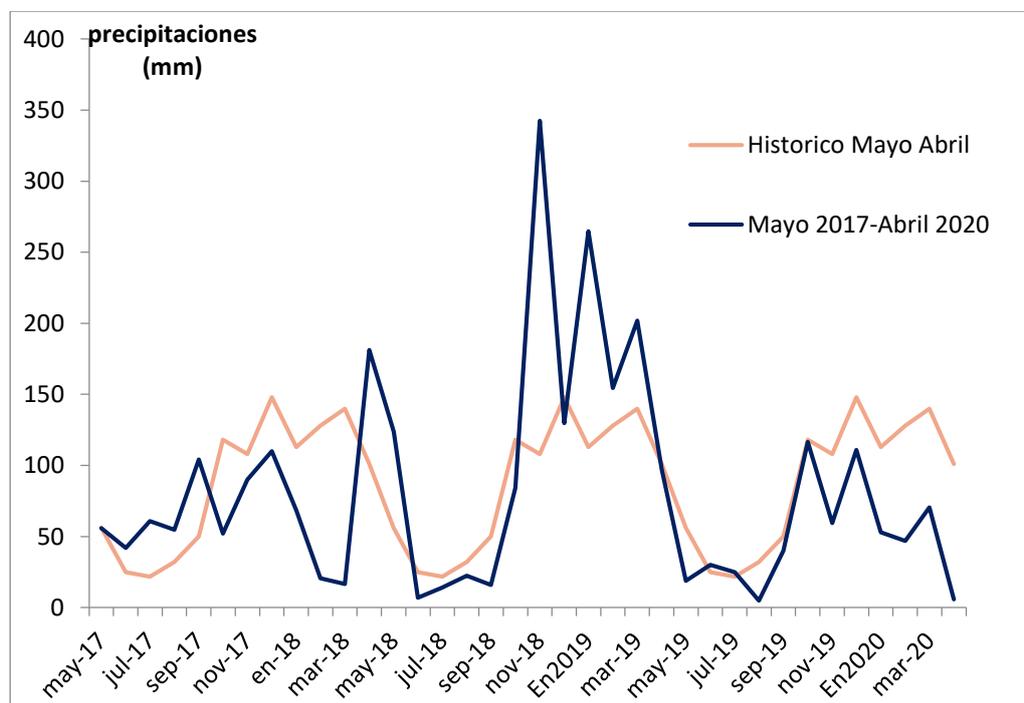


Figura 1- Precipitaciones ocurridas durante el cultivo de alfalfa (Mayo 2017-Abril 2020)

Al cabo de 3 años de producción el tratamiento testigo, que no recibió la adición externa de nutrientes, tuvo una producción acumulada de 15019 kgMS/ha, y sin incrementos significativos en la producción por efecto de la fertilización con S ($P > 0.10$). Sin embargo, se observó una respuesta significativa por efecto de la fertilización con P (T3-T2) del orden del 240% (Figura 2).

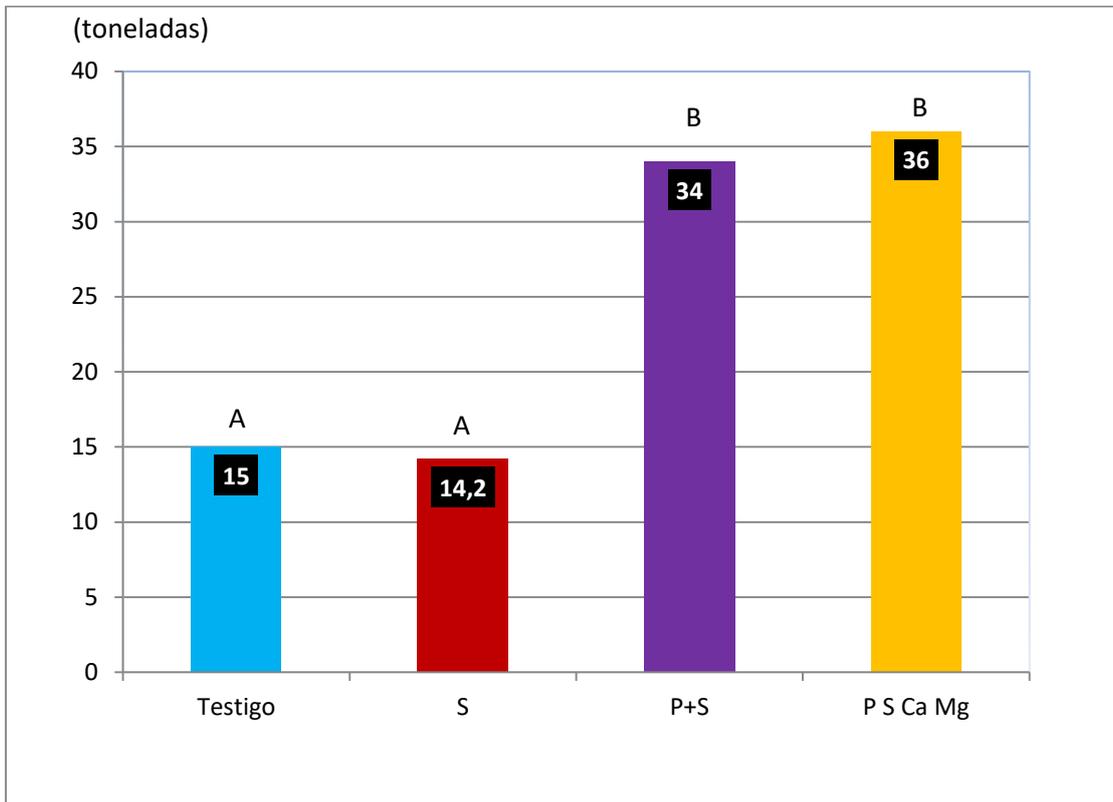


Figura 3 - Producciones total de materia seca de alfalfa por hectárea luego de 34 meses con 4 tratamientos de fertilización con fósforo (P), azufre (S), y dolomita (Ca+Mg).

El análisis temporal de los tratamientos con el modelo estadístico planteado, mostró una interacción entre corte y tratamiento ($p < 0,05$). En el 92% de los cortes no se detectaron diferencias significativas por la adición de S (i.e. T2-T1), mientras que en el 72% de los cortes la aplicación de fósforo aumentó significativamente la producción de MS/ha. Esta respuesta se observó desde el segundo corte, y a lo largo de los tres años la respuesta osciló entre 32 y 700%. Por otra parte, se observaron incrementos significativos por la adición de 1500 kg dolomita ha^{-1} en 3 de los 29 cortes (T4- T3). (Figura 2)

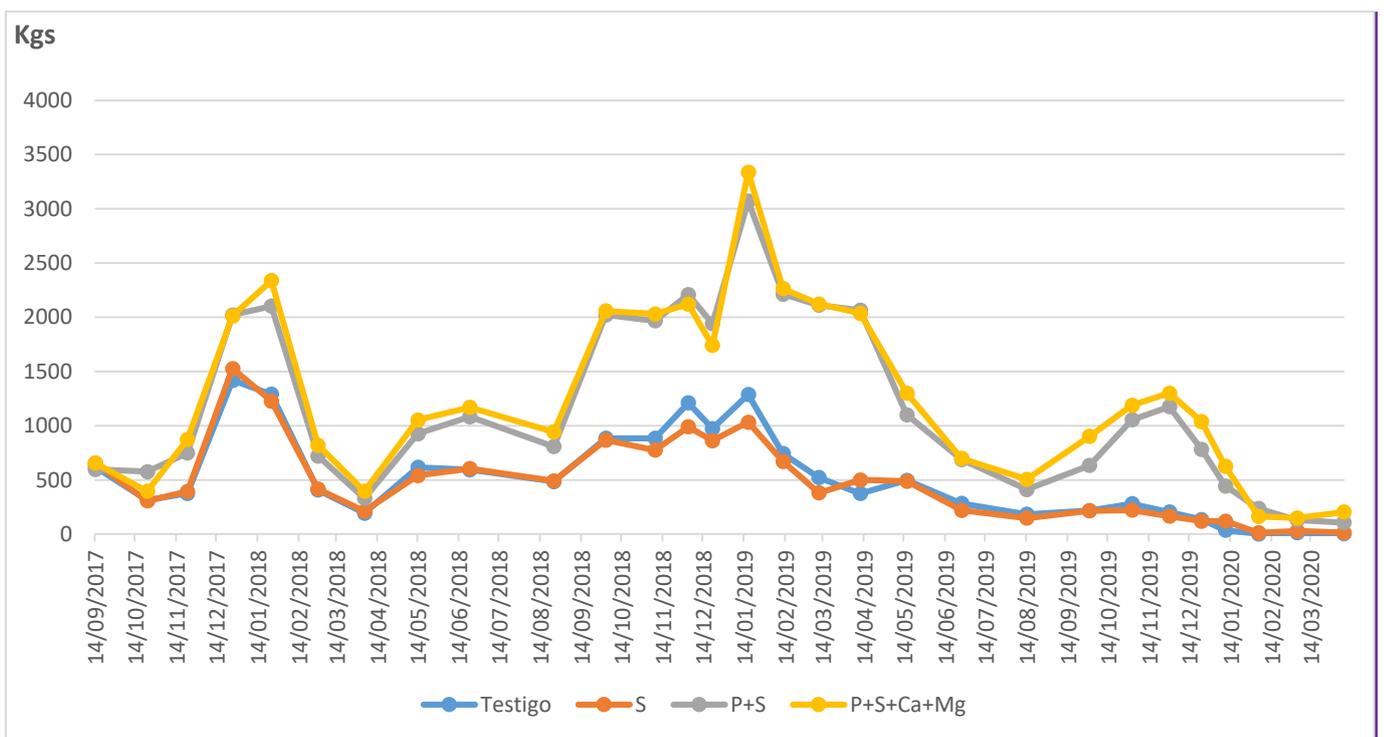


Figura 2 - Evolución de la producción de materia seca por hectárea en un cultivo de alfalfa durante el periodo de crecimiento (Mayo 2017-Abril 2020) con 4 tratamientos de fertilización con fósforo (P), azufre (S), y dolomita (Ca+Mg)

Al cabo de 125 días después de la implantación el número de plantas fue de 159 plantas por metro cuadrado. Luego de 34 meses el tratamiento testigo mostró 13 plantas por metro cuadrado, mientras que aquellas que recibieron fosforo tuvieron un 270% superior de plantas al finalizar el experimento. Al igual que en la evolución de los kilogramos de materia seca los stand de plantas fueron significativamente superiores en las parcelas con P respecto de las que no lo tuvieron.

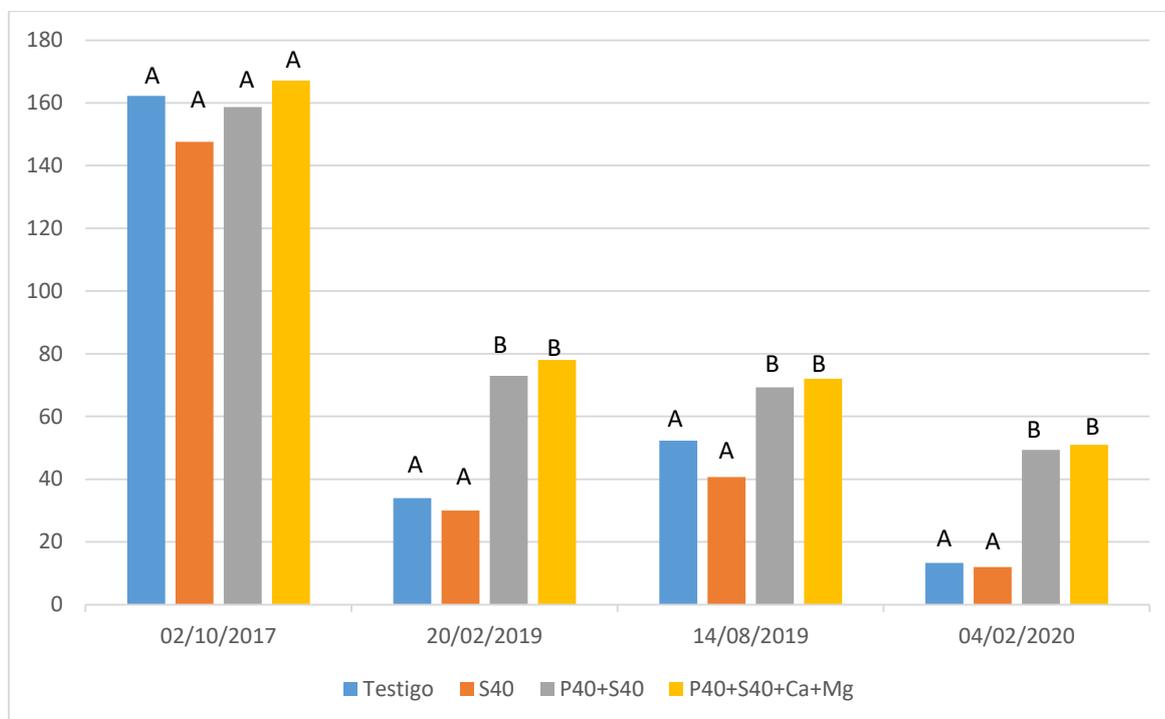


Figura Nº 4: Número de plantas por metro cuadrado en cuatro momentos durante el ciclo del cultivo de alfalfa.

Análisis económico

En la Tabla 1 se muestra un análisis económico indicando que el costo extra incluido por la aplicación de 200 kg de superfosfato triple de calcio representó un 30% del total de la inversión inicial en la implantación de una pastura. La producción adicional lograda al cabo de tres años en las parcelas fertilizadas con P diluiría el costo del kg de materia seca aprovechable casi a la mitad. La producción extra por fertilizar equivaldría a más de 25 rollos de 500kgs logrados en todo el período analizado.

Tabla 1: Producción de materia seca por hectárea con y sin fertilización fosforada (P) y costos en dólares

DURACIÓN		Kg ms / ha año	
	Fertilización	sin P (T1)	con P (T3)
	Total	15034	34269
Aprovechamiento (%)		65%	
Costo implantación u\$/ha		210	
Kg Mat seca aprovechable		9772	22275
Fertilización			
kg Superfosfato Triple calcio			U\$
200			88
U\$/kg		0,021	0,013

Conclusiones

En suelos de aptitud agrícola y con bajo contenido de fósforo la respuesta a la fertilización fue de importante magnitud, poniendo en evidencia la importancia del uso de esta herramienta de manejo para incrementar la producción por unidad de superficie y de esta forma aumentar la competitividad al incluir la ganadería en sistemas predominantemente agrícolas.

En un suelo con niveles cercanos a los umbrales de respuesta a la fertilización a fósforo en cultivos anuales (15 ppm P Bray), el cultivo de alfalfa incremento la producción 2.5 veces por la adición de 200 kg de superfosfato triple.

La refertilización en el segundo año de vida de un alfalar cuando todavía tiene stands de plantas con mayores posibilidades de vida sería oportuna para prolongar por lo menos un año más la vida útil del mismo.

Es importante también tener en cuenta no solo el impacto productivo/económico, sino los aspectos ambientales y el sociales de incluir pasturas a los sistemas, para ver el impacto de la misma en la sustentabilidad de los sistemas de producción.

Agradecimientos

Al señor Leandro Martarello, personal de apoyo de EEA Inta Oliveros.

A los señores Francisco Fernández Bussy, Giovanni Cavallo y Marcos Armitano, estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR

Bibliografía

Basigalup, D.H. El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina. EEA Manfredi- INTA

Martinez F. Forrajicultura -Pasturas en la Región Pampeana Norte-Apuntes básico (en edición Inta)

Mendez, J. M. Comunicación personal

SAS Institute Inc. (2018). SAS University edition virtual application. Cary, NC, USA.

http://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html

Salvagiotti, F., Barraco, M., Dignani, D., Sanchez, H., Bono, A., Vallone, P., Gerster, G., Galarza, C., Montoya, J., Gudelj, V.J., 2013. Plant stand, nodulation and seed yield in soybean as affected by phosphate fertilizer placement, source and application method. *European Journal of Agronomy* 51, 25-33.

Salvagiotti, F., Ferraris, G., Quiroga, A., Barraco, M., Vivas, H., Prystupa, P., Echeverria, H.E., Gutierrez-Boem, F.H., 2012. Identifying sulfur deficient fields by using sulfur content; N:S ratio and nutrient stoichiometric relationships in soybean seeds. *Field Crops Research* 135, 107-115.

Salvagiotti, F., Prystupa, P., Ferraris, G., Couretot, L., Magnano, L., Dignani, D., Gutierrez Boem, F.H., 2017. N:P:S stoichiometry in grains and physiological attributes associated with grain yield in maize as affected by phosphorus and sulfur nutrition. *Field Crops Research* 203, 128-138.

Vivas; H.S. Romero y J. Ibarlucea. 2015 Variedades de alfalfa y fertilización con "P" Y "S" en un suelo deficiente de San Cristóbal - Seminario Fertilidad.