

CALIDAD FORRAJERA DE ALFALFAS INOCULADAS Y FERTILIZADAS¹

NESCIER, I. de los M.², DALLA FONTANA, L. A.³ & PRIETO, C.²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la incidencia de la fertilización fosfatada y la inoculación en la calidad forrajera de alfalfa (*Medicago sativa* L.). La evaluación se realizó a partir del contenido de la FDN, la FDA y se estimó la digestibilidad de la pastura en cortes de primavera y verano. El ensayo se realizó sobre un suelo Argiudol típico, con valores de pH 6,1, P disponible 7,2 ppm, N total 995 ppm y materia orgánica 1,89 %, de los 0-20 cm superficiales. Se utilizó el cultivar Cuf 101 y el diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron combinaciones con inoculación y con fósforo. El análisis estadístico arrojó diferencias significativas para los valores de FDA en los tratamientos que recibieron fósforo e inoculación. La FDN mostró la misma tendencia que la FDA, encontrándose diferencias significativas ($p = 0.01$) sólo para el tercer corte. Se concluyó que los valores de FDN y FDA aumentaron con la madurez de la alfalfa en mayor proporción cuando se agregó P y/o se inoculó. En el corte de verano a igual estado de floración se encontraron valores de digestibilidad mayores para los tratamientos inoculados.

Palabras clave: alfalfa, inoculación, fertilización, pared celular, digestibilidad.

SUMMARY

Quality of inoculated and fertilized alfalfa pastures.

The objective of this work was to study the incidence of the phosphatized fertilization and the inoculation in the quality of alfalfa. The evaluation was obtained of the content of the FDN, the FDA and it was estimated the digestibility of the pasture in cuts of spring and summer. The test was made on a typical Argiudol soil, with values of pH 6.1, P available 7.2 ppm, total N 995 ppm and organic matter 1.89 %, of the 0-20 superficial cm. It was used the Cuf 101 cultivar and the experimental design was made of random complete blocks with three repetitions. The treatments were combinations with inoculation and phosphorus. The statistic analysis gave significant differences in the values of

1.- Proyecto subsidiado CAI+D 2000 (UNL). Programa I. Proyecto N° 169.

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

3.- Cátedra de Forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias, UNL. E-mail: ladallaf@fca.unl.edu.ar

Manuscrito recibido el 9 de marzo de 2005 y aceptado para su publicación el 10 de mayo de 2005.

FDA in the treatments that received phosphorus and inoculation. The FDN showed the same tendency as the FDA, finding only significant differences ($p = 0,01$) for the third cut. It was concluded that the values of FDN and FDA increased with the maturity of the alfalfa in greater proportion when P was added and or when it was inoculated. In the summer cut at the same flowering state there were greater digestibility values for the inoculated treatments.

Key words: alfalfa, inoculation, fertilization, cellular wall, digestibility.

INTRODUCCIÓN

La alimentación del ganado bovino en la República Argentina se basa fundamentalmente en la utilización de forrajes verdes, como alternativa de bajo costo en relación a otros alimentos; siendo la alfalfa (*Medicago sativa* L.) el recurso forrajero más utilizado en la Cuenca Lechera Santafesina (Quiñonez *et al.*, 2003).

En los actuales sistemas de producción lechera cada vez más intensivos se necesitan pasturas de alta calidad para satisfacer las necesidades de producción; es debido a ello que cada vez toma más relevancia evaluar el valor nutritivo de las especies utilizadas.

El Fósforo (P) ha demostrado constituir un elemento crítico en el centro-este de la provincia de Santa Fe y es muy evidente que la producción de materia seca de alfalfa está condicionada por el mismo (Vivas & Guaita, 1997).

La dosis a emplear es función del nivel de disponibilidad de este elemento en el suelo. Al respecto, Díaz Zorita (1997) sostiene que con niveles de P comprendidos entre los límites mínimos y máximos para una determinada región se favorece la implantación con adecuados niveles de producción.

La fijación de Nitrógeno (N) en alfalfa en su relación simbiótica altamente específica con el *Rhizobium melilotii* le otorga a la planta relativa independencia del nitrógeno del suelo (Wall & Favelukes, 1991), pero una dependencia importante del fósforo

para el desarrollo nodular, lo que repercute en una mayor calidad del forraje producido (Boschetti *et al.*, 1998).

Saibro *et al.* (1978) encontraron que el nitrógeno proveniente del suelo o agregado como fertilizante afecta el nivel de este nutriente en el forraje, pero no su digestibilidad. Nescier y Dalla Fontana (2003) no encontraron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno en plantas de alfalfas inoculadas y fertilizadas con diferentes dosis de P.

El método de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) desarrollado por Goering & Van Soest (1970), es considerado un patrón para la caracterización de la calidad de forrajes. La FDA representa la fracción menos digestible del alimento y se relaciona inversamente con la digestibilidad, mientras que la FDN al comprender toda la pared celular puede ser considerada como predictora del consumo al incluir a la fracción menos digestible y a la lentamente digestible (Fahey & Berger, 1988; Van Soest, 1994).

La madurez de la planta es el factor que más la afecta morfológicamente y determina la calidad del forraje. La pérdida de la calidad de un forraje con la madurez es el resultado de la disminución de la relación hoja/tallo y de la disminución de la calidad de los componentes del tallo (Nelson & Moser, 1994).

Sanderson (1993) encontró en alfalfa que

la concentración de la FDN se incrementó con el aumento de dosis de fertilizante fosfatado, mientras que la digestibilidad in vitro de la materia seca decreció, como consecuencia de una mayor maduración de la planta.

Aufrère *et al.* (2000) y Cassida *et al.* (2000) denotaron que el contenido de la FDN y de la FDA para el forraje de alfalfa se incrementó con la madurez de la planta mientras el contenido de N y la digestibilidad de la materia orgánica decrecieron en los cortes de estado vegetativo y floración, hallando valores intermedios en el rebrote siguiente.

La investigación de cómo incide la fertilización fosfatada y la inoculación en la productividad de la alfalfa es abundante, sin embargo poco se sabe cómo inciden en la calidad forrajera de la pastura.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la incidencia de la fertilización fosfatada y la inoculación en la calidad forrajera de alfalfa obtenida a partir de la evaluación del contenido de la FDN, la FDA y la estimación de la digestibilidad de la pastura en cortes de primavera y verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un establecimiento de la Cuenca Lechera Santafesina, en la zona de Esperanza, departamento Las Colonias, provincia de Santa Fe, sobre un suelo Argiudol típico Serie (Carta de Suelos de la República Argentina. Hojas 3160-26 y 25: Esperanza-Pilar. EEA INTA Rafaela).

Se realizaron determinaciones químicas de la capa 0-20 cm del horizonte A del suelo referido y los valores obtenidos fueron: pH 6,1 (método potenciométrico MAG, 1982), P disponible 7,2 ppm (método de Bray & Kurtz 1), N total 995 ppm (método de Kjeldahl

AOAC) y materia orgánica 1,89 % (método de Walkey & Black).

La pastura se sembró en mayo con sistema de labranza convencional, y el cultivar utilizado fue Cuf 101, a una densidad de siembra de 10 kg/ha con una sembradora en línea a 17,5 cm.

Los tratamientos fueron combinaciones con inoculación y con P. Se aplicó un nivel de P de 46 kg/ha P_2O_5 , utilizando como fuente superfosfato triple de calcio (SFT).

Para la inoculación se utilizó la cepa *Rhizobium melilotii* sobre turba estéril como soporte.

Los tratamientos fueron los siguientes: (T₀) Testigo, (T₁) Sin inocular + P, (T₂) Inoculado sin P, (T₃) Inoculado + P.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fue de 10 m de ancho por 15 m de largo.

Se realizaron cuatro cortes, dos de primavera en setiembre y en noviembre, uno en enero al 10% de floración en el año de implantación y otro en enero del año siguiente al 100% de floración.

El forraje se muestreó realizando cortes con tijera a 5 cm de altura del suelo; se utilizó un aro de 0,25 m² y se tomaron 4 muestras por tratamiento. El material se secó en estufa con corriente de aire forzado a 60 °C hasta peso constante; posteriormente las muestras se molieron en molino tipo Wiley pasadas por tamiz de 1 mm y almacenadas en bolsas de polietileno hasta el análisis.

Se estimó la digestibilidad de la materia seca usando la ecuación propuesta por Rohweder *et al.* 1978. Las determinaciones de FDN y FDA se realizaron utilizando el método de Van Soest y Wine (1967). Los valores del contenido de FDN y FDA fueron analizados estadísticamente mediante el ANOVA empleando el test de Tukey (p= 0,05)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadros 1 y 2 se presentan los valores medios de la FDA y FDN obtenidos en el ensayo.

Los valores de FDA fueron mayores para los tratamientos que recibieron fósforo arrojando diferencias significativas ($p = 0.05$) en el segundo y tercer corte, no habiendo inte-racción entre los tratamientos. Con respecto a la inoculación sucedió lo mismo en el segundo corte.

La FDN mostró la misma tendencia que la

FDA, encontrándose diferencias significativas ($p = 0.05$) sólo para el tercer corte.

De los valores de FDN presentados en el cuadro 2, puede inferirse que la inoculación y la fertilización ejercen un efecto acelerador en la madurez de la pastura, dado que los componentes de la pared celular aumentan en los cortes a igual estado de floración.

La tendencia de la digestibilidad de la materia seca estimada a igual estado de floración se indica en la fig. 1.

Cuadro 1: Niveles de FDA en plantas de alfalfa.

Corte	Tratamientos	Sin P	P ₁
		%	
Setiembre 10 % floración	No inoculados	18.9 ^{NS}	20.1 ^{NS}
	Inoculados	18.8 ^{NS}	21.4 ^{NS}
Noviembre 10 % floración	No inoculados	24.6 ^{BC}	26.1 ^{BC}
	Inoculados	25.3 ^{BD}	29.3 ^{BD}
Enero 10 % floración	No inoculados	27.2 ^a	29.3 ^b
	Inoculados	25.6 ^a	28.1 ^b
Enero 100 % floración	No inoculados	43.1 ^{NS}	49.6 ^{NS}
	Inoculados	37.9 ^{NS}	41.3 ^{NS}

Los valores son promedio de tres repeticiones. Medias de tratamientos seguidas de letras minúsculas diferentes dentro de la horizontal y mayúsculas en la vertical indican diferencias significativas para $p < 0.05$ según el test de Tukey. NS diferencias no significativas.

Cuadro 2: Niveles de FDN en plantas de alfalfa.

Corte	Tratamientos	Sin P	P ₁
		%	
Setiembre 10 % floración	No inoculados	24.0 ^{NS}	26.4 ^{NS}
	Inoculados	29.6 ^{NS}	30.0 ^{NS}
Noviembre 10 % floración	No inoculados	34.1 ^{NS}	34.9 ^{NS}
	Inoculados	35.6 ^{NS}	36.5 ^{NS}
Enero 10 % floración	No inoculados	35.7 ^A	38.8 ^A
	Inoculados	41.4 ^B	46.8 ^B
Enero 100 % floración	No inoculados	56.9 ^{NS}	58.0 ^{NS}
	Inoculados	52.1 ^{NS}	61.2 ^{NS}

Los valores son promedio de tres repeticiones. Medias de tratamientos seguidas de letras mayúsculas diferentes dentro de la vertical indican diferencias significativas para $p < 0.05$ según el test de Tukey. NS diferencias no significativas.

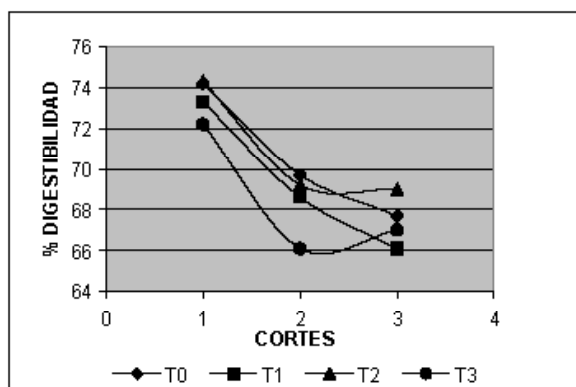


Fig. 1: Valores medios de digestibilidad de la materia seca estimada según la ecuación propuesta por Rohweder et al. para los diferentes tratamientos en función de los cortes realizados.

Para los tratamientos T_0 y T_1 la digestibilidad disminuyó en forma lineal a medida que la alfalfa maduró, obteniéndose elevados coeficientes de regresión (0.97 y 0.95) respectivamente; estos resultados son coincidentes con Berger & León (1988). La disminución de la digestibilidad con el avance a madurez se debería según Terry & Tilley (1964), a que en plantas jóvenes de alfalfa la digestibilidad de las hojas y tallos es alta, pero la del tallo decrece progresivamente por aumento del material fibroso indigestible, produciéndose al mismo tiempo una disminución de la relación hoja/tallo a medida que la planta envejece.

Coincidentemente con Sanderson (1993) se observó el efecto acelerador de la madurez de la pastura cuando hubo P, manifestado en los valores medios de digestibilidad más bajos de T_1 respecto de T_0 .

Para los tratamientos inoculados la respuesta en la digestibilidad resultó una función polinómica de segundo orden con coeficientes de regresión igual a 1. Se observa que la digestibilidad en el tercer corte fue levemente superior para los tratamientos T_2 y T_3 , lo que lleva a suponer que la inoculación determinó estos resultados. Daría aquí

lugar a la interpretación de que la actividad de los nódulos es efectiva en la situación de stress que está sufriendo la planta en la estación estival y que hacen que la misma pueda traducirla en mayor concentración de componentes solubles y por lo tanto baja la proporción de los componentes de la pared celular. Al respecto, Sanderson & Jones (1993) encontraron respuesta al agregado de P sobre el crecimiento y distribución de las raíces, lo que le confiere a las leguminosas mayor resistencia a la sequía junto con un mayor volumen de suelo explorado.

De todos modos puede observarse la acción aceleradora de la madurez provocada por el agregado de P, situación que se evidencia en los valores medios de digestibilidad (Fig. 1).

Los valores de FDN y FDA hallados en el corte de verano cuando la pastura presentaba un 100 % de floración, también muestran una tendencia creciente conforme al avance de la madurez del cultivo. Los valores medios de FDN resultaron muy cercanos al valor crítico de alrededor del 60%, por encima del cual su calidad condiciona el consumo voluntario (Van Soest & Wine, 1967).

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC.** 1990. Official Methods of analysis of the AOAC, 14 th ed. AOAC, Washington, DC.
- AUFRÈRE, J.; D. GRAVIOU; R. BAUMONT; A. DETOUR & C. DEMARQUILLY.** 2000. Degradation in the rumen of proteins from fresh lucerne forage in various stages of growth and conserved as silage or hay. *Ann. Zootech*, 49 (2000) 461-474.
- BERGER, M. E.; R. J. LEÓN & H. F. FENOGLIO.** 1986. Cambios en la digestibilidad in vitro, proteína bruta y material seca de dos cultivares de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) con el avance a madurez. *Revista Argentina de producción animal*. Vol. 6 N° 7-8: 423-427.
- BERGER, M. E. & R. J. LEÓN.** 1988. Cambios de componentes de paredes celulares de dos cultivares de alfalfa (*Medicago sativa L.*) con el avance a madurez. *Revista Argentina de producción animal* Vol. 8 N° 1: 21-24.
- BOSCHETTI, N. G.; C. E. QUINTERO; J. E. MAYER; M. R. BARRERA & R. A. BENAVIDES.** 1998. Evaluación del estado nutricional de pasturas de alfalfa utilizando el análisis de tejido vegetal. *Revista Científica Agropecuaria, FCA, UNER*. 2: 13-20.
- BRAY, R. & L. T. KURTZ.** 1945. Determination of total, organic and available phosphorus in soils. *Soil Sc.* 59: 39-45.
- CARTA DE SUELOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA.** 1991. Hojas 3160-25 y 26, Esperanza-Pilar. INTA-EEA Rafaela.
- CASSIDA, K. A.; T. S. GRIFFIN; J. RODRÍGUEZ; S. C. PATCHING; O. B. HESTERMAN & S. R. RUST.** 2000. Protein degradability and forage quality in maturing alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil. *Crop Science*, Vol 40 N° 1: 209-215.
- DIAZ ZORITA, M.** 1997. Administrando el fósforo y el nitrógeno en las pasturas perennes. *Revista de divulgación técnica Fertilizar N* ° 6: 4-6.
- FAHEY, G. C. & L. L. BERGER.** 1988. Carbohydrate nutrition in ruminants. *En* D.C. Church, ed., *The ruminant animal, digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall, N.J. p2-69-297. 1970. *USDA Handbook 379*, Washington, D.C.
- MAG.** 1982. Toma de muestras y determinaciones analíticas en suelos y aguas. Santa Fe. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Extensión e Investigaciones Agropecuarias. Santa Fe. 152 pp.
- NELSON, C. J. & L. E. MOSER.** 1994. Plant factors affecting forage quality in Forage Quality, Evaluation, and Utilization. Based on the National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization held at the University of Nebraska, Lincoln, on 13-15 April 1994. *Charpter 3*: 115-154.
- NESCIER, I. & L. A. DALLA FONTANA.** 2003. Inoculación y fertilización fosfatada sobre el contenido proteico en alfalfa. *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias 2* (1): 19-22.
- QUÍÑONEZ, A. G.; L. A. DALLA FONTANA & A. J. MOLLO.** 2003. Respuesta de la alfalfa al agregado de fósforo, boro y calcio. *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias 2* (1- 2): 47-54.
- ROHWEDER, D. A.; R. F. BARNES & N. JORGENSEN.** 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analysis for evaluating quality. *J. Animal Sci* 47: 747-759.
- SAIBRO, J. C.; C. S. HOVELAND & J. C. WILLIAMS.** 1978. Forage yield and quality of *Phalaris* as affected by N fertilization and defoliation regimes. *Agronomy Journal* 70: 497-500.
- SANDERSON, M.A.** 1993. Maturity and quality of alfalfa as affected by phosphorus fertility. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 24 (19 & 20), 2715-2724.
- SANDERSON, M. & J. JONES.** 1993. Stand dynamics and yield components of alfalfa

- as affected by phosphorus fertility. *Agron. J.* 85: 241-246.
- TERRY, R. A. & J. M. A. TILLEY.** 1964. The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. *J. Brit. Grassl. Soc.* 19: 363-372.
- WALL, L. G. & G. FAVELUKES.** 1991. Early recognition in the *Rhizobium meliloti*-alfalfa symbiosis: root exudate factor stimulates root adsorption of homologous rhizobia. *Journal of Bacteriology* (173) 11: 3492-3499.
- WALKLEY, A. & I. A. BLACK.** 1934. An examination of the deghareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci* 37:29-38.
- VAN SOEST, J. P.** 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2° Ed. pp. 409-410.
- VAN SOEST, J. P. & R. H. WINE.** 1967. Use of detergents in analysis of fibrous feeds IV. Determination of plant cell wall constituents, *J. of the A.O.A.C.* 50:55.
- 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 Miscelánea N° 84 pp. 16-19.