

ES NECESARIA UNA FERTILIZACIÓN BALANCEADA PARA LOGRAR ALTAS PRODUCCIONES DE ALFALFA

H. Fontanetto¹, S. Gambaudo¹, O. Keller¹, M. Sillón², E. Weder³, G. Gianinetto³, G. Berrone³, M. Meyer³ y C. Cánepa³

Introducción

Los nutrientes limitantes para la producción de la alfalfa en los suelos de la zona centro-este de Santa Fe, son en orden de importancia: el fósforo (P), el calcio (Ca) y el azufre (S) (Fontanetto et al., 2004; 2006; 2008; 2009; Gambaudo et al., 1998, 2001; 2007a; 2007b; Vivas y Quaino, 2000).

Cuando no se realiza una fertilización de “arranque” o al momento de la siembra, un recurso disponible para la reposición de los mencionados nutrientes en el suelo es la refertilización luego de que la pastura está implantada. Esta práctica se realiza con el fin de “corregir sobre la marcha”, las deficiencias nutricionales presentes en el suelo y que el cultivo de alfalfa alcance el óptimo de producción. Esta última alternativa es muy poco utilizada por la ausencia de información regional que demuestre sus beneficios. En este sentido, los resultados informados por Fontanetto y Bianchini (2007) en la zona central de Santa Fe aplicando fertilizaciones anuales en pasturas instaladas, fueron muy alentadores.

La corrección de una condición nutricional deficitaria de P, S, Ca y magnesio (Mg) en el suelo es un factor determinante en una estrategia de alta producción de materia seca (MS) de alfalfa. Por ello, el objetivo de la presente experiencia fue evaluar el efecto de la refertilización con P, S, Ca y Mg sobre la producción de materia seca de una pastura de alfalfa pura de 1 año en un suelo de baja fertilidad.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la zona rural de Esperanza (Santa Fe), departamento Las Colonias, sobre un suelo Argiudol típico de la serie Esperanza. El análisis químico de la capa superficial (0-20 cm) arrojó un valor de P extractable de 18 ppm; 2.68% de materia orgánica (MO) y pH 5.9. Asimismo, fue baja la capacidad de intercambio catiónico (CIC, de 15.1 meq 100 g⁻¹ suelo), y también los valores de Ca y Mg intercambiables (7.3 y 0.7 meq 100 g⁻¹ suelo, respectivamente). Una fertilidad química adecuada para estos dos últimos nutrientes se pueden aún encontrar en suelos de la zona rural de Rafaela, con valores promedios de CIC de 17 a 19 meq 100 g⁻¹ suelo y niveles de Ca y Mg de 9.5 a 11 y 1.3 a 1.7 meq 100 g⁻¹ suelo, respectivamente. Asimismo, los valores de pH ideal deberían ser de 6.1 (INTA, 1991).

En la experiencia, se aplicó una sola dosis de Ca (1000 kg ha⁻¹ de una calcita con 34% de CaO) y también una sola dosis de Ca y Mg (1000 kg ha⁻¹ de una dolomita con 32% de CaO y 14% de MgO) a fines de julio de 2008. Las aplicaciones de los nutrimentos se realizó el 11/09/2008, de la siguiente manera: aplicando 300 kg ha⁻¹ de superfosfato triple de calcio (SFT con 20% de P: P30) y 200 kg ha⁻¹ de yeso agrícola (YS con 18% de S: S36), respectivamente. La variedad de alfalfa utilizada en la experiencia fue Hf 600 sembrada el 13/04/2007, utilizándose 15 kg ha⁻¹ de semilla. Los tratamientos ensayados se detallan en la **Tabla 1**.

Los tratamientos de fertilización se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 2 m de ancho por 8 m de largo. Los cortes de forraje se efectuaron en el estado de 10% de floración del cultivo o cuando los rebrotes basales tenían 5 cm de longitud, sobre una superficie de 7 m² por unidad experimental. La producción de MS fue analizada mediante el análisis de la variancia y las diferencias entre medias de cada factor mediante prueba de Duncan (P < 0.05) (SAS Institute, 1989). En este artículo se presentan los resultados que corresponden a 11 cortes desde la aplicación de los fertilizantes y hasta agosto de 2009.

Resultados y discusión

La producción de MS de cada corte de la alfalfa con los diferentes tratamientos de fertilización se detalla en la **Figura 1**. Para todos los cortes la alfalfa fertilizada tuvo diferencias altamente significativas respecto al Testigo (P < 0.0001). Las diferencias entre los tratamientos se comenzaron a hacer notorias a partir del 3^{er} corte y la significancia al agregado de las diferentes variantes de fertilización fue disminuyendo a partir del 9^{no} corte. En

Tabla 1. Tratamientos de fertilización ensayados en alfalfa.

Tratamiento	Nutrientes	Producto y dosis, kg ha ⁻¹
1	Testigo	Sin fertilizante
2	P60-S0	300 kg ha ⁻¹ de SFT
3	P0-S36	200 kg ha ⁻¹ de yeso agrícola
4	P60-S36	Idem 2 + 3
5	P60-S36-Ca	Idem 4 + 1000 kg ha ⁻¹ de Calcita
6	P60-S36-Ca-Mg	Idem 5 + 1000 kg ha ⁻¹ de Dolomita

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. INTA-EEA Rafaela. Argentina.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. FCA-UNL. Argentina.

³ Agricultores Federados Argentinos, Centro Primario Humboldt. AFA-Centro Primario Humboldt. Argentina.

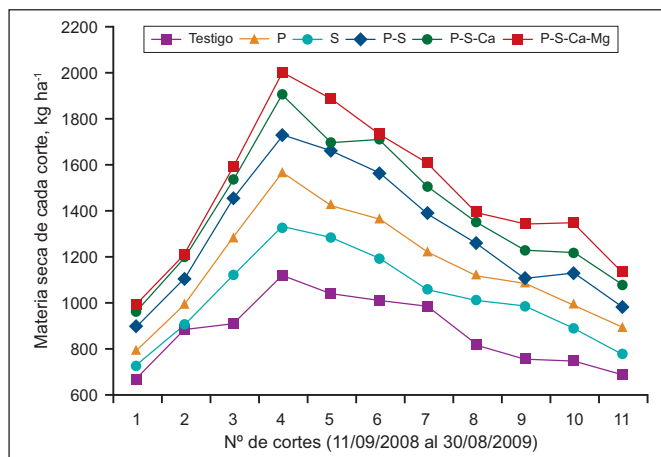


Figura 1. Producción de MS de cada uno de los 11 cortes de alfalfa fertilizada al voleo. Zona rural de Esperanza (Santa Fe).

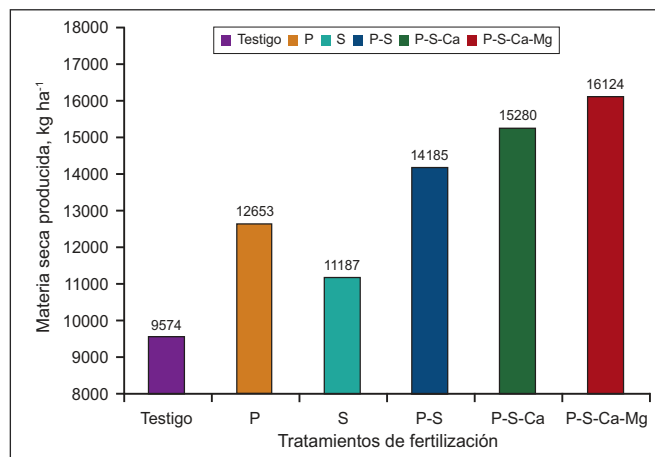


Figura 4. Producción total de MS de 11 cortes de una pastura de alfalfa de 1 año fertilizada al voleo. Zona rural de Esperanza (Santa Fe).

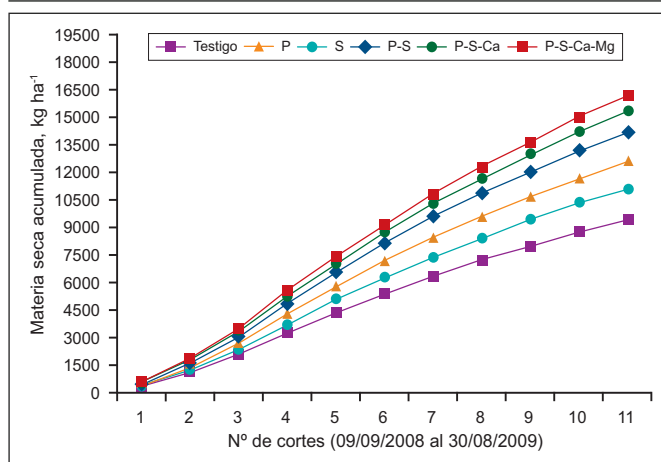


Figura 2. Producción acumulada de MS de 11 cortes de alfalfa fertilizada al voleo. Zona rural de Esperanza (Santa Fe).

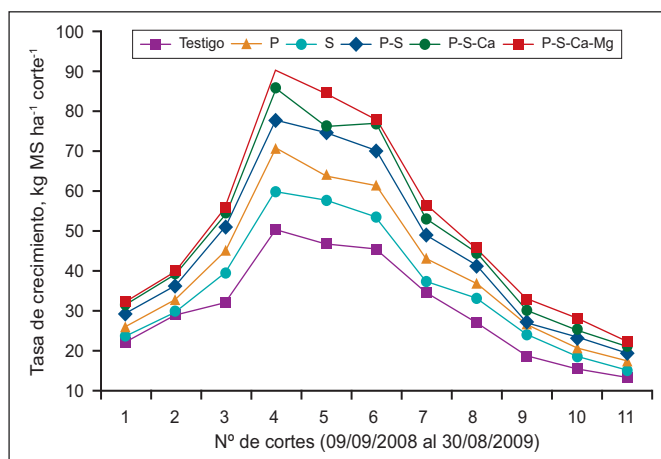


Figura 3. Tasa de crecimiento de la alfalfa de 11 cortes con los tratamientos ensayados de fertilización al voleo. Zona rural de Esperanza (Santa Fe).

el 11^{vo} corte, los tratamientos fertilizados siguieron mostrando diferencias respecto al testigo, pero entre éstos se mantuvo solamente para el caso de los tratamientos 4, 5 y 6. El tratamiento 2 (P60S0) en el último corte presentó un valor de producción de MS similar al testigo, lo que demostraría que luego del mismo sería necesario efectuar nuevamente una

aplicación de S. Para el resto de los nutrientes, la nueva aplicación sería necesaria luego de 2 cortes más, de acuerdo a las tendencias registradas en esta experiencia (Figura 1).

La producción de MS acumulada de la alfalfa con los diferentes tratamientos de fertilización se detalla en la Figura 1. Las diferencias debidas a los tratamientos sobre producción acumulada de MS comienza a hacerse significativa a partir del 3^{er} corte (Figura 2). Las tasas de crecimiento de la alfalfa por los tratamientos de fertilización se detallan en la Figura 3. Todos los tratamientos de fertilización afectaron positivamente la tasa de crecimiento del cultivo, con los valores mayores para los tratamientos con todos los nutrientes combinados. La producción total de los 11 cortes realizados se detalla en la Figura 4.

La producción total de MS arrojó incrementos muy significativos por efecto de la fertilización, con valores de 1613 a 6550 kg ha⁻¹ (aumentos del 16.8% al 68.4% en relación al testigo). Si esos incrementos se transforman en litros de leche extras producidos por vacas lecheras, teniendo en cuenta que para producir 1 litro de leche se necesita 1 kg de MS de alfalfa y asignándole un precio de \$ 1.40 por litro de leche, se pueden estimar los beneficios obtenidos con los diferentes tratamientos de fertilización (Tabla 2).

Los márgenes brutos (MB) logrados con los diferentes tratamientos de fertilización fueron muy significativos y variaron de 2128 a 7910 \$ ha⁻¹, demostrando la altísima rentabilidad de la fertilización de la alfalfa y además, que las fertilizaciones más completas serían también las más sustentables para el suelo. Desde un análisis estrictamente económico, los tratamientos de mayor MB fueron el 6 y el 5, luego el 4, el 2 y el 3. Los tratamientos completos (5 y 6) produjeron altos MB y serían los más recomendados desde lo productivo y lo sustentable.

Tabla 2. Producción de MS de alfalfa, costo de los fertilizantes, litros de leche adicionales producidos respecto al testigo y margen bruto, para los diferentes tratamientos de fertilización.

Tratamientos	Nutrientes	MS producida	Costo del tratamiento + aplicación	Litros de leche excedentes	Ingreso adicional	Margen Bruto adicional
		kg ha ⁻¹	\$ ha ⁻¹	s/testigo	\$ ha ⁻¹	(MB) \$ ha ⁻¹
1	Testigo	9574	0	0	0	0
2	P	12 653	830	3079	4311	3481
3	S	11 187	130	1613	2258	2128
4	P-S	14 185	910	4611	6455	5545
5	P-S-Ca	15 280	1260	5706	7988	6728
6	P-S-Ca-Mg	16 124	1210	6550	9170	7910

SFT: \$ 2600 t⁻¹; Yeso agrícola: \$ 400 t⁻¹; Calcita: \$ 350 t⁻¹; Dolomita: \$ 350 t⁻¹; 1 litro de leche: \$ 1.40.

Conclusiones

- La refertilización de la alfalfa a 1 año de implantada produjo incrementos muy altos en la producción de MS.
- La refertilización manifestó ser una práctica que permite recuperar deficiencias nutricionales en alfalfares en producción y que son sub-fertilizados (bajas dosis) a la siembra.
- La fertilización balanceada con P, S, Ca y Mg es necesaria para lograr altas producciones de MS y con los mejores beneficios económicos.
- Si bien el Mg apareció como limitante de la producción en esta experiencia, es necesario seguir investigando el área que abarca su deficiencia en el suelo.

Bibliografía

Diaz Zorita, M., y S. Gambaudo. 2007. Fertilización y Encalado en Alfalfa. Capítulo 11. En El cultivo de la alfalfa en la Argentina. Editor: Basigalup, D. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. pp. 229-246.

Fontanetto, H., O. Keller, y H. Vivas. 2004. Buscando la fertilización balanceada de pasturas en el área central de Santa Fe. Sistemas Ganaderos en Siembra Directa. AAPRESID. 1^{er} Simposio Nacional "Hacia una Ganadería Competitiva". pp. 48-59.

Fontanetto, H., O. Keller, y H. Vivas. 2006. La fertilización de alfalfa en el área central de Santa Fe. A.A.P.R.E.S.I.D. Planteos Ganaderos en Siembra Directa: pp. 96-101. Marzo 2006.

Fontanetto, H., S. Gambaudo, O. Keller, M. Correnti, J. Ramuno, F. Díaz, M. Trucco, y L. Stangaferro. 2007. La fertilización de alfalfa en el área de Pilar (Santa Fe). A.A.P.R.E.S.I.D. Planteos Ganaderos en Siembra Directa: pp. 53-55. Abril de 2007.

Fontanetto, H., y A. Bianchini. 2007. Fertilización fosfatada y azufrada de alfalfa a la siembra y al año de implantación en el centro-este de Santa Fe.

Informaciones Agronómicas del Cono Sur 36:22-25. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

Fontanetto, H., O. Keller, C. Negro, L. Beloti, y D. Giailevra. 2008. Fertilización de alfalfa en la región central de Santa Fe con fósforo, azufre, calcio y micronutrientes. A.A.P.R.E.S.I.D. Planteos Ganaderos en Siembra Directa: pp. 77-81. Marzo 2008.

Fontanetto, H., y O. Keller. 2009. Aspectos del manejo de la Fertilización de la Alfalfa en el área central de Santa Fe. Todo Agro Eventos. Jornadas de Alfalfa, Agosto de 2009. Cuadernos de la Alfalfa II: pp. 24-27.

Gambaudo, S. 1998. Fertilización: acidificación de los suelos y su corrección. 5^{to} Seminario de Actualización Técnica: Invernada, planteos de alta producción. CPIA, CADIA y SRA: pp. 163-169.

Gambaudo, S., A. Zampar, L. Tomatis, y O. Quaino. 2001. Respuesta de la alfalfa a la aplicación de dos enmiendas calcáreas. INPOFOS, Informaciones Agronómicas del Cono Sur, número 12:4-6.

Gambaudo, S. 2007a. Minerales para la Sustentabilidad de los Sistemas Agropecuarios. En Simposio Fertilidad 2007: Bases para el manejo de la nutrición de los cultivos y los suelos. International Plant Nutrition Institute - Fertilizar Asociación Civil. Ed. García, F y Ciampitti. I. pp.13-18. ISBN 978-987-23542-0-6.

Gambaudo, S. 2007b. Identificación de zonas para encalado y criterios a tener en cuenta para el cálculo de la dosis variable. 7^{mo} Curso Internacional de Agricultura de Precisión y 2^{da} Exposición de Máquinas Precisas. Ediciones INTA. EEA Manfredi, 17, 18 y 19 de julio. pp. 82-87.

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, 4th Edition, Volume 1, Cary, NC: SAS Institute Inc. 943 p.

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. Actas del XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. Abril del 2000. □