

Presentado en: XVII° Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, 11-14 de abril de 2000. En CD.

EFFECTO DE LA FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE P Y SU RELACION CON LA PRODUCCION DE FORRAJE EN MOLISOLES DEL SUDESTE BONAERENSE. II – ALFALFA.

Berardo, A. y Marino, M.A.

Unidad Integrada Fac. de Ciencias Agrarias – EEA INTA Balcarce

RESUMEN

Si bien la alfalfa es uno de los recursos forrajeros de mayor relevancia en la región Pampeana, su utilización en el sudeste bonaerense está restringida por distintos factores, siendo la baja disponibilidad de P en el suelo (Ps) uno de los principales que afectaría su implantación y desarrollo. Para el sudeste bonaerense la información experimental sobre la respuesta a P y su efecto residual en esta especie es escasa; por lo tanto en el presente trabajo se evaluó el efecto de la fertilización fosfatada sobre los cambios en los niveles de Ps en los cuatro años posteriores a la fertilización, y su relación con la producción de forraje de alfalfa. En 1995 se sembró el cultivo utilizando un diseño en bloques completamente aleatorizado con tres repeticiones. Se establecieron cuatro dosis de P aplicado a la siembra: 0, 25, 50 y 100 kg ha⁻¹ de P, y uno de refertilización anual con 100 kg ha⁻¹ de P aplicado sobre una dosis inicial de 50 kg ha⁻¹ de P. Para cada año se determinó en otoño el contenido de Ps (Bray I) y con posterioridad la materia seca (MS) producida. La fertilización fosfatada incrementó significativamente el contenido de Ps y la producción de forraje de alfalfa duplicando la de los testigos con la dosis máxima de P aplicado. La evolución a través de los años de los contenidos de Ps y de la producción de MS para cada tratamiento permitieron comprobar la elevada residualidad y la baja capacidad de inmovilización del P aplicado en estos suelos. Los incrementos en Ps por la aplicación inicial de 100 kg ha⁻¹ de P fueron de 20, 17, 8.5 y 5.5 mg kg⁻¹ después de 1, 2, 3 y 4 años. En función de la relación encontrada entre contenidos de Ps y producción de MS, el 90% de la producción (13000 a 14000 kg ha⁻¹ de MS) suele alcanzarse con contenidos cercanos a 25 mg kg⁻¹ de P.

EFFECTO DE LA FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE P Y SU RELACION CON LA PRODUCCION DE FORRAJE EN MOLISOLES DEL SUDESTE BONAERENSE. II – ALFALFA.

Berardo, A. y Marino, M.A.

Unidad Integrada Fac. de Ciencias Agrarias – EEA INTA Balcarce

INTRODUCCION

La alfalfa constituye uno de los recursos forrajeros de mayor relevancia en la región pampeana. Sin embargo, en el sudeste bonaerense su difusión es inferior a la de otras áreas del país por su menor productividad y persistencia. Algunas características edáficas (horizontes arcillosos, capas compactadas o de tosca a escasa profundidad, entre otras) que restringen la exploración radicular y la baja disponibilidad de fósforo en el suelo (Ps), además de las reducidas precipitaciones estivales, pueden ser las principales causas. En este cultivo, bajos contenidos de Ps durante la implantación y el desarrollo inicial afectan significativamente tanto la producción posterior de materia seca (Rehm 1987), como la nodulación y la capacidad de fijación de N (Reetz 1980; Collins 1986).

Los molisoles de la región Pampeana suelen presentar una baja disponibilidad de P tanto por sus características edáficas como, principalmente por el prolongado uso agrícola sin la debida reposición del mismo (Echevarría *et al.* 1993). Por consiguiente, esta condición afectaría la implantación y el desarrollo del cultivo.

En cultivos plurianuales como la alfalfa, el P agregado, por efecto residual, incide sobre la producción en un período que se prolonga más allá del año de aplicación. En efecto, gran parte del P aplicado permanece en el suelo transformándose en distintas formas orgánicas e inorgánicas (Picone *et al.* 1999) de disponibilidad variable para los cultivos según las características del suelo (Stevenson 1986; Black *et al.* 1993).

En el sudeste bonaerense es aún escasa la información acerca del efecto de la fertilización fosfatada y de su residualidad en alfalfa. Por lo tanto, datos experimentales sobre este aspecto permitirían mejorar la productividad y el manejo de este cultivo e incrementar la eficiencia de producción en los sistemas ganaderos.

En el presente trabajo se presentan los resultados de cuatro años de experimentación en los que se evaluó el efecto de la fertilización fosfatada de alfalfa sobre los cambios en los niveles de Ps en los años posteriores a la fertilización, y su relación con la producción de forraje en un molisol del sudeste bonaerense.

MATERIALES Y METODOS

En marzo de 1995 se estableció un experimento en la Unidad Integrada FCA - EEA INTA Balcarce (37° 45' Lat. Sur, 58° 18' Long. Oeste) en un suelo argiudol típico con 10.3 mg kg⁻¹ de P, 6.2 de pH y 6.4% de materia orgánica. Se sembró al voleo un cultivar de alfalfa (*Medicago sativa*) de corta latencia invernal (GT 13 R Plus), a razón de 10 kg ha⁻¹ de semilla viable, previamente inoculada con *Rhizobium meliloti*.

Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones (unidad experimental 2 x 6 m), definiéndose cinco tratamientos: cuatro dosis de P aplicado a la siembra: 0, 25, 50 y 100 kg ha⁻¹ de P, (P 0, P 25, P 50 y P 100), y uno de refertilización anual con 100 kg ha⁻¹ de P aplicado en otoño sobre una dosis inicial de 50 kg ha⁻¹ de P (P50+100), utilizando como fuente fosfatada superfosfato triple (SFT, 20 % de P).

La producción anual de materia seca (MS) se determinó por medio de cortes efectuados cuando el cultivo presentaba 10 % de floración aproximadamente durante el período de crecimiento primavero-estivo-otoñal. Se recolectaron los 6 m² centrales de cada parcela, utilizando una

motosegadora automotriz (altura de corte = 2.5 cm). Para cada unidad experimental una muestra del forraje cosechado fue secada para estimar el porcentaje de MS.

En el otoño de cada año y para cada tratamiento se extrajeron muestras superficiales de suelo (0 a 15 cm de profundidad) para determinar el contenido de Ps (Bray I).

Se realizó el análisis de varianza del contenido de Ps y de la producción de MS, y para la comparación entre niveles de fertilización se aplicó el Test de comparación de medias de Duncan ($P = 0.05$). El efecto de la fertilización fosfatada sobre la disponibilidad de Ps a lo largo de cuatro años y su relación con la producción de MS (tres años) fueron descriptos cuantitativamente con regresiones lineales y cuadráticas, respectivamente (Sanderson, Jones 1993).

La precipitación registrada y los riegos complementarios aplicados durante cada período de crecimiento (agosto a marzo) representaron una disponibilidad de 863, 583, 557 mm en el primero, segundo, tercero y cuarto año, respectivamente, en tanto que las precipitaciones promedio 1966-1994 para el mismo período son de 608 mm.

RESULTADOS Y DISCUSION

1 – Efecto de la fertilización fosfatada sobre el contenido de P extractable

La fertilización fosfatada incrementó significativamente el contenido de Ps y la producción de forraje de alfalfa pero la magnitud de la respuesta difirió en cada año (Tabla 1).

Tabla 1: Efecto de la fertilización fosfatada sobre el contenido de P extractable (Ps, mg kg^{-1}) y la producción de forraje de alfalfa (MS, kg ha^{-1}) para cada período de crecimiento.

P	1° Año		2° Año		3° Año		4° año
	Ps	MS	Ps	MS	Ps	MS	Ps
P0	6.73 c	9105c	6.27 c	7599c	4.87 b	8212 b	6.67 b
P25	6.75 c	11792cb	7.60 cb	9144cb	5.15 b	10001 b	4.60 b
P50	17.17 b	12905 ba	10.37 cb	9316cb	6.47 b	9049 b	7.90 b
P100	23.00 a	15620 a	22.60 b	11454 ba	13.10 b	11929 ba	11.87 b
P50+100		14973 ba	47.41 a	14406 a	47.47 a	15324 a	76.50 a

Para los contenidos de P extractable, cifras seguidas por letras diferentes difieren significativamente entre sí. Test de Duncan ($P=0.05$).

En la Figura 1a se presentan las relaciones entre el P agregado y el contenido de Ps en los años posteriores a su aplicación. Los coeficientes lineales de las regresiones ajustadas permiten estimar el incremento de Ps en función del P agregado inicialmente. La disminución gradual de dichos coeficientes a través de los años pone de manifiesto la elevada residualidad del P aplicado en estos suelos. A partir de la aplicación inicial de 100 kg ha^{-1} de P, el aumento en el Ps con respecto al tratamiento testigo fue de 20, 17, 8.5 y 5.9 mg kg^{-1} en el primer, segundo, tercer y cuarto año respectivamente. Por lo tanto, para incrementar 1 mg kg^{-1} de Ps sería necesario aplicar aproximadamente 5, 6, 12 y 17 kg ha^{-1} de P en el primero, segundo, tercer y cuarto año, respectivamente.

Los coeficientes lineales estimados son coincidentes a los hallados para una pastura consociada bajo similares condiciones edáficas y climáticas (Berardo, Marino en este Congreso) o para el cultivo de trigo (Berardo *et al.* 1998; Berardo, Grattone en este Congreso), pero son inferiores a los encontrados con pasturas en argiudoles vérticos y peludert argicos (Boschetti *et al.* 1996).

En el primer año posterior a su aplicación el máximo contenido de Ps se obtuvo con el tratamiento P100. En los años posteriores éste fue disminuyendo en una magnitud variable según la dosis de P aplicada inicialmente, siendo mínimos los cambios en el testigo y con P25 (Figura 1b). En el tratamiento de refertilización anual (P50+100) la disponibilidad de P se fue incrementando progresivamente y en forma relativamente constante, alcanzando al cuarto año un nivel de 75 mg kg^{-1} aproximadamente. Este aumento del Ps demuestra una baja capacidad de inmovilización del

nutriente en el suelo en el que se implantó este ensayo, siendo esta característica extrapolable a una extensa área de suelos molisoles en el sudeste bonaerense.

2 – Relación entre el contenido de P extractable y la producción de forraje

El conocimiento de la producción de la alfalfa en función de la disponibilidad de P en los suelos de la región, permite un manejo más eficiente de la fertilización fosfatada de este cultivo.

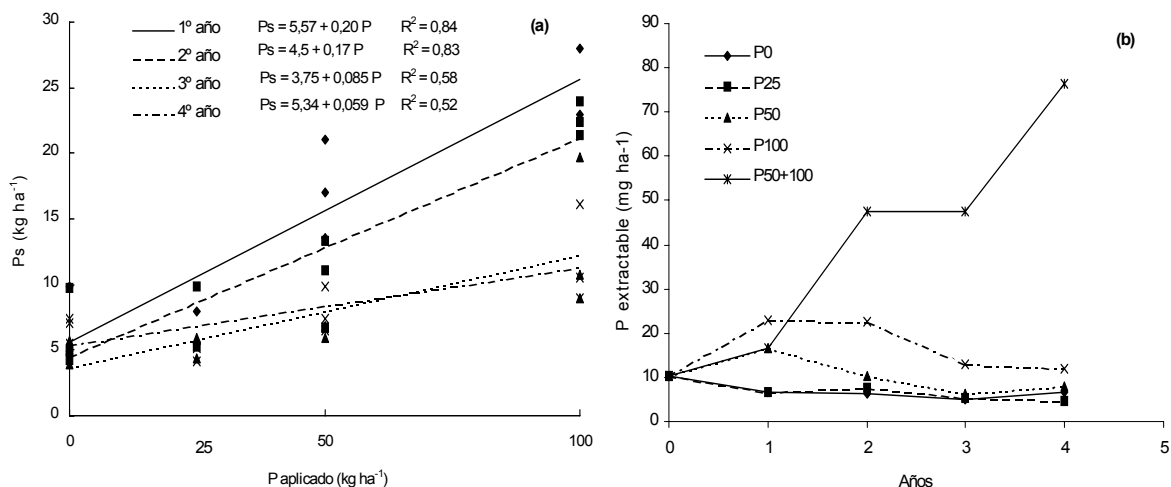


Figura 1: (a) Relación entre la dosis de fertilización inicial con P y el contenido de P extractable (Ps) en los cuatro años posteriores a su aplicación. (b) Evolución del contenido de P extractable para cada tratamiento a través de los años.

En el primer año de evaluación posterior a la implantación, la máxima producción de forraje (15620 kg ha^{-1} de MS) se obtuvo con el nivel más alto de Ps (23.0 mg kg^{-1}) que correspondió a la dosis de P100. En los dos años posteriores la producción máxima se alcanzó en los tratamientos de refertilización anual (P50+100) con incrementos de 3000 y 3500 kg ha^{-1} sobre la cantidad de MS producida a partir de la fertilización inicial con P100 (aproximadamente 11500 y 12000 kg ha^{-1} en el tercer y cuarto año, respectivamente) (Tabla 1). Con la refertilización la máxima producción se logró con contenidos de Ps cercanos a 50 mg kg^{-1} , siendo considerablemente superior a los 22.6 y 13.1 mg kg^{-1} correspondientes a P100 después de dos y tres años de su aplicación.

Si bien durante el tercer año de evaluación se registró una prolongada sequía estival, su efecto sobre el crecimiento de alfalfa fue menos pronunciado que el observado en la pastura consociada (Berardo, Marino en este Congreso). Así, en el primer año con la dosis máxima de P aplicado en el inicio del experimento (P100) y posteriormente con los tratamientos de refertilización anual, la producción de MS en los tres períodos analizados fue cercana o aún superior a 15000 kg ha^{-1} (Tabla 1). Esto puede atribuirse en parte a las diferencias en la estructura radical (volumen de raíces y distribución en el perfil de suelo) de ambos recursos y, por lo tanto a la mayor capacidad de utilización del agua del suelo por alfalfa comparada con las especies que integraron la pastura consociada (Christian 1977). El distinto período de crecimiento de la alfalfa con relación a la pastura consociada también contribuye a las diferencias señaladas.

La relación entre el contenido de Ps y la producción de MS de alfalfa en cada uno de los tres años se indica en la Figura 2.

Con la función obtenida el 90 % de la máxima producción de MS de alfalfa se alcanzó con contenidos de Ps cercanos a 25 mg kg^{-1} , que son levemente superiores a los 20 mg kg^{-1} obtenidos en la pastura consociada (Berardo, Marino en este Congreso) y más elevados que los mencionados

para pasturas en trabajos previos (Berardo 1975; Quinteros 1997). Esta diferencia puede atribuirse a la mayor producción de forraje de alfalfa con respecto a las pasturas consideradas.

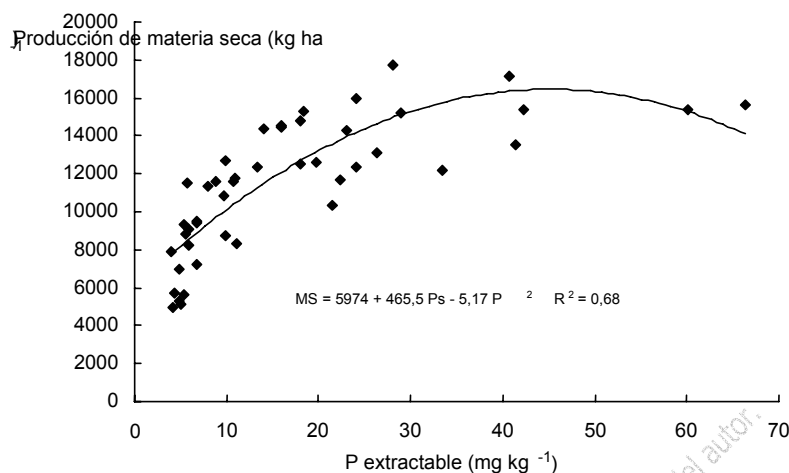


Figura 2: Relación entre el contenido de P extractable y la producción de materia seca de alfalfa en los cuatro años evaluados.

CONCLUSIONES

La fertilización fosfatada incrementó significativamente los contenidos de P y la producción de MS en los tres años posteriores a su aplicación.

La máxima producción de MS se alcanzó con la dosis de 100 kg ha^{-1} de P en el primer año posterior a la fertilización inicial, siendo progresivamente inferior a la alcanzada con la refertilización en los dos años posteriores.

Los incrementos en Ps y en producción de MS a través de los años, causados por la fertilización inicial de P, reflejan su alta residualidad en los molisoles de la región.

En función de la relación existente entre los contenidos de Ps y la producción de MS, se logran niveles de producción óptimos con valores cercanos a 25 mg kg^{-1} de P.

BIBLIOGRAFIA

- Black, C.A. 1993. Residual effects. Chapter 6: 519-572. In: Soil fertility evaluation and control. Lewis Publ. Boca Raton. USA.
- Berardo, A. y Darwich, N. 1974. Fertilización de pasturas en el Sudeste Bonaerense. IDIA N° 313-314: 8-16.
- Berardo, A. 1975. Evolución de la disponibilidad de fósforo en suelos bajo pasturas fertilizadas y su relación con la magnitud de la respuesta. Actas VII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Bahía Blanca.
- Berardo, A., Grattone, F.D. y Rizzalli, R.H. 1993. Evaluación del efecto residual de fósforo en un Argiudol Típico bajo dos secuencias de cultivos. Actas XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mendoza. 147-148.
- Berardo, A. y Marino, M.A. 1993. Eficiencia relativa de un fósforo natural en pasturas cultivadas en molisoles al sudeste bonaerense. Actas XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mendoza. 145-146.
- Berardo, A. y Marino, M.A. 2000. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la disponibilidad de P y su relación con la producción de forraje en molisoles del sudeste bonaerense. I – Pasturas consociadas. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.
- Christian, K.R. 1977. Effects of the environment on the growth of alfalfa. Advances in Agronomy 29:183-227.
- Rehm, G.W. 1987. Application of phosphorus and sulfur on irrigated alfalfa. Agronomy Journal, 79: 973-979.
- Reetz, H. 1980. Phosphorus function in plants. Chapter 2: 5-8. In: Phosphorus in agriculture. Ed. Potash & Phosphate Institute.
- Picone, L., Zamuner, E. y Berardo, A. 1999. Efecto de la fertilización y estación del año en las transformaciones de algunas fracciones de P del suelo. 14° Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón-Temuco, Chile.
- Quinteros, C.E., Boschetti, N.G. y Benavidez, R.A., 1997. Efecto residual y refertilización fosfatada de pasturas implantadas en Entre Ríos (Argentina). Ciencia del Suelo 15: 1-5.