

# FERTILIZACIÓN Y REFERTILIZACIÓN FOSFATADA DE ALFALFA EN UN SUELO DEL CENTRO ESTE DE SANTA FE, CON Y SIN ENMIENDA CALCICA

Ing. Agr. H. S. Vivas y Est. O. Quaino.  
INTA EEA Rafaela  
CC 22-2300 Rafaela-Santa Fe.  
hvivas@inta.gov.ar

## INTRODUCCION

La producción de materia seca (MS) de alfalfa en la región está condicionada, en gran parte, por los bajos niveles de fósforo (P) extractable y por deficiencias en la concentración de calcio del suelo (Vivas et al., 1999). En la actualidad, se pueden encontrar sitios tanto con suficiencia en los factores mencionados como con déficits. Por ello, el análisis químico de la capa arable es imprescindible para conocer las situaciones particulares y orientar los programas de fertilización. Los beneficios de la fertilización fosfatada inicial de alfalfa se perciben, entre otros, en la mayor formación de nódulos, en el estímulo del crecimiento inicial, mayor desarrollo radicular, mejor competencia con las malezas y en el anticipo del primer aprovechamiento.

Otra estrategia para la reposición del P en el suelo es la refertilización en algún momento luego de instalada la pastura, para tratar de reforzar la fertilización inicial y mantener la alfalfa en el óptimo de producción. Esta última alternativa es muy poco utilizada por la ausencia de información regional que demuestre sus beneficios, sobre todo si se considera que el P se caracteriza por su escasa movilidad. Al respecto son auspiciosos los resultados logrados por Berardo (1998) en el sudeste de Buenos Aires con fertilizaciones periódicas en una pastura instalada.

El otro factor que en investigaciones anteriores demostró interactuar positivamente con el P es el calcio (Ca), el cual debería acompañar a la fertilización fosfatada, cuando corresponda, para hacerla más eficiente (Vivas y Quaino, 2000). Si bien la utilización de enmiendas no produjo aumentos diferenciales del P extractable del suelo respecto de las parcelas sin ella, el aumento logrado en la MS de alfalfa permite asumir que el mismo facilita una mayor absorción del fósforo (Vivas et al., 1999).

La corrección de la condición nutricional del suelo sin duda constituye un factor esencial en un programa de alta producción de MS pero además es necesario destacar que los sistemas predominantes son de secano y ello implica una gran aleatoriedad en las precipitaciones, en la producción de MS y en la magnitud de las respuestas. El objetivo de la siguiente investigación fue estudiar la variación de la materia seca producida por la fertilización y la refertilización fosfatada con y sin enmienda cálcica en un suelo de baja fertilidad.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la localidad de Emilia, Departamento San Justo, sobre la serie de suelo del mismo nombre, bajo agricultura convencional en forma continua y caracterizado por su bajo nivel de P extractable (6ppm) en la capa arable y contenidos de

materia orgánica y pH de 2,4% y 5,9, respectivamente. Un aspecto muy importante lo constituye la baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 11,3 meq/100 g que a su vez contiene solo 7,1 y 1,2 meq/100 g de Ca y Mg, respectivamente. Como contraste y referencia, en suelos de la Serie Rafaela donde la alfalfa registra altas producciones de MS, la CIC es de 18,6 meq/100 g y el contenido de Ca y Mg es de 10,8 y 2,2 meq/100 g, respectivamente y el valor de pH 6,2 (INTA, 1991).

Los niveles iniciales de P en forma de superfosfato triple de calcio (SFT) se aplicaron al momento de la siembra en el mes de abril de 1998 y fueron 0, 40, 80 y 140 kg/ha de P. Posteriormente, y luego del noveno corte, se refertilizó con el 50% de la dosis original, quedando las mismas definidas a partir de ese momento como 0, 60, 120 y 210 kg/ha de P. La refertilización se realizó en la primavera del segundo año y el SFT se distribuyó al voleo y en superficie. Hasta el presente se cuenta con un ensayo con veinte meses de duración y 13 cortes.

La enmienda cálcica se aplicó por única vez a razón de 0 y 2000 kg/ha, en forma de calcita micronizada y aperdigonada. La misma posee un 46,29% de CaO. Tanto el SFT como el calcio fueron aplicados al suelo al voleo e incorporados en la capa arable previo a la siembra. Posteriormente, en la primavera del segundo año se aplicó la refertilización con SFT al voleo y en superficie.

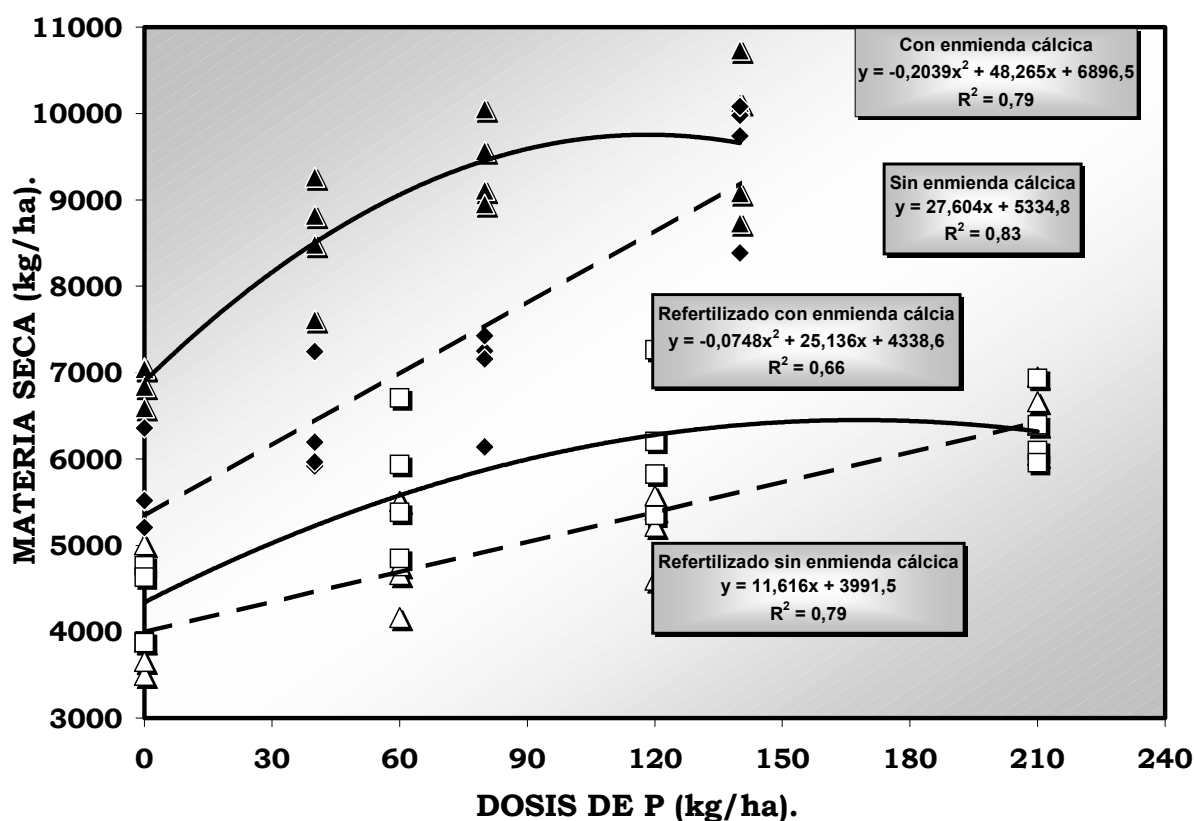
Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental fue de 6m x 2m, evaluándose en cada corte los 5m<sup>2</sup> centrales. La variedad de alfalfa utilizada fue Monarca SP INTA sembrada a razón de 15 kg/ha.

Se utilizó el método Bray 1 para evaluar el P extractable a la siembra y en la primavera del primer año. La enmienda posicionó el pH en valores de 6,5-6,6, considerados por Havlin et al. (1999) como dentro del rango (5,5-6,8) donde la absorción del P tiene mayores beneficios. Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento GLM de SAS (1989).

## RESULTADOS

A pesar que el ensayo transcurrió bajo serias restricciones hídricas, se pudo apreciar el efecto positivo de los factores en estudio para lograr aumentar la producción de alfalfa en un suelo de baja fertilidad. Posiblemente, el estímulo del P en el desarrollo radicular pudo haber favorecido una mayor eficiencia en el uso del agua (Barber, 1980). La variación de MS para las condiciones fertilizadas y refertilizadas se pueden ver en el Gráfico 1.

Para los primeros nueve cortes la fertilización con P y aquellos con P+Calcio tuvieron diferencias altamente significativas ( $P > 0,0001$ ) y los resultados se discuten más ampliamente en Vivas y Quaino (2000). La misma significancia ocurrió con iguales tratamientos correspondientes a los últimos cuatro cortes refertilizados, estableciéndose diferencias de similar importancia ( $P > 0,0075$ ).

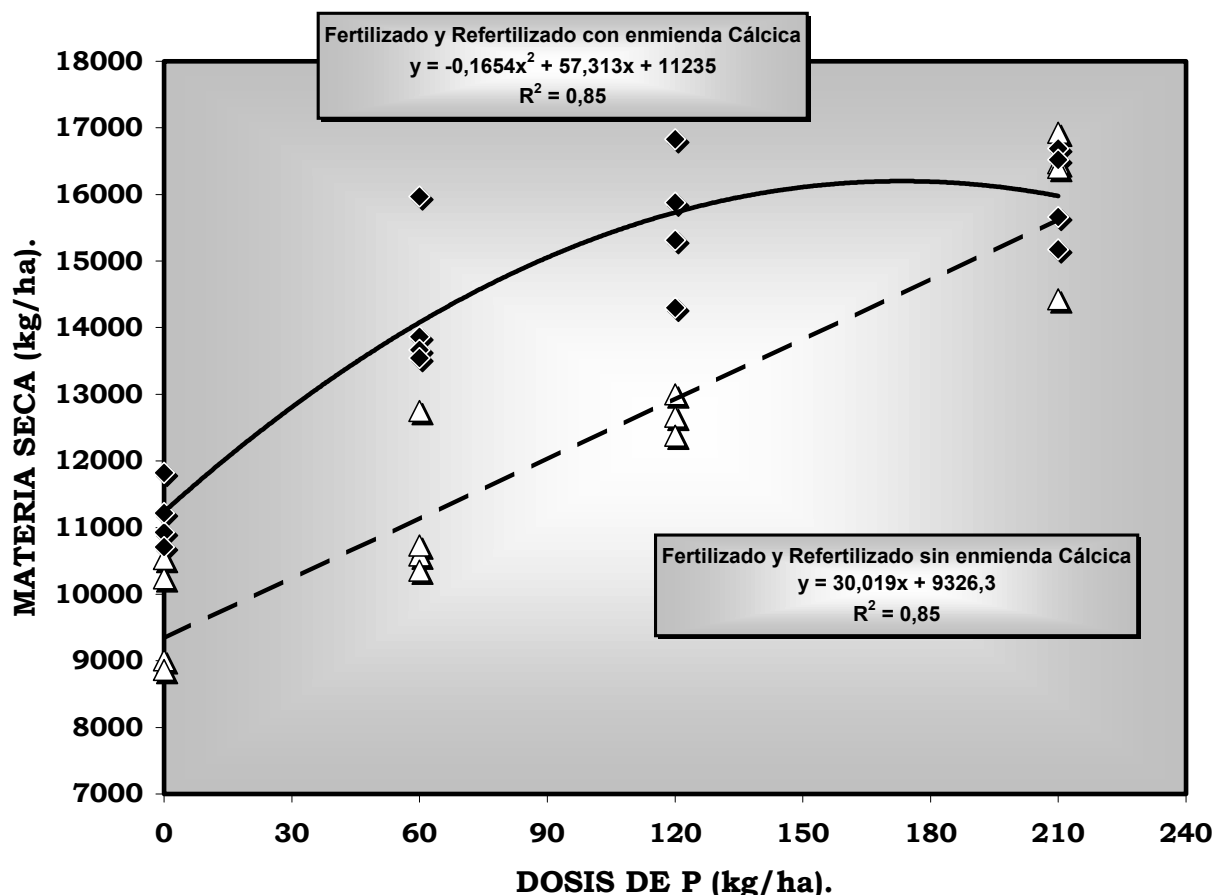


**Gráfico 1.** Variación de la materia seca de alfalfa en condiciones fertilizadas (9 cortes) y refertilizadas (4 cortes) con fósforo, con y sin enmienda cálcica. Emilia, 1998/00.

Los últimos cuatro cortes refertilizados mantuvieron similares tendencias que los primeros nueve que solo tuvieron la fertilización base. Con las dosis crecientes de P y sin enmienda el efecto fue lineal y significativo ( $P > 0,0001$ ) mientras que con P+Calcio el efecto más importante fue cuadrático ( $P > 0,0109$ ). También se notó que en la etapa de refertilización las dos condiciones (P solo y P+Calcio) tuvieron menores coeficientes lineales que en la etapa de fertilización inicial lo que implica menor eficiencia en la tasa de conversión de materia seca. Esto puede deberse en parte a la baja movilidad del P y a la variación de la humedad superficial.

La acumulación de MS incluyendo las dos etapas de fertilización y refertilización se pueden ver en el Gráfico 2. En el mismo se constata una vez más no sólo que la fertilización fosfatada constituye una herramienta básica para aumentar la producción de MS de alfalfa, sino también que mediante la enmienda cálcica el P agregado al suelo incrementó sustancialmente su eficiencia. Las razones no solo se explican por el nivel de acidez edáfica, que con el encalado fue posicionado en 6,5-6,6, sino también por el Ca que ascendió a 9,9 meq/100 g y el Mg a 1,8 meq/100 g. Además, aunque no fue medido en esta experiencia, se conoce que el aumento de pH mejora sustancialmente la asimilación del molibdeno (Mo), micronutriente fundamental en la fijación del nitrógeno atmosférico (Havlin et al., 1999). Según Andrew y Johansen (1978), el aumento del Ca de intercambio es un factor de gran importancia en la absorción del P y sus conclusiones se relacionan con los resultados de esta experiencia.

Aparentemente, el pH no constituye un parámetro excluyente y suficiente para diagnosticar las necesidades de enmendar un suelo, sino que los valores del complejo de intercambio son tanto o más importantes, sobre todo en la concentración de Ca y Mg.

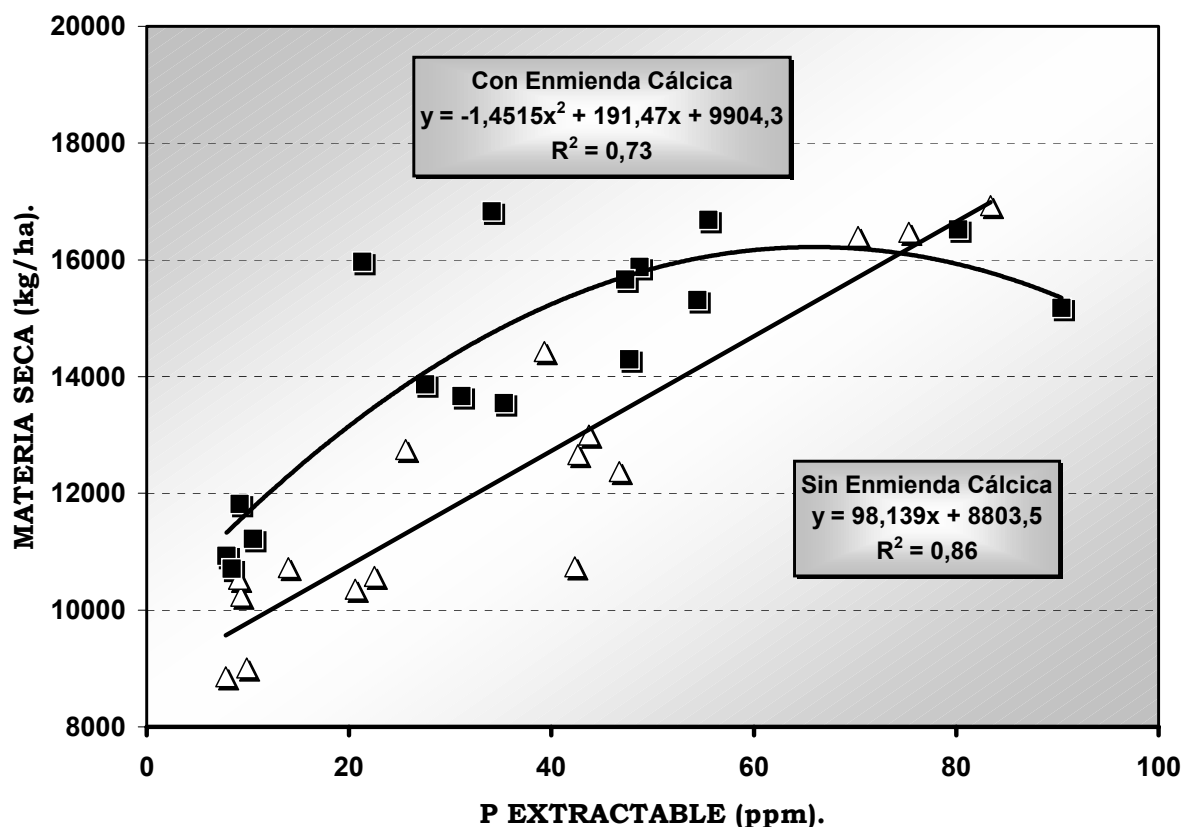


**Gráfico 2.** Acumulación de 13 cortes de alfalfa fertilizada y refertilizada con y sin enmienda cálcica. Emilia. 1998/00.

Hasta el presente y luego de transcurridos 20 meses, el pH se mantiene en valores de 5,9 y 6,6; para los tratamientos sin y con enmienda, respectivamente. Por lo tanto, en el futuro inmediato se espera continuar obteniendo los beneficios comentados sobre la mayor producción de MS en la combinación P+Enmienda cálcica.

Para las dosis P60, P120 y P210 kg/ha, que fueron las unidades finales de fertilizante fosfatado alcanzado luego de la refertilización, le correspondieron, para la situación sin enmienda, incrementos de 1801 (19%), 3602 (39%) y 6304 (68%) kg/ha de MS respecto al testigo P0, respectivamente. Para la situación con enmienda cálcica, los incrementos con P60, P120 y P210 kg/ha fueron 2843 (25%), 4496 (40%) y 4741 (42%) kg/ha de MS respecto al testigo P0, respectivamente (Gráfico 2). Las diferencias son más acentuadas si se comparan cualesquiera de los tratamientos combinados de P+Enmienda cálcica, con el testigo absoluto, sin P y sin Calcio.

El P extractable de la capa arable en la primavera del primer año estuvo relacionado con la producción total de MS de los 13 cortes. La asociación puede verse en el Gráfico 3.



**Gráfico 3.** Relación entre el P extractable en la primavera del primer año y la producción total de MS de alfalfa luego de la fertilización y refertilización con y sin enmienda cálcica. Emilia. 1998/00.

La asociación fue muy estrecha tanto para la condición sin enmienda como para la situación encalada. En el primer caso, cuando el P extractable aumentó, la respuesta de MS correspondiente se ajustó a una función lineal, mientras que cuando la fertilización fosfatada se complementó con la enmienda cálcica, la variación de la MS tuvo una expresión cuadrática. En ambas situaciones, la relación fue muy similar a la descrita en el Gráfico 2 entre los niveles de P fertilizante y la MS total.

En el Gráfico 3, con excepción de los valores muy altos de P extractable, se percibe que para igual producción de MS, los tratamientos P+Calcio se corresponden con menores valores de P extractable en la capa arable del suelo que aquellos donde solamente fueron fertilizados con P.

El contenido de P extractable en la primavera del primer año correspondió al momento donde se encontró la máxima expresión del mismo desde el momento de la fertilización inicial en el otoño. Su importancia radica en que un análisis químico de la capa arable en ese momento permitiría corregir en parte la situación nutricional de una pastura que no fue fertilizada al momento de la siembra ó donde la fertilización inicial fue baja y se pretende incrementarla.

Transcurridos 20 meses de la presente investigación, el P extractable para los niveles P0, P60, P120 y P210 es de 7,5, 28, 62 y 77 ppm, respectivamente. Significa, que de los tratamientos fertilizados, el único que podría volver a refertilizarse es el que contiene 28 ppm. Los restantes son considerados niveles muy altos y capaces de lograr máximas producciones en ausencia de restricciones de agua ó número de plantas.

## CONSIDERACIONES GENERALES

La refertilización de alfalfa en la primavera del segundo año produjo incrementos importantes de MS, complementando en forma positiva la fertilización inicial de la pastura.

Al igual que en la primera etapa fertilizada, en la segunda de refertilización continuó manifestándose mayor producción de MS en los tratamientos de P+Calcio.

Los aumentos de la MS seca acumulada estuvieron relacionados con el incremento de la concentración de Ca y el Mg en el complejo de intercambio y del pH.

El P extractable en la primavera del primer año estuvo relacionado con la MS total constituyendo una oportunidad para decidir una fertilización o refertilización de la pastura.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Ings. Agrs. Eduardo Repetto y Octavio Forni, Asesores Técnicos del Grupo Cambio Rural y de la Cooperativa Tampera de Emilia, respectivamente, por el apoyo logístico brindado durante la ejecución de la investigación. De igual modo y de manera muy particular al Grupo Juvenil Agrario de Emilia que con contagioso entusiasmo acompañaron en forma permanente los trabajos en el ensayo. También al Sr. Alberto Daccaro propietario del campo donde se conduce la investigación.

## REFERENCIAS

- Andrew, C. S. and C. Johansen. 1978. Differences between pasture species in their requirements for nitrogen and phosphorus. In. Plant relations in pastures. De. J. R. Wilson. CSIRO, Australia. 111-127.
- Barber, S. A. 1980. Mineral nutrient needs. pp 71-78. In. ASA-SSSA. Moving up the yield curve: Advances and obstacles. ASA Special Publication Number 39. Madison Wisconsin., EE.UU.
- Berardo, A. 1998. Fertilización de pasturas. En. Invernada: Planteos de Alta Producción. 5to Seminario de Actualización Técnica. Buenos Aires. 3 y 4 de agosto.
- Havlin, J. L.; J. D. Beaton; S. Tisdale and W. L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. Sixth Edition. Prentice Hall. p 38-85.
- INTA. 1991. Carta de Suelos de la República Argentina. Hojas 3160-26 y 25. Esperanza-Pilar. INTA EEA Rafaela. 135 p.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT ' Users Guide, Version 6, 4<sup>th</sup> Edition, Volume 1, Cary, NC: SAS Institute Inc. 943 p.

- Vivas, H. S.; M. S. Guaita y O. Quaino. 1999. Interacción del fósforo y el calcio en la producción de alfalfa. Departamento Las Colonias. 1997/98. INTA EEA Rafaela. Información Técnica N°231.
- Vivas, H. S. y O. Quaino. 2000. Fósforo y enmienda cálcica para la producción de alfalfa en dos suelos del centro este de Santa Fe. 1998/99. Trabajo presentado para el XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. Abril del 2000.