

## RESPUESTA DE LA ALFALFA AL AGREGADO DE FÓSFORO, BORO Y CALCIO <sup>1</sup>

QUIÑONEZ, A. G.<sup>2</sup>; DALLA FONTANA, L. A.<sup>2</sup> & MOLLO, A. J.<sup>2</sup>

### RESUMEN

Las pasturas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) ocupan la mayor parte de la superficie de los establecimientos lecheros de la Región Central de la Provincia de Santa Fe, Argentina, por su producción, calidad y bajo costo. La intensificación de los sistemas productivos condujo a un agotamiento del suelo de nutrimentos esenciales. El presente trabajo pretendió evaluar la respuesta de la alfalfa a la aplicación de P, B y Ca, en cuanto a producción de forraje y persistencia. Se utilizaron tres cultivares y ellos fueron: Esperanza UNL, Monarca SP INTA y Cargill 612. El Ca se agregó previo a la siembra como enmienda para elevar el pH, el P se aplicó al momento de la siembra y el B fue utilizado como fertilizante foliar. El ensayo se realizó sobre un suelo Argiudol típico y el diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y fueron evaluados 18 cortes de cada cultivar con ocho tratamientos. El ANOVA de la producción de materia seca de los tratamientos arrojó que el agregado de P sólo o combinado afectó positivamente la producción de materia seca de alfalfa. No hubo diferencia productiva significativa, entre cultivares, con el agregado de P, B y Ca y al final del ensayo se observó que los cultivares Monarca y Esperanza mantuvieron mayor número de plantas que el cultivar WL 612.

*Palabras clave:* alfalfa, fertilización, cultivares, producción, persistencia.

### SUMMARY

#### **Response of alfalfa (*Medicago sativa* L.) adding Ca, P and B**

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) pastures occupy the major part of dairy farms in the Central Region of Santa Fe, Argentina because of their good production, nutritive value and low costs. The intensification of the productive systems led along exhaust soils of essential nutriments. The goal of the project was to evaluate the response of the alfalfa to the application of Ca, P and B in relation to the production and persistence of forages. Three cultivars were used: Esperanza UNL, Cargill WL 612 and Monarca INTA SP. Ca was added previous to seeding process to elevate the level of pH, P was used during the seeding and B was applicable as foliar fertilizer. This experiment was made over standard Argiudol ground and the experimental design corresponded to random complete blocks with three repetitions, with eight treatments by cultivar and 18 cuts were evaluated. ANOVA of dry matter production of the treatments gave that only P or combined increasead the forage alfalfa production. This experiment didn't find production responses between cultivars to the addition of P, B y Ca and Monarca and Esperanza cultivars hold more number of plants than WL 612.

*Key words:* alfalfa, fertilization, cultivars, persistence.

1.- Proyecto subsidiado por la Universidad Nacional del Litoral. Programa C.A.I.+D. 96, N° 12/C 139.

2.- Cátedra de Forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Telefax: (03496) 426400. E-mail: ladallaf@fca.unl.edu.ar

Manuscrito recibido el 18 de febrero de 2003 y aceptado para su publicación el 10 de noviembre de 2003.

## INTRODUCCIÓN

La lechería argentina del nuevo milenio está inserta en una economía globalizada cada vez más competitiva y ello obliga a replanteos empresariales orientados a una mayor eficiencia productiva. La producción láctea de la Cuenca Lechera Santafesina y la del país se realiza sobre la base de la oferta forrajera que las pasturas pueden aportar como alternativa de bajo costo en relación a otros alimentos, siendo la alfalfa (*Medicago sativa* L.) el recurso fundamental. Su producción de materia seca y la calidad de la misma depende, entre otros factores, de la adecuada provisión de los nutrimentos disponibles en el suelo.

Vivas y Guaita (1997) mencionan al fósforo (P) como un elemento que ha demostrado ser crítico en la región del centro-este de la provincia de Santa Fe y por ende la producción de alfalfa está condicionada por el mismo.

Sandoval (1984), en un estudio realizado en macetas sobre estos suelos demostró que la disponibilidad de nutrimentos se vio afectada por la profundidad del perfil, manifestándose como limitantes el fósforo, el azufre (S) y el calcio (Ca).

Además, en muestras superficiales de suelos Argiudoles de la región se detectaron áreas con fuerte acidificación, alertando sobre posibles limitaciones tales como la dinámica de los nutrimentos, competencia entre cultivos, malezas y actividades biológicas entre otros tópicos (de Orellana *et al.*, 1988). También estos autores encontraron valores de materia orgánica en un tercio de su contenido inicial y tenores de P con signos de deficiencia potencial.

Pilatti *et al.* (1997) demostraron que para altas producciones de los alfalfares se presentaron limitantes en el suelo de ciertos nutrimentos esenciales, producto de la mayor

intensificación de los sistemas productivos y a manejos inadecuados. Ellos encontraron a nivel de campo, respuesta a la corrección del pH y a la adición de P, en suelos de alta productividad del centro de Santa Fe.

En tal sentido, Gambaudo (1998) afirma que la acidez del suelo tiene un efecto negativo sobre las leguminosas debido a que afecta la fijación del N, disminuye la cantidad de nódulos y reduce la disponibilidad de P y Molibdeno (Mo). Cuando ésta se corrige a través de la práctica del encalado se encuentran mejoras en sus condiciones químicas, físicas y biológicas que propician una mayor eficiencia del uso del fertilizante y mayores rendimientos de materia seca de la alfalfa.

Black (1993) había mencionado que en general no es el pH el que produce un lento y pobre crecimiento de las plantas de alfalfa, sino los factores indirectos relacionados con el mismo mencionados por Gambaudo (1998).

El Boro (B) es otro de los elementos del suelo críticos para el crecimiento de las leguminosas en general (Haby *et al.*, 1998), pero raramente se encontraron respuestas a este elemento en la región (M. A. Pilatti, Com. Pers.).

El presente trabajo pretendió evaluar la respuesta de la producción de forraje y la persistencia de plantas de alfalfa al agregado de P, B y Ca utilizándose tres cultivares.

## MATERIALES Y MÉTODO

El ensayo se realizó en Esperanza, Departamento Las Colonias, Provincia de Santa Fe sobre un suelo Argiudol típico Serie Esperanza (Carta de Suelos de la República Argentina, 1991).

En el Cuadro 1 se presentan los datos químicos del horizonte A del suelo estudiado.

*Cuadro 1: Datos químicos del horizonte superficial del suelo utilizado en el ensayo.*

pH	5,7
P	3,5 cmol kg <sup>-1</sup>
Ca	9 cmol kg <sup>-1</sup>
K	0,9 cmol kg <sup>-1</sup>
Na	0,71 cmol kg <sup>-1</sup>
Mg	2,36 cmol kg <sup>-1</sup>
Capacidad de int.catiónico	14,47cmol kg <sup>-1</sup>

Se utilizaron tres cultivares con ocho tratamientos cada uno, los cuales se detallan a continuación:

T<sub>0</sub>: Testigo

T<sub>1</sub>: Boro

T<sub>2</sub>: Fósforo + Boro

T<sub>3</sub>: Fósforo

T<sub>4</sub>: Fósforo + Boro + Calcio

T<sub>5</sub>: Fósforo + Calcio

T<sub>6</sub>: Boro + Calcio

T<sub>7</sub>: Calcio

Para el agregado de Ca se utilizó Dolomita (22 % de Ca) en dosis de 2500 kg/ha con fertilizadora pendular a la siembra para elevar el pH a un valor cercano a 7.

La aplicación de P se hizo mediante el uso de Superfosfato triple de Ca (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en dosis de 326 kg/ha a la siembra, con fertilizadora pendular e incorporado superficialmente con rastra de discos. Se utilizó esta dosis para aumentar el P a un valor aproximado de 20 cmol kg<sup>-1</sup>.

El B se agregó mediante la fuente denominada Borax (12% de B) en dosis de 4 kg/ha, con mochila en dos aplicaciones: el 30 de Agosto de 1997, cuando las plántulas tenían la tercera hoja verdadera, y el 17 de octubre de 1997, a los 15 cm. de altura después del primer corte.

Los cultivares utilizados en el ensayo fueron: Esperanza UNL (grupo 8), Cargill

WL 612 (grupo 9) y Monarca INTA SP (grupo 8). Los dos últimos son de amplia difusión en la zona y reconocidos por su buen comportamiento en la red de ensayos zonales de alfalfas; el primero mencionado es un material nuevo, con buena adaptación a la región por su resistencia a enfermedades y plagas propias de la misma y de alta persistencia (Quiñónez, 1999).

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con tres repeticiones, en parcelas de 15m \* 10m. Los resultados fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza y las medias fueron comparadas con el Test de Tukey (α=0,05).

La siembra se realizó en líneas a 17,5 cm, el 1° de Julio de 1997, con una densidad de 10 kg de semilla/ha.

El primer recuento de plántulas se realizó a los 12 días de la siembra y el segundo recuento se hizo a los seis meses en el mismo lugar que el anterior.

Se realizaron cortes periódicos cuando la alfalfa alcanzaba el 10% de floración en primavera-verano o cuando los rebrotes basales de la corona alcanzaron 5 cm. de altura en el invierno. Se utilizó un aro de 0,25 m<sup>2</sup> y se tomaron ocho muestras por tratamiento y por cultivar. El material se secó a 65°C con estufa de aire forzado para la determinación de la materia seca.

El primer corte se realizó el 6 de Octubre

de 1997 y el último el 13 de Diciembre de 1999. Se evaluaron dos cortes en 1997, nueve en 1998 y siete en 1999.

Se determinó la persistencia en número de plantas por m<sup>2</sup> al finalizar los ensayos mediante la metodología comentada para evaluar materia seca arrojando un aro de 0,25 m<sup>2</sup>, doce repeticiones por tratamiento para cada variedad.

## RESULTADOS

Los valores obtenidos de peso de mil semillas y valor cultural pueden observarse en el Cuadro 2.

A los seis meses se observó una pérdida de plantas en todo el ensayo (Cuadro 3). Esta pérdida fue mayor en donde había más población al inicio, en todos los tratamientos y en todos los cultivares.

La producción de forraje fue similar entre cultivares, en todos los tratamientos, por lo que el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas cuando se compararon las medias (Fig. 1).

El agregado de P, Ca y B arrojó diferencias significativas de producción de materia seca respecto del testigo cuando se compararon las medias, excepto cuando se incluyó sólo el B. La diferencias fueron mayores cuando se agregó el P sólo o combinado y en menor medida cuando se agregó Ca sin

Cuadro 2: Parámetros de calidad de las semillas de los tres cultivares de alfalfa

CULTIVAR	PESO DE 1000 SEMILLAS (g)	PUREZA (%)	PODER GERMINATIVO (%)	VALOR CULTURAL (%)	SEMILLAS VIABLES /m <sup>2</sup>
ESPERANZA	2,43	89,2	77	69	284
WL 612	2,39	99,9	96	96	401
MONARCA	2,24	98,6	97	96	428

Cuadro 3: Eficiencia de siembra e implantación de los tres cultivares de alfalfa

CULTIVAR	A LOS 12 DÍAS	A LOS 6 MESES (%)
ESPERANZA	60	38
WL 612	72	31
MONARCA	95	32

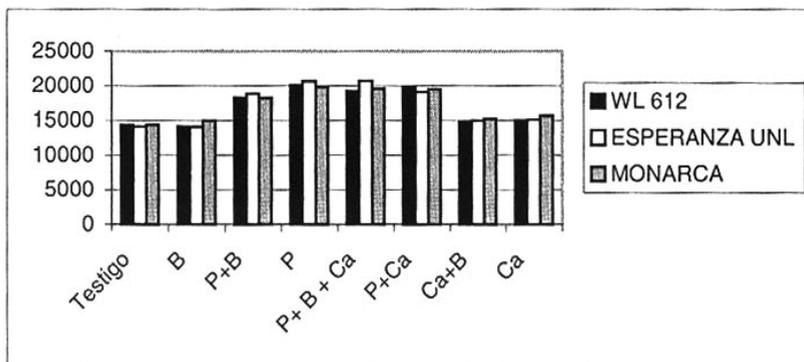


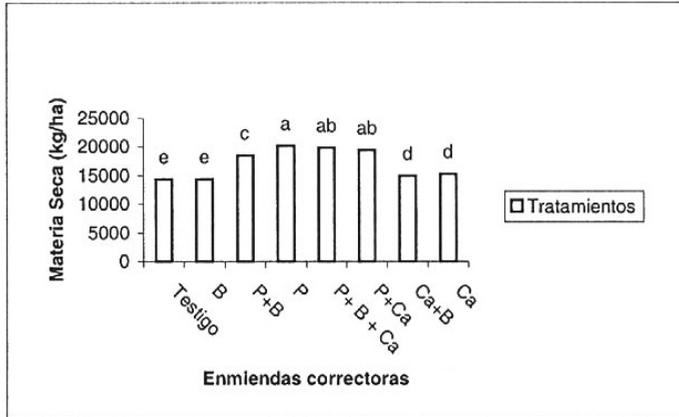
Fig. 1: Respuesta productiva de tres cultivares de alfalfa al agregado de P, B y enmienda cálcica (producción acumulada total).

P. La respuesta más significativa se observó cuando únicamente intervino el P (Fig.2).

El promedio de plantas de alfalfa que permanecieron al 6 de Julio de 1999, al final del ensayo, de los tres cultivares se puede ver en el Cuadro 4. El análisis estadístico

arrojó diferencias significativas en los cultivares nacionales Esperanza y Monarca del cultivar WL 612 en cuanto a la población que permaneció hasta el final del ensayo.

En el Cuadro 5 se puede observar la influencia de los tratamientos en relación al



Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según Tukey ( $\alpha=0,05$ )

Fig. 2: Respuesta productiva de forraje de alfalfa al agregado de P, B y enmienda cálcica (producción acumulada total)

Cuadro 4: Población de alfalfa al tercer año (plantas/m<sup>2</sup>) de los cultivares utilizados

CULTIVARES	ESPERANZA	WL 612	MONARCA
Promedio	10	6	11
Desvío standard	2,9	2,2	3,1

TRATAMIENTOS	Nº plantas
To: Testigo	6
T <sub>1</sub> : Boro	7
T <sub>2</sub> : Fósforo + Boro	12
T <sub>3</sub> : Fósforo	9
T <sub>4</sub> : Fósforo + Boro + Calcio	11
T <sub>5</sub> : Fósforo + Calcio	11
T <sub>6</sub> : Boro + Calcio	9
T <sub>7</sub> : Calcio	7
Promedio	9
Desvío standard	2

Cuadro 5: Población de alfalfa al tercer año (plantas/m<sup>2</sup>) de los tratamientos del ensayo

número de plantas que persistieron hasta la conclusión del ensayo. Se puede observar que cuando el P estuvo combinado quedaron mayor número de plantas de manera significativa ( $T_2$ ,  $T_4$  y  $T_5$ ).

No fue necesario realizar control de enfermedades y plagas animales.

## DISCUSIÓN

A pesar de que la densidad de siembra fue la misma en los tres cultivares, hubo diferencias significativas entre el cultivar Esperanza y los otros dos en cuanto al poder germinativo (Cuadro 2) y número de plantas encontradas a la emergencia con respecto al número de semillas viables (Cuadro 3) debido a que la semilla del cultivar Esperanza sólo tenía tres meses de cosechada, momento éste en que el número de semillas duras es elevado.

La pérdida de plantas a los seis meses de la siembra (Cuadro 3) fue importante. Tessar y Marble (1998), determinaron que durante ese período se produce una gradual mortandad de plantas. En esta zona se logran implantaciones entre 100 y 130 plantas por  $m^2$  para densidades de siembra de entre 5 y 25 kg/ha, las que tampoco influyen sobre la producción de forraje (Romero *et al.*, 1991), obteniéndose en este ensayo un número menor.

Los cultivares nacionales Esperanza y Monarca fueron los más persistentes (Cuadro 4), y coincidentemente son cultivares provenientes de plantas longevas de más de cuatro años, utilizados como forraje en pastoreo directo para la producción láctea de la Cuenca Lechera Santafesina. Juan y Romero (1993) encontraron que en la zona subhúmeda de la región pampeana, 30 o 40 plantas alcanzan para una buena producción de forraje de alfalfa, observándose corta vida del cultivo en este caso.

No se encontraron diferencias significativas de producción de forraje entre cultivares, aunque Ryckerd y Overdhal (1972), sostienen que es de esperar variaciones en los distintos cultivares con el agregado de fertilizantes, ya que éstos responden de diferente manera según su constitución genética en cuanto a la cantidad, distribución estacional, resistencia a plagas y persistencia de la alfalfa. Ensayos zonales de producción de alfalfa entre cultivares de punta tampoco demuestran diferir significativamente entre ellos (Cámara de Semilleros de la Bolsa de Cereales, 1999-2000).

En los tratamientos donde no se agregó P la producción de materia seca fue mucho menor (26%) (Figura 2) coincidiendo con Pilatti *et al.* (2001). Ellos detectaron al P como uno de los nutrimentos que limitó la producción de alfalfa en suelos de alta productividad, similares a los de la zona donde se implantó este ensayo. Asimismo, Díaz Zorita (2000) comenta resultados similares y expresa que el P se relaciona estrecha y positivamente con la productividad de la alfalfa.

En los tratamientos donde se agregó Ca sólo o combinado sin P (Fig. 2), la respuesta productiva del forraje fue similar al testigo a pesar de mejorar las condiciones de acidez del suelo. En un trabajo sobre la interacción del P y el Ca en la producción de alfalfa, ésta fue mayor cuando los niveles de fertilizante fosfatado fueron combinados con una enmienda cálcica a un pH de alrededor de 6,5 (Vivas *et al.*, 1999). Sin embargo en este ensayo la diferencia de producción de materia seca del forraje fue mayor en los tratamientos con P sólo y en menor medida cuando estuvo combinado con Ca. Tal respuesta pudo deberse a los bajos niveles de P disponible del suelo (3,5 cmol  $kg^{-1}$ ).

A lo largo del ensayo, la respuesta al P se mantuvo hasta el final, lo que indicaría que este nutrimento tuvo la residualidad

suficiente como para no alterar el nivel de significancia entre medias comparadas. Coincide con Berardo *et al.*, (1993) cuando afirman que el efecto del agregado de P sobre la producción de forraje y sobre el crecimiento y persistencia de las leguminosas suele prolongarse más allá del año de aplicación.

Cuando se agregó B únicamente no hubo respuesta (Fig. 2) y esto coincide con lo comentado anteriormente por M.A. Pillatti, Com.Pers. , cuando dice que es raro encontrar respuestas a este elemento en la región.

## CONCLUSIONES

El P afectó positivamente la producción de materia seca de alfalfa y a la población de plantas. En los tratamientos donde se agregó Ca sin P, la respuesta productiva del forraje fue menor a pesar de haber mejorado las condiciones de acidez del suelo. Con el agregado de B únicamente no hubo respuesta.

No se encontraron diferencias de producción de forraje, entre cultivares, cuando se incluyó P, B y Ca solos o combinados a lo largo del ensayo.

Los cultivares Monarca y Esperanza fueron más persistentes que el cultivar WL 612 al final del ensayo, sugiriendo que las primeras mencionadas estarían más adaptadas a la región.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERARDO, A & M. A. MARINO.** 1993. Eficiencia relativa de un fosfato natural en pasturas cultivadas en molisoles al sudeste bonaerense. Acta XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mendoza.
- BLACK, C. A.** 1993. Soil Testing and Lime Requirement. In: Soil Fertility Evaluation and Control. Lewis Publishers. (pp. 647-728).
- CÁMARA DE SEMILLERISTAS DE LA BOLSA DE CEREALES** (1999-2000). Red de ensayos de variedades forrajeras (pp.1-31)
- CARTA DE SUELOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA.** 1991. Hojas 3160- 25 y 26, Esperanza-Pilar). INTA-EEA Rafaela.
- DÍAZ ZORITA, M.** 2000. Evaluando la sostenibilidad de sistemas intensivos de producción de carne. Publicación técnica N° 27. EEA INTA General Villegas. p.p. 15
- GAMBAUDO, S.** 1998. Encalado de suelos ácidos para la producción de alfalfa. En: Rev. Fertilizar, Ejemplar especial Pasturas (p.p. 24-26).
- HABY, V. A., J. V. DAVIS & A. T. LEONARD.** 1998 . Effect of soil boron and applied boron on yield of alfalfa. <http://overton.tamu.edu/forage98/fd98sbab.htm>
- JUAN, N. A. & N. A. ROMERO.** 1993. Efecto de la densidad de plantas sobre la producción y persistencia de variedades de alfalfa con distintos grados de dormancia. INTA-EEA Anguil (Argentina). Publ. Técnica.
- ORELLANA, J. A. De; L. J. J. PRIANO & M. A. PILATTI.** 1988. Niveles de pH y de nutrimentos en Argiudoles de Las Colonias (Santa Fe). Rev. FAVE III (1 y 2): 51-57
- SANDOVAL, P. S.** 1984. Exploración de deficiencias nutritivas en suelos de la Unidad Demostrativa de Producción de Leche de Esperanza (UDPELE). Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria de Esperanza (UNL). 12 pp.
- PILATTI, M. A.; C. TEMPLADO, J. MOLLO & A. QUIÑONEZ.** 1997. Alfalfa de alta productividad en suelos del centro de Santa Fe. Respuesta productiva a la corrección del pH y la adición de fósforo. Revista CREA
- PILATTI, M. A.; M. MORESCO & C. CUADRADO.** 2001. Deficiencias de nutrimentos en alfalfa. Ensayo en macetas sobre Argiudoles del centro de Santa Fe (Argentina). Rev.

- FAVE 15: 45-51.
- QUIÑONEZ, A.** 1999. Nueva variedad de alfalfa: Esperanza UNL. Rev. FAVE 13 (2): 87-89
- RHYKERD, C. L. & C. J. OVERDAHL.** 1972. Nutrición y uso de fertilizantes (II) 533-569. En: HANSON, C. H. Ciencia y Tecnología de la alfalfa. Ed. Hemisferio Sur.
- ROMERO, L. A.; O. A. BRUNO; J. L. FOSSATI & O. R. QUAINO.** 1991. Densidades de siembra de alfalfa cv. Cuf 101: Número de plantas y producción. Revista Argentina de Producción Animal. 11 (4): 411-417.
- TESAR, M. B. & V. L. MARBLE.** 1988. Alfalfa establishment. In: HANSON, A.A., BARNES, D.K. & R.R. HILL (ed.). Alfalfa and Alfalfa Improvement. ASA. Madison. WI. USA. p. 303-332.
- VIVAS, H. S. & M. S. GUAITA.** 1997. Respuesta a la fertilización fosfatada de alfalfa en un año caracterizado por estrés hídrico. INTA EEA Rafaela. Publicación Misc. N° 84 p.16-19
- VIVAS, H.; S. GUAITA & O. QUAINO.** 1999. Interacción del Fósforo y el Calcio en la producción de alfalfa. Departamento Las Colonias 1997/98. Información Técnica N° 231. Mayo.