

NUTRICIÓN Y SANIDAD VEGETAL

PAUTAS DE MANEJO

La fertilización de la alfalfa

MJ.Lloveras

F. Santiveri

M.R.Teira

A. Ballesta

C. Chocarro

Universitat de Lleida. Centre Universitat de Lleida-IRTA

La alfalfa es la leguminosa forrajera más importante del mundo, siendo los EE.UU. y Argentina los principales países productores, mientras que en Europa lo son Francia e Italia. En España, la alfalfa ocupa unas 220.000 ha que están principalmente en las provincias del valle del Ebro, Huesca, Zaragoza y Lleida, donde en regadío, forma parte de las rotaciones de cultivo tradicionales.

EL ABONADO NITROGENADO DE LA ALFALFA

En las raíces de las leguminosas como la alfalfa, se desarrollan generalmente nódulos que contienen bacterias del género *Rhizobium* capaces de fijar nitrógeno atmosférico (fijación simbiótica), para el crecimiento del cultivo. Por lo tanto, en condiciones normales, la alfalfa no necesita que se la abone con nitrógeno ya que lo obtiene de la atmósfera (Foto 1).

Por las razones indicadas, el abonado nitrogenado de fondo en la alfalfa sólo se justifica en suelos con muy bajos niveles de N, ya que en los estadios iniciales del cultivo todavía no se han desarrollado los nódulos que le permitirán fijar el N atmosférico. Una vez desarrollados los nódulos, si se aporta N al cultivo la

proporción de nitrógeno fijado simbióticamente por la alfalfa disminuirá ya que esta utiliza preferentemente el N presente en el suelo.

Una vez que los nódulos de la raíces se han desarrollado, estos son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y, por lo tanto, no es preciso abonar con N.

Estudios llevados a cabo en el valle del Ebro (Delgado, 2005 y Lloveras *et al.*, 2006) muestran que el abonado nitrogena-



Foto 1. Nódulos del género *Rhizobium* en la raíz de la alfalfa

do que aplican algunos agricultores al final del invierno no aumenta ni la producción de alfalfa ni su contenido en proteína (Tabla 1).

Encuestas relativamente recientes (Álvaro y Lloveras, 2003) señalan que alrededor del 80% de superficie encuestada de alfalfa en Cataluña y Aragón recibe aportaciones de N de mantenimiento y de ésta un 77% recibe más de 40 kg N/ha. Esta práctica no tiene ninguna justificación agronómica, como no sea la de incrementar la producción del alfalfar, alfalfa + malas hierbas, ya que el N favorece el crecimiento de estas últimas pero no de la alfalfa, como puede observarse en la Tabla 1.

Por otro lado, al levantar la alfalfa queda en el suelo una importante cantidad de N y resi-

duos, generalmente raíces. Por lo tanto, después de la alfalfa sería interesante sembrar cultivos con unas altas necesidades de N, como el maíz, para aprovechar al máximo el N del suelo y su mejora de estructura (Cela *et al.*, 2009).

ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA Y POTÁSICA

Un análisis de suelo al inicio del cultivo es muy útil para planificar la fertilización fosfórica y potásica durante la duración del cultivo, de 4 a 5 años, generalmente.

► Abonado fosfórico

Es muy difícil detectar visualmente los síntomas de carencias de fósforo en la alfalfa y, por lo tanto, las observaciones visuales no son un método efectivo de diagnóstico.

Las extracciones de fósforo por la alfalfa son del orden de 2,3 kg P / t de MS (Materia Seca) de forraje y, si se considera una producción media de unas 15-20 t de MS, suponen unas extracciones del orden de 34-46 kg de P por ha y año (80-110 kg P₂O₅),

TABLA 1 / Efecto del abonado nitrogenado al final del invierno, en el primer corte de primavera. Palau d'Anglesola 1997-1998 (Lloveras *et al.*, 2006)

Tratamiento (kg N/ha)	Producción MS (kg /ha)	Proteína Bruta (%)	Malas hierbas (%)
0	3,74	19,6	22,5
30	4,21	19,6	32,5
Significación	ns	ns	ns



Foto 2. Hojas de alfalfa que presentan escaso contenido de potasio

// DESPUÉS DE LA ALFALFA SERÍA INTERESANTE SEMBRAR CULTIVOS CON UNAS ALTAS NECESIDADES DE N, COMO EL MAÍZ, PARA APROVECHAR AL MÁXIMO EL N DEL SUELO Y SU MEJORA DE ESTRUCTURA //

que son muy semejantes a las dosis medias que se vienen aplicando habitualmente (Alvaro y Lloveras, 2003).

El fósforo, sin embargo, no se suele considerar un elemento limitante, al menos en el valle del Ebro. Por ello, y ante la falta de ensayos de campo en nuestras condiciones para poder dar recomendaciones basadas en resultados contratados, lo que se pretende es cubrir las extracciones o bien suspender temporalmente la fertilización fosfórica

(LAF, 2000). Así mismo, cuando los contenidos de fósforo son altos (del orden de 60 mg P/kg) se suele también recomendar aplicar una parte de las extracciones o bien suspender temporalmente la fertilización fosfórica.

El Laboratorio d'Anàlisi i Fertilitat de Sòls (LAF, 2000) utiliza la **Tabla 2** para interpretar los niveles de fertilidad fosfórica del suelo para el cultivo de la alfalfa.

Los análisis de planta, se suelen considerar el mejor diag-

nóstico y se recomienda una concentración del 0.25 al 0.40% P en el tercio superior de la planta (Kelling y Matocha, 1990).

► Abonado potásico

Las extracciones de potasio por la alfalfa son muy altas y las carencias de este elemento muy fáciles de detectar. En la **Foto 2**, se puede observar el aspecto de las hojas de alfalfa con carencias de potasa.

Es muy conocido el consumo de lujo de potasio por parte de

la alfalfa (la alfalfa extrae más potasio del necesario sin aumentar la producción) (Lanyon y Smith, 1985; Lanyon y Griffith, 1988). Otro inconveniente de un excesivo abonado potásico es la posible inducción de carencias de boro.

Resultados recientes en el valle del Ebro (Lloveras *et al.*, 2010) muestran como las extracciones de K por parte de la alfalfa se incrementaron a medida que se aumentó la fertilización, sin que este aumento de K en los tejidos del cultivo supusiera nin-

TABLA 2 / Interpretación del contenido de fósforo en el suelo para la alfalfa (LAF, 2000)

Contenido en fósforo (mg/kg)	Interpretación
<20	Carencial
20-40	Adecuado
40-80	Alto
>80	Muy alto

FIGURA 1 / Evolución del contenido de potasio extraíble del suelo de 0 a 30 cm, bajo cinco dosis de fertilización potásica de 0 kg K ha⁻¹ to 400 K ha⁻¹. Gimenez (Lleida) 2002- 2006. (Lloveras *et al.*, 2010)

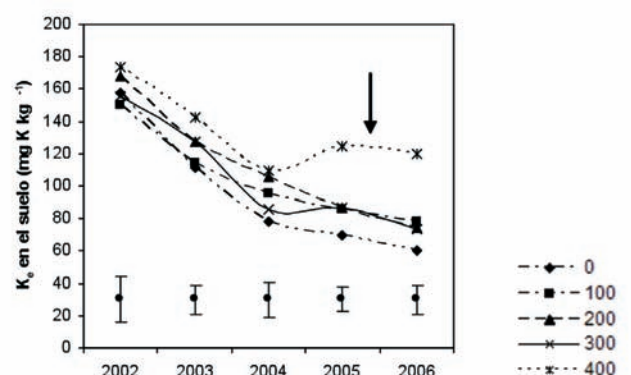


TABLA 3 / Efecto de la fertilización potásica en la producción de materia seca (Produc) y en las extracciones de K (Extrac) de la alfalfa. Gimenez (Lleida). (Lloveras *et al.*, 2010).

Dosis anuales (kg K/ha)	2002		2003		2004		2005		Total	
	Produc (t/ha)	Extrac. (kg K/ha)	Produc (t/ha)	Extrac. (kg K/ha)	Produc (t/ha)	Extrac. (kg K/ha)	Produc (t/ha)	Extrac. (kg K/ha)	Produc (t/ha)	Extrac. (kg K/ha)
0	10,6	134	23,4	278	19,6	202	18,6	143	71,5	757
100	11,0	206	25,4	411	19,9	267	19,9	251	76,4	1135
200	10,1	175	24,7	487	19,3	322	20,7	310	74,8	1294
300	9,3	195	24,8	559	20,9	376	20,9	397	75,9	1527
400	10,7	235	24,3	598	20,0	418	21,0	487	76,2	1738
Media	10,2	193	24,5	467	19,9	317	20,2	318	74,9	1290
LSD (0.05)	NS	NS	1,1	135	NS	62	1,5	88	NS	223

TABLA 4 / Interpretación del contenido de potasio extraíble del suelo y su relación con la producción de forraje. (Lanyon y Smith, 1985).

Zona de estudio	Interpretación del contenido (mg K/kg)				
	Muy bajo	Bajo	Adecuado	Alto	Muy alto
Colorado	0-60		61-120	>120	
Kansas	0-40	41-80	80-120	121-160	>160
Minnesota	0-40	41-80	80-120	120-160	161
Montana	<100	100-150	150-200	200-250	>250
Nebraska	0-40	41-74	75-125	126-150	>150

TABLA 5 / Efecto de la fertilización potásica en la producción de alfalfa, en un suelo con una concentración inicial de 436 (mg K/kg), Palau d'Anglesola (Lleida). (Lloveras *et al.*, 2001). Total 1994-1997

Dosis anuales (kg K (K ₂ O)/ha)	Total
0	85,0
41,5 (50)	84,0
83 (100)	85,8
166 (200)	87,2
332 (400)	87,6
332 (al sembrar)	86,4
Media LSD(0.05)	ns

gún o muy poco incremento de producción de materia seca (Tabla 3) y que independientemente de que las aportaciones anuales sean muy elevadas, del orden de 400 kg K/ha (480 kg/ha K₂O).

De los ensayos anteriores, de otros experimentos y de la bibliografía, parece deducirse que en las condiciones del valle del Ebro, la alfalfa manifiesta carencias de potasa, con contenidos de 80-100 mg K/kg del suelo, mientras contenidos de K en el suelo de 100 y 120 mg K/kg, casi no repercuten en el rendimiento de forraje. Los resultados parecen mostrar que un contenido de 130 mg K/kg en el suelo puede ser suficiente para una cosecha óptima (Figura 1; Tabla 3; Tabla 4).

Los resultados indican que si el contenido de potasio en el suelo es alto o muy alto se puede suspender temporalmente la fertilización potásica en alfalfa (Tabla 5).

Los resultados anteriores parecen indicar que, en el cultivo de

// ES MUY DIFÍCIL DETECTAR VISUALMENTE LOS SÍNTOMAS DE CARENCIAS DE FÓSFORO EN LA ALFALFA Y, POR LO TANTO, LAS OBSERVACIONES VISUALES NO SON UN MÉTODO EFECTIVO DE DIAGNÓSTICO //

la alfalfa, mantener altos contenidos de K extraíble en el suelo es una práctica ineficiente, tanto desde el punto de vista económico como agronómico, ya que cuanto más K disponible haya en el suelo mayor cantidad de K consume el cultivo, sin ningún incremento de producción.

La práctica más adecuada de fertilización potásica en alfalfa serían aplicaciones anuales de fertilizante, al final del invierno, antes de empezar el rebrote primaveral y no la aplicación de toda la potasa de una vez al implantar el cultivo. Algunos autores de los EEUU señalan incluso que las aplicaciones anuales deberían fraccionarse en dos veces

a lo largo del año (Lanyon, and Smith, 1985).

APLICACIÓN DE PURINES

La alfalfa se considera un cultivo "depurador" del nitrógeno del suelo. Tiene un sistema radicular profundo que puede llegar, si el suelo lo permite, de 1,5 a 2 m y es capaz de extraer nitrógeno del suelo en cantidades elevadas. Como se ha comentado anteriormente, si hay nitrógeno disponible en el suelo, la proporción de nitrógeno fijado simbióticamente por la alfalfa disminuirá ya que esta utiliza preferentemente el N presente en el suelo.

Por las razones mencionadas,

la alfalfa es capaz de aprovechar los contenidos de los purines aplicados de manera correcta (dosis y momentos de aplicación adecuados), sin que ello suela implicar riesgos medioambientales (Tabla 6). (Lloveras *et al.*, 2004)

Aunque la alfalfa no necesita fertilización nitrogenada, la aplicación de purines en determinadas condiciones: a) en invierno cuando las precipitaciones son escasas y las temperaturas bajas (periodo de latencia del cultivo) y b) en suelos con bajos contenidos en fósforo y potasa, pueden aumentar los rendimientos de la alfalfa y aumen-

tar la superficie disponible para aplicar purines.

Es preciso recordar que es recomendable analizar el suelo para saber sus contenidos en fósforo y potasa, para así poder complementar la aplicación de purines con los fertilizantes minerales adecuados.

Otro aspecto que cabría controlar cuando se lleven a cabo aplicaciones repetidas de purines es la posible acumulación de metales pesados en el suelo (Cu y Zn), que en un futuro podrían llegar a perjudicar la alfalfa.

► Momento de aplicación de purines

a.- Antes de sembrar (así la alfalfa, si fuera necesario dispondría ya de N en su fase inicial cuando los nódulos todavía no están formados). Además, en estos momentos el purín es fá-

cil de aplicar e incorporar.

b.- A la salida del invierno cuando las precipitaciones son escasas y las temperaturas bajas (periodo de latencia del cultivo) y la temporada de riegos no ha empezado.

CONSIDERACIONES FINALES Y PRINCIPALES IDEAS A TENER EN CUENTA

1.- La fertilización nitrogenada de la alfalfa sólo se puede justificar cuando el contenido inicial de N del suelo es muy bajo.

2.- La alfalfa no necesita abonado nitrogenado de mantenimiento.

3.- El abonado fosfórico debe basarse en la interpretación de los contenidos de fósforo del suelo.

4.- Contenidos del orden de 130 mg K/kg (ppm) suelen ser

TABLA 6 / Efecto de la aplicación de purín de cerdo y de abonado mineral (125 kg /ha de P₂O₅ y 150 kg/ha de K₂O) en alfalfa. Villanueva de Sirena (Huesca). Total 2001 y 2002. (Lloveras et al., 2004)

Purines (m ³ /ha) y abonado mineral	Producción de forraje (t MS/ha)	Contenido de alfalfa (%)
0	15,4	83,7
25	20,9	81,1
50	21,7	84,2
PK	20,4	85,1
Significación	0,05	ns

suficientes para una cosecha óptima de alfalfa.

5.- Sería conveniente que las aportaciones de potasa fueran anuales (cuando estas sean necesarias) y no únicamente al sembrar y que estas se fraccionaran en dos aplicaciones a lo largo del año.

6.- La alfalfa admite aplicacio-

nes agronómicamente correctas de purines, sin que ello implique riesgos medioambientales.

BIBLIOGRAFÍA

Queda a disposición del lector en los correos electrónicos de Jaume.Lloveras@irta.cat y redaccion@editorialagricola.com