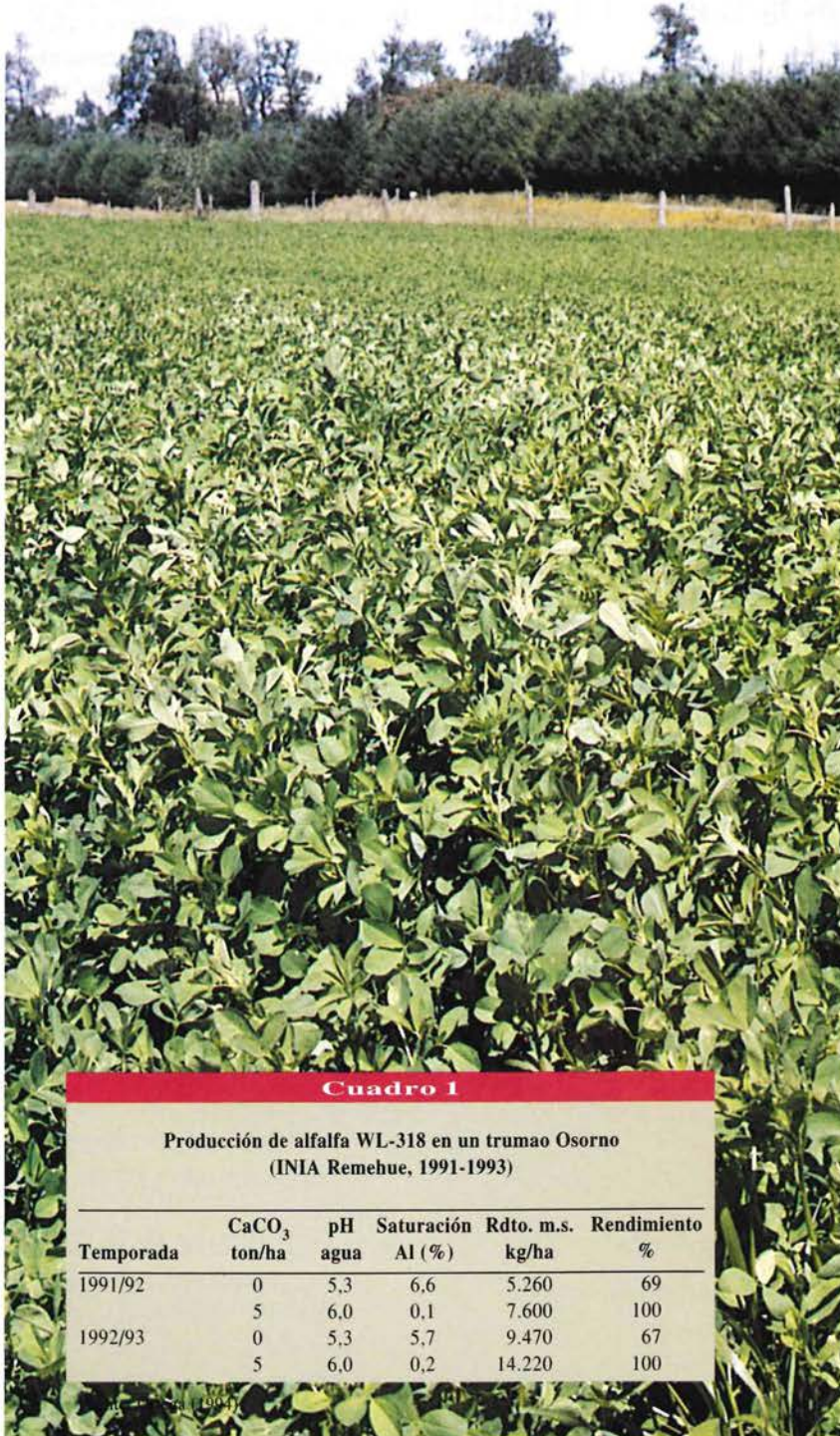


ENCALADO DE SUELOS ÁCIDOS PARA PRODUCCIÓN DE

ALFALFA



La alfalfa es una de las especies leguminosas más sensibles a la toxicidad por aluminio.

Ricardo Campillo R.
Ingeniero Agrónomo M.Sc.
INIA Remehue

La alfalfa es un cultivo que durante los últimos años ha experimentado un gran desarrollo en los suelos del sur del país. Se estima que en la IX Región la superficie de alfalfa alcanza las 2.570 ha, mientras que en la X Región llega a 5.950. En la VIII su uso está más extendido porque existen menos limitaciones de suelo; su superficie alcanza las 9.010 ha.

Esta leguminosa presenta claras ventajas comparativas y puede transformarse en un recurso fundamental para complementar los sistemas productivos ganaderos, principalmente en aquellos períodos de menor producción de la pradera, derivados de la sequía estival o de condiciones de alta temperatura, que limitan la producción de otras especies forrajeras. Sin embargo, desde el punto

Cuadro 1

Producción de alfalfa WL-318 en un trumao Osorno
(INIA Remehue, 1991-1993)

Temporada	CaCO ₃ ton/ha	pH agua	Saturación Al (%)	Rdto. m.s. kg/ha	Rendimiento %
1991/92	0	5,3	6,6	5.260	69
	5	6,0	0,1	7.600	100
1992/93	0	5,3	5,7	9.470	67
	5	6,0	0,2	14.220	100

de vista nutricional tiene mayores exigencias que ellas. El adecuado conocimiento de sus requerimientos y manejo es clave para asegurar el éxito en el establecimiento y persistencia de la alfalfa.

Acidez de los suelos

Está ampliamente establecido que la alfalfa es una de las especies de leguminosas más sensibles a la toxicidad por aluminio, puesto que bastan pequeñas cantidades del aluminio activo en la solución del suelo para limitar el crecimiento de sus raíces.

Por otro lado, los suelos predominantes en las regiones IX y X son derivados de cenizas volcánicas; presentan normalmente diferentes grados de acidez que limitan la productividad de las praderas y, particularmente, de la alfalfa.

El principal efecto de la toxicidad por aluminio es la restricción del desarrollo radical. En consecuencia se reduce el volumen de suelo que las raíces exploran y se afecta su capacidad para absorber nutrientes y agua.

Es importante señalar que en leguminosas como la alfalfa -que dependen de la fijación simbiótica de nitrógeno- la toxicidad por aluminio tiene un efecto negativo también sobre la simbiosis leguminosa-rizobio, causado principalmente por una reducción en el proceso de nodulación. El fenómeno descrito hace

El factor de fertilidad más limitante para el establecimiento y desarrollo de la alfalfa es la acidez del suelo.

imprescindible la práctica del peletizado de la semilla previamente inoculada, y corregir la acidez mediante la aplicación de enmiendas calcáreas. Dado que estas enmiendas son productos de lenta solubilidad, o sea que tardan en disolverse, el tamaño de las partículas es muy importante. Mientras más fino es el material, mayor es el contacto que se produce entre las partículas y el suelo. El efecto de la cal requiere de algún tiempo (30 a 60 días) para manifestarse en forma significativa (tiempo de incubación). La cal se mueve muy poco en el suelo

-debido a que el ion carbonato se disipa o se pierde como CO₂ luego de las reacciones- y sus efectos benéficos ocurren solamente en la zona de aplicación. Por ende, las enmiendas precisan una incorporación al suelo mediante rastraje y tener

Cuadro 2

Efecto del encalado en un suelo trumao Llastuco (Máfil, 1990-1992)

CaCO ₃ ton/ha	pH agua	Al Interc. meq/100 g	Saturac. Al %	Rendimiento relativo (%)
0	5,6	0,11	1,75	73
2	5,8	0,04	0,42	91
4	6,0	0,02	0,14	100
6	6,3	0,01	0,06	95

Fuente: Parga (1993).

Cuadro 3

Producción de alfalfa criolla en un trumao del secano costero (Hualpín, 1990-1993)

Temporada	CaCO ₃ ton/ha	pH agua	Al interc. Al (%)	Saturac. Al kg/ha	Rendimiento %
1990/91	0	6,0	0,8	2.850	71
	1	6,2	0,2	3.520	88
	2	6,4	0,1	3.900	98
1991/92	0	6,0	1,1	8.600	75
	1	6,2	0,2	10.100	88
	2	6,3	0,1	11.450	100

CAL AGRICOLA



- ▬ Corrige y previene la acidez del suelo.
- ▬ Disminuye el Porcentaje de Saturación de Aluminio.
- ▬ Aumenta el contenido de Calcio y Magnesio.
- ▬ Mejora las condiciones físicas del suelo.
- ▬ Mejora las características biológicas del suelo.
- ▬ Solución fácil, rápida y económica.

**UNA VASTA RED DE DISTRIBUIDORES
A LO LARGO DEL PAIS**

SANTIAGO
FONO:(2)2318874

COPIAPO
FONO:(52)219069

Deje que su suelo demuestre su potencial productivo, corrigiendo deficiencias de pH, Calcio y Magnesio al menor costo.



Luego de tres temporadas de alfalfa, hay que realizar un encalado de mantención para garantizar la productividad y persistencia del alfalfar.

un período de incubación que es variable, el cual depende de la solubilidad del material, temperatura y humedad existente en el suelo. Así es posible extender su efecto en la capa arable (0 a 20 centímetros).

Respuesta de la alfalfa

Generalmente, el factor de fertilidad más limitante para el establecimiento y desarrollo de la alfalfa es la acidez del suelo. En un estudio de encalado de establecimiento en alfalfa, en un trumao Osorno, con pH en agua de 5,3 (ver Cuadro 1 en página 41), se observó que la producción de alfalfa disminuyó en más de 30 por ciento cuando se omitió la aplicación de cal al establecimiento. La aplicación de cinco ton/ha de carbonato de calcio (CaCO_3) permitió elevar el pH a 6,0 y disminuir el aluminio de intercambio y la saturación de aluminio a niveles insignificantes (Cuadro 1).

Resultados semejantes de respuesta al encalado con alfalfa WL-320 se han encontrado también en suelos trumaos de la provincia de Valdivia. En un experimento realizado por INIA Remehue se requirieron cuatro ton/ha de CaCO_3 para alcanzar el rendimiento máximo. Las producciones estuvieron asociadas a un pH en agua de 6,0; 0,02 miliequivalentes (meq) por cien gramos de aluminio intercambiable y 0,14 por ciento de saturación de aluminio (ver Cuadro 2).

Con ambas experiencias es posible constatar que, generalmente, las mejores

La aplicación de cal en suelos trumaos con elevada acidez puede aumentar la producción de alfalfa fácilmente en un 30 por ciento.

producciones de alfalfa se obtienen con valores de pH en agua de alrededor de 6,0; 0,02 meq/100 g de aluminio intercambiable y 0,2 por ciento de saturación de aluminio. Lo que varía es la cantidad de cal que debe aplicarse en estos suelos para corregir las limitaciones de acidez. Sin duda, ello está muy ligado a la intensidad que haya alcanzado la acidificación, derivada principalmente del manejo histórico de los suelos trumaos.

Los suelos trumaos de la IX Región presentan un comportamiento muy parecido al observado en la X Región respecto al encalado. Es el caso de un trumao del secano costero, donde hubo efecto con la aplicación desde una ton/ha en la etapa del establecimiento de la alfalfa (ver Cuadro 3). De esta manera, se obtuvo un pH sobre 6,0; niveles mínimos de aluminio y un rendimiento relativo cercano al 90 por ciento del rendimiento máximo. En cambio, la alfalfa sin la aplicación de cal produjo un 30 por ciento menos. En las temporadas siguientes (fase de mantención), estos parámetros de suelo se mantuvieron, permitiendo alcanzar rendimientos cercanos al ciento por ciento.

Es importante destacar que al final de la tercera temporada de evaluación (septiembre de 1993), los niveles de calcio de intercambio disminuyeron en

forma notoria, mientras que el aluminio se elevó claramente (ver Cuadro 4). Es decir, luego de tres años se requirió el efecto residual de tres ton/ha para mantener el nivel adecuado de saturación de aluminio (0,2 por ciento). De acuerdo a estos resultados, luego de tres

temporadas el alfalfar requiere un encalado de mantención para garantizar la productividad y persistencia adecuada de esta leguminosa.

Es posible afirmar que, independiente-

Cuadro 4

Niveles residuales de calcio, aluminio de intercambio y saturación de aluminio del suelo trumao (Hualpín, septiembre de 1993)

CaCO_3 ton/ha	Calcio interc. meq/100 g	Aluminio interc. meq/100 g	Saturación Aluminio (%)
0	2,55	0,13	3,3
1	3,60	0,17	1,4
4	7,82	0,01	0,1

Cuadro 5

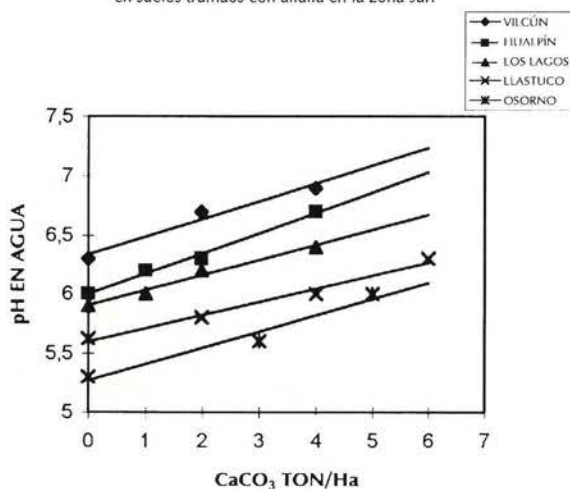
Producción de alfalfa criolla en un trumao Vilcún (CRI Carillanca, 1990-1992)

Temporada	CaCO_3 ton/ha	pH agua	Saturación Al (%)	Rdto. m.s. kg/ha	Rendimiento %
1990/91	0	6,2	0	14.130	100
	2	6,7	0	13.800	98
1991/92	0	6,4	0	19.300	100
	2	6,6	0	19.400	100

mente de la ubicación geográfica del suelo trumao, siempre las mejores respuestas productivas de la alfalfa se alcanzan con estos valores de aluminio del suelo. Lo que va variando en las distintas localidades es el requerimiento de encalado que permite alcanzar dichos valores.

En algunos trumaos del valle central regado de la IX Región no se ha encontrado respuesta al encalado en alfalfa (ver Cuadro 5). Ello se explica fundamentalmente porque allí no hay restricciones de pH para su adecuado desarrollo. A diferencia de lo observado en los casos anteriores, la alfalfa puede expresar todo su potencial productivo. En estas condiciones, mediante técnicas isotópicas se ha podido estimar que la fijación de nitrógeno en la alfalfa alcanza una eficiencia del 90 por ciento. Es decir, el 90 por ciento del nitrógeno acumulado por la leguminosa en su biomasa deriva del aire. Así, esta elevada eficiencia permite obtener

Figura 1. Efecto del encalado sobre el pH en agua en suelos trumaos con alfalfa en la zona sur.



cantidades de nitrógeno fijado que oscilan entre 400 y 600 kg/ha/año.

Consideraciones agronómicas a esa respuesta

De los resultados analizados, se concluye que la respuesta de los diferentes trumaos a la aplicación de enmiendas es muy parecida. El poder tampón (resis-

tencia al cambio de pH) que presentan los suelos estudiados es semejante, independientemente de su ubicación geográfica (ver Cuadro 6). La situación se verifica en la similitud de las pendientes o inclinación de las curvas de respuesta al encalado (ver Figura 1). Lo que sí varía es la cantidad de cal que debe aplicarse a los suelos para corregir la acidez y alcanzar un pH en agua adecuado (6,0 a 6,2). Es importante reiterar que no es posible generalizar una dosis única de encalado para todos los suelos trumaos en el establecimiento de alfalfa. Debe recordarse que la

determinación de la dosis de encalado, además de la capacidad tampón del suelo, depende de los siguientes factores:

- ▲ Tolerancia del cultivar.
- ▲ Variación entre pH inicial y pH a alcanzar (adecuado para la especie).
- ▲ Composición y características de la enmienda.
- ▲ Profundidad del encalado. Para que la alfalfa pueda expresar adecuadamente su potencial productivo se requiere alcanzar determinados umbrales críticos en una serie de parámetros químicos del suelo, que se resumen en el Cuadro 7. Se debe tener presente que

Cuadro 6

Poder tampón de algunas agrupaciones de suelos trumaos (0 a 7,5 cm), de la IX y X Regiones

Región	Zona geográfica	Localidad	Poder tampón ¹	CaCO ₃ kg/ha ²
IX	V. Central	Vilcún	0,11 - 0,12	820 - 940
	Precordillera	Pucón	0,14 - 0,15	650 - 700
	S. Costero	Hualpín	0,17 - 0,19	530 - 600
X	V. Central	Máfil	0,13 - 0,14	710 - 770
	V. Central	Osorno	0,12 - 0,14	710 - 830
	V. Central	Purranque	0,12 - 0,14	710 - 830

¹Variación de pH en agua por ton/ha de carbonato de calcio.

²Carbonato de calcio para elevar el pH en 0,1 unidades.

Cuadro 7

Umbrales críticos de la acidez para el establecimiento de alfalfa en suelos trumaos

Parámetro (0-7,5 cm)	Unidad	Rango Adecuado
pH en agua	1 : 2,5	6,0 - 6,2
Calcio intercambiable	meq/100 g	6,0 - 10,0
Suma de bases	meq/100 g	8,0 - 12,0
Aluminio intercambiable	meq/100 g	0 - 0,02
Saturación de aluminio	%	0 - 0,2

ello no significa que la alfalfa no pueda desarrollarse fuera de los rangos indicados, aunque, sin duda, su productividad se verá afectada.

Es necesario recordar que la práctica del encalado en alfalfa necesariamente tiene que complementarse con una fertilización balanceada para conseguir un efecto importante de la enmienda. Ello significa fertilizar con fósforo, potasio, magnesio y azufre, tanto en el establecimiento como en la mantención del alfalfar, evitando así desbalances nutricionales en el suelo derivados del incremento del calcio de intercambio. En este sentido, el análisis de suelos aparece como una herramienta de diagnóstico fundamental para optimizar el uso de enmiendas y fertilizantes en alfalfa. ▲

Literatura Recomendada

Una información ampliada sobre la fertilidad de los suelos en la X Región y sobre fertilización y uso de enmiendas en alfalfa puede encontrarse en:

R. Campillo 1994. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Décima Región. En: Corrección de la fertilidad y uso de enmiendas en praderas y cultivos forrajeros. Campillo y Bortolameolli (ed.). Serie Remehue, N° 53, INIA Remehue, Osorno. 135 pp.