

CULTIVOS FORRAJEROS

ABONADO NITROGENADO MINERAL EN RAIGRÁS ITALIANO

J.A. OLIVEIRA, E. AFIF, P. PALENCIA

Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Escuela Politécnica de Mieres. Universidad de Oviedo.

El principal objetivo de este trabajo ha sido la evaluación del efecto de diferentes dosis de abonado nitrogenado en la producción de materia seca (MS) y el contenido mineral del forraje en un cultivo forrajero de *Lolium multiflorum* Lam., en la zona central costera de Asturias (España), con el fin de poder recomendar la dosis más adecuada de nitrógeno (N).

Vista general del cultivo forrajero en el momento del corte en el mes de mayo



Según Ferrer *et al.* (2001) los cultivos forrajeros son pastos sembrados que forman parte de una rotación y se pueden dividir en praderas, formadas por gramíneas y leguminosas sembradas y aprovechadas bien mediante siega y/o pastoreo y cultivos forrajeros monófitos, anuales o plurianuales y generalmente aprovechados mediante siega. La gestión de la producción forrajera es un factor importante en la rentabilidad de las explotaciones (Martínez *et al.*, 2003) siendo importante para los ganaderos de leche que la producción y la renta-

bilidad tanto de los cultivos de invierno como de los de verano se optimice.

Los raigrases de corta duración, que incluyen a los italianos alternativos (raigrás westerwold) y no alternativos (raigrás italiano) y los híbridos se usan como cultivos forrajeros de altas producciones de invierno y principios de primavera en rotación con maíz forrajero. Esta rotación anual produce la mayor cantidad de materia seca (MS) (20-25 t MS ha⁻¹ año⁻¹) comparada con 11-15 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en praderas y 7-8 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en prados (Martínez-Fernández *et al.*, 2008).

La determinación del contenido en minerales de los forrajes es útil para conocer el aporte total de minerales en el forraje consumido por los rumiantes (Alonso y García, 1997). Aunque los análisis foliares nos pueden ayudar a identificar deficiencias o excesos en la nutrición animal, hay que tener mucha precaución a la hora de interpretar los datos, pues la relación entre la composición mineral del alimento y el estatus mineral del ganado es muy débil (Rodríguez-Juliá, 1990).

PARCELAS DE ENSAYO

Se sembraron 40 kg ha⁻¹ de una mezcla de tres cultivares de raigrás italiano, *Lolium multiflorum westerwoldicum* 'Jivet' y 'Barspirit' (tetraploides) y *Lolium multiflo-*





Espectrofotómetro de absorción atómica para determinación de K, Ca, Mg, Na y Al



Filtrado de muestras después de la digestión de las cenizas para análisis foliar

rum 'Barprisma' (diploide), en parcelas de 30 m² en octubre de 2009, 2010 y 2011 (cada año en las mismas parcelas), con un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. La mezcla incluyó 50%, 20% y 30% (en peso) de los tres cultivares, respectivamente. Las parcelas pertenecen a la finca "Casero" en Carreño (43° 35' N, 5° 47' O, a 80 metros sobre el nivel del mar), Asturias, en un suelo tipo Inceptisol. Se abonaron con nitrato amónico cálcico del 27% N, 8% CaO y 3% MgO, con tres dosis de nitrógeno mineral: 0, 40 y 80 kg N ha⁻¹. El fertilizante se aplicó manualmente en el mes de marzo de los años 2010, 2011 y 2012.

ANÁLISIS DE SUELO

Antes de la siembra, cada año se tomó en todas las parcelas una

muestra de suelo formada por la mezcla de 10 submuestras tomadas al azar a 0-20 cm de profundidad con una sonda holandesa. Sobre el suelo tamizado con un tamiz de 2 mm de luz de malla se determinó, por duplicado, la textura según el método de la pipeta Robinson. La materia orgánica se determinó por ignición; el pH potenciométricamente en una suspensión suelo:agua 1:2,5; las bases extraíbles con CINH₄ 1 N y Al intercambiable con KCl 1M, ambos por absorción atómica y, a continuación, se calculó la capacidad de intercambio catiónico efectiva (bases + aluminio de cambio).

El nitrógeno total se analizó por el método Kjeldahl (Klute, 1996) y el fósforo (P) disponible se determinó por el método de Mehlich 3 (Mehlich, 1985).

Un uso eficiente del abonado nitrogenado según el cultivo y las condiciones ambientales de cada zona mejora la producción, reduciendo los costes económicos y ambientales

PRODUCCIÓN DE MS Y CONTENIDO EN MINERALES

Se realizó cortando una superficie central dentro de cada parcela de 5 m², en el mes de mayo (estado inicio de espigado) de 2010, 2011 y 2012. El forraje se cortó a ras de suelo, se pesó en verde y posteriormente se tomó una submuestra de 200 g por repetición y tratamiento. Estas submuestras se lavaron con agua destilada para eliminar la suciedad y se secaron en estufa a 70 °C durante 48 horas para obtener el porcentaje de MS y calcular la producción en kilos por hectárea. Posteriormente se molieron las submuestras secas y se analizó por duplicado, el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) siguiendo la metodología de Jones *et al.* (1991).

RESULTADOS EN CUANTO A LAS PROPIEDADES DEL SUELO

Las propiedades generales medias del suelo, determinadas antes de la siembra del ensayo en cada uno de los años, se describen a continuación.

El suelo fue ligeramente ácido (pH = 6,3), con baja conductividad eléctrica (0,11 dS m⁻¹). La textura fue franco arenosa con una densidad aparente de 1500 kg m⁻³. El porcentaje de materia orgánica (mo) fue del 5%, el N total del 0,24%, y la relación C/N=12 indica una liberación normal de nitrógeno. El fósforo disponible (69,0 mg P kg⁻¹) estuvo por encima del nivel crítico para este extractante (> 30 mg P kg⁻¹) (Buondonno *et al.*, 1992).

Siguiendo la Junta de Extremadura (1992), en relación a la textura

del suelo, el K cambiante ($0,38 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) fue normal; también, el Mg cambiante ($2,12 \text{ Mg cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) estuvo dentro de los niveles normales, así como el Na cambiante ($0,64 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).

Por otro lado, la capacidad de intercambio catiónico ($24,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) fue alta debido a los elevados niveles del Ca cambiante ($21,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Las características del suelo son similares a los de otros suelos en zonas de baja altitud de la zona central de Asturias (Afif y Oliveira, 2008).

Como la fertilidad fue adecuada, no se aportó ningún abonado fosfo-potásico antes de la siembra de las parcelas.

Según Villalobos *et al.* (2002), considerando una densidad aparente de 1500 kg m^{-3} , un porcentaje de materia orgánica del 5%, una profundidad en la toma de muestras de suelo de $0,20 \text{ m}$, un contenido de N de la materia orgánica del 5% y una velocidad de mineralización de la materia orgánica del 2% al año ($0,0133$ en 8 meses), el nitrógeno liberado de la materia orgánica del suelo en los ocho meses del ciclo del cultivo sería:
 $1500 (\text{kg m}^{-3}) \cdot 0,20 (\text{m}) \cdot 10^4 (\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}) \cdot 0,05 (\text{kg mo kg}^{-1} \text{ suelo}) \cdot 0,05 (\text{kg N kg}^{-1} \text{ mo}) \cdot 0,0133 = 100 (\text{kg N ha}^{-1})$.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE MS Y CONTENIDO EN MINERALES

El Análisis de varianza (ANOVA) considerando el factor dosis de N aplicado reveló un efecto significativo de la dosis de N en relación a la producción de MS ($p < 0,05$). Las medias y las desviaciones estándar de las variables estudiadas en los tres años de estudio y para cada una de las dosis de N se muestran en la **Tabla 1**. Los valores LSD en la parte de abajo de cada columna representan las diferencias mínimas para cada variable significativa en el ANOVA entre cada dos dosis de N a un nivel de significación del 0,05 (en otras palabras, en el 95% de las veces que se comparen dos dosis de nitrógeno, se obtendrá esa diferencia). Si la diferencia entre las medias de una de las variables entre dos dosis de nitrógeno es mayor al valor LSD obtenido, se dice que hay una "diferencia significativa"



Vista general de la parcela

o una diferencia no debida al azar. En las variables (K, Ca y Mg) que no aparece el valor LSD es que no hubo diferencias entre las dosis de N aplicado.

La producción media de MS del cultivo de raigrás italiano en los tres años de estudio en las parcelas abonadas con 80 kg N ha^{-1} fue de $9.559,89 \text{ kg MS ha}^{-1}$ en la zona central costera asturiana con inviernos suaves y favorables al crecimiento de cultivos forrajeros. Este resultado fue algo superior al obtenido por Martínez-Fernández *et al.* (2008) ($8.720 \text{ kg MS ha}^{-1}$) con un abonado nitrogenado de 180 kg N ha^{-1} , en la zona costera oriental de Asturias. Esto se puede deber a los diferentes cultivares utilizados y a la diferente fertilidad del suelo en dichas zonas de estudio. Las altas producciones de MS obtenidas en la parcela donde se realizó este trabajo, se pueden deber al alto nivel de materia orgánica en la misma, que podrían aportar según se indicó anteriormente

hasta 100 kg N ha^{-1} en los ocho meses del ciclo de cultivo, lo cual supondría unas dosis de abono nitrogenado disponible para el cultivo de $100, 140$ y 180 kg N ha^{-1} , en vez de sólo las cantidades aplicadas de N mineral ($0, 40$ y 80 kg N ha^{-1}).

La producción de MS ($5.227 \text{ kg MS ha}^{-1}$) obtenida en el tratamiento de 0 kg N aplicado (100 kg N disponible a partir de la materia orgánica del suelo), coincidiría con los $5.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ que se podrían producir por un cultivo forrajero invernal de raigrás italiano con una dosis de 100 kg N ha^{-1} , según señalan Piñeiro *et al.* (2011). El test LSD ($p = 0,05$) mostró que la producción de MS fue más alta con la dosis de 80 kg N ha^{-1} ($9.559,89 \text{ kg MS ha}^{-1}$) que con la de 40 kg N ha^{-1} ($7.829,78 \text{ kg MS ha}^{-1}$) y la de 0 kg N ha^{-1} ($5.227,44 \text{ kg MS ha}^{-1}$). El ANOVA también reveló un efecto altamente significativo de la dosis de N en relación con el contenido en N de la MS produci-

Tabla 1. Medias de tres años (desviaciones estándar entre paréntesis) de la producción de MS (kg MS ha^{-1}) y contenido mineral (mg g^{-1} , peso seco): N, P, K, Ca y Mg en respuesta a tres dosis de nitrógeno aplicado (kg ha^{-1}) en Carreño (Asturias). Diferencias mínimas significativas al nivel de probabilidad del 5% (LSD)

N APLICADO	MS	N	P	K	Ca	Mg
0	5.227,44 (405,80)	8,55(1,99)	1,85(0,19)	16,01(2,58)	3,37(0,41)	0,84(0,10)
40	7.829,78 (1345,06)	18,24(3,05)	2,09(0,18)	15,97(2,89)	4,23(0,73)	0,83(0,08)
80	9.559,89 (2371,27)	30,99(3,25)	2,39(0,15)	16,27(2,88)	4,57(0,90)	0,77(0,07)
LSD ($p=0,05$)	1.730,11	9,69	0,24	-	-	-

da ($p < 0,01$) y un efecto significativo ($p < 0,05$) en el contenido de P. El test LSD mostró que los contenidos en N y P de la MS fueron más altos en respuesta a la dosis de 80 kg N ha^{-1} que a las dosis de 40 kg N ha^{-1} y 0 kg N ha^{-1} .

Este resultado es consecuente con los resultados de Salette y Huché (1991) sobre los cambios en los contenidos de N y P en un cultivo forrajero de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) durante el crecimiento de primavera, lo que según estos autores, el contenido en P del forraje es una función lineal del contenido en N del mismo.

El cociente N/P en la MS fue más bajo de 10 en respuesta a las dosis de 0 kg N ha^{-1} y 40 kg N ha^{-1} , por lo que estos nutrientes estuvieron equilibrados (McDonald, 2006), lo que no ocurrió con la dosis de 80 kg N ha^{-1} , en la que el cociente N/P fue mayor. Además, el desequilibrio entre el N y el P en la MS puede indicar una interacción negativa entre el exceso relativo de N y la absorción de P. Esta

interacción negativa ocurre como resultado de la competencia entre los iones NH_4^+ e iones ortofosfato (H_2PO_4^- , monovalente y HPO_4^{2-} , bivalente) en los lugares de adsorción en el sistema radicular (Fangmeier *et al.*, 1994).

No se encontró un efecto significativo de las diferentes dosis de abonado nitrogenado sobre los contenidos minerales de K, Ca y Mg en el forraje.

Las concentraciones de todos los elementos analizados estuvieron dentro del intervalo normal en forrajes (Thelier-Huché *et al.*, 1999), excepto en el caso del Mg, en el cual se observaron valores más bajos de lo habitual (según Thelier-Huché *et al.*, 1999: $1-4 \text{ mg Mg g}^{-1}$), probablemente debido a la alta proporción del Ca cambiante en el valor de la capacidad de intercambio catiónico total respecto al Mg, lo que hace que haya más Ca en la solución del suelo y por lo tanto sea más fácilmente absorbido que el Mg por las raíces de las plantas (McLean, 1981).

CONCLUSIÓN

La dosis de N aplicado al suelo afectó significativamente la producción de MS y el contenido en N y P, pero no en K, Ca y Mg foliares. La dosis más alta (80 kg N ha^{-1}) resultó la mejor tanto para la producción como para el contenido en minerales de la MS.

AGRADECIMIENTOS

Los autores están agradecidos a Natalia Ferreira Losa y Omar Menéndez Pérez, por la ayuda en la toma de datos de campo y los análisis de laboratorio y a la Sra Honorina Prendes dueña de la finca "Casero" en Carreño y a la Universidad de Oviedo, por el apoyo recibido. ■

Bibliografía

Queda a disposición del lector en los correos electrónicos de redaccion@editorialagricola.com y oliveira@uniovi.es

El blog de
maquinaria
de la revista
Agricultura

¿que máquinas agrícolas

"Más que máquinas agrícolas" es el blog de maquinaria de la **revista Agricultura** que te ayudará a estar al tanto de todas las noticias de importancia en el mundo de la maquinaria agrícola: novedades técnicas, presentaciones de productos, eventos, ferias de maquinaria, etc.

Ya puedes acceder a nuestro blog, pinchando en el siguiente enlace:

www.masquemaquina.com