



INIA

Consideraciones para el encalado de praderas

Autores: Erika Vistoso Gacitúa, Ingeniero Agrónomo, Dr. Cs., INIA Remehue.

Josué Martínez-Lagos, Ingeniero Ambiental, M.Sc., Dr. Cs., INIA Remehue.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 220 - AÑO 2020

Introducción

Existen procesos naturales que provocan la acidificación del suelo, sin embargo, las prácticas de manejo de suelos y praderas pueden acelerar o retardar estos procesos. Conocer los mecanismos de la acidificación permite establecer las estrategias necesarias para prevenir o disminuir dicho proceso en los sistemas agropecuarios de las Regiones de Los Ríos y Los Lagos. La aplicación de enmiendas calcáreas en praderas permanentes permite mayor disponibilidad de macro y micronutrientes y eficiencia de los fertilizantes, también reduce o neutraliza el nivel de aluminio intercambiable en el suelo y su efecto detrimental en el desarrollo radicular y, por ende, en la productividad y calidad del forraje.

Causas de la acidez del suelo

La acidificación del suelo se origina por varios factores: pérdida de la capa arable (erosión), mineralización de la materia orgánica que genera iones hidrógeno (H^+), pérdida de la capacidad de retención de bases intercambiables (calcio, magnesio, potasio y sodio) y acumulación de iones hidrógeno (H^+) y aluminio (Al^{3+})

solubles por la extracción de bases en los productos y residuos de cosechas o lixiviación de ellas por la cantidad e intensidad de la pluviometría (Regiones de Los Ríos y Los Lagos: 1.200–3.200 mm año⁻¹). El escaso uso de técnicas de diagnóstico de fertilidad del suelo y laboreo intensivo aumenta la acidificación del suelo, así como praderas dedicadas a la henificación, soiling o ensilaje que aquellas usadas para pastoreo. Sin embargo, la mayor contribución a este proceso es liberar iones hidrógeno (H^+) o directamente en el caso de fertilizantes amoniacales el uso de fertilizantes nitrogenados de reacción ácida que a través del proceso de nitrificación del amonio liberan iones amonio (NH_4^+) que desplazan las bases intercambiables que pueden ser lixiviadas.

Efectos de la acidez en las plantas

La fitotoxicidad del ión aluminio (Al^{3+}) depende de la sensibilidad de cada especie forrajera. Las gramíneas son más tolerantes que las leguminosas (Cuadro 1), existiendo diferencias entre cultivares por origen (características edafoclimáticas) y mejoramiento genético.

El síntoma por fitotoxicidad del ión aluminio (Al^{3+}) es la reducción del crecimiento radical en longitud que

Cuadro 1. Niveles críticos y sensibilidad de las plantas a la fitotoxicidad por aluminio.

Especies	Saturación de Al (%)**	Sensibilidad
Alfalfa, Cebada, Medicago anuales, Remolacha	1 - 5	Altamente sensibles
Falaris, Trigo, Raps	5 - 10	Sensibles
Avena*, Ballica, Festuca, Lupino blanco, Trébol blanco, Trébol subterráneo, Triticale*	10 - 20	Moderadamente tolerantes
Avena*, Lupino azul, Pasto ovello, Triticale*	20 - 30	Altamente tolerantes

*Algunos cultivares, **Nivel de saturación de Al sobre el cual se reduce el rendimiento. Fuente: Cregan *et al.* (1986). Liming problems acids soils. Department of Agriculture, New South Wales.

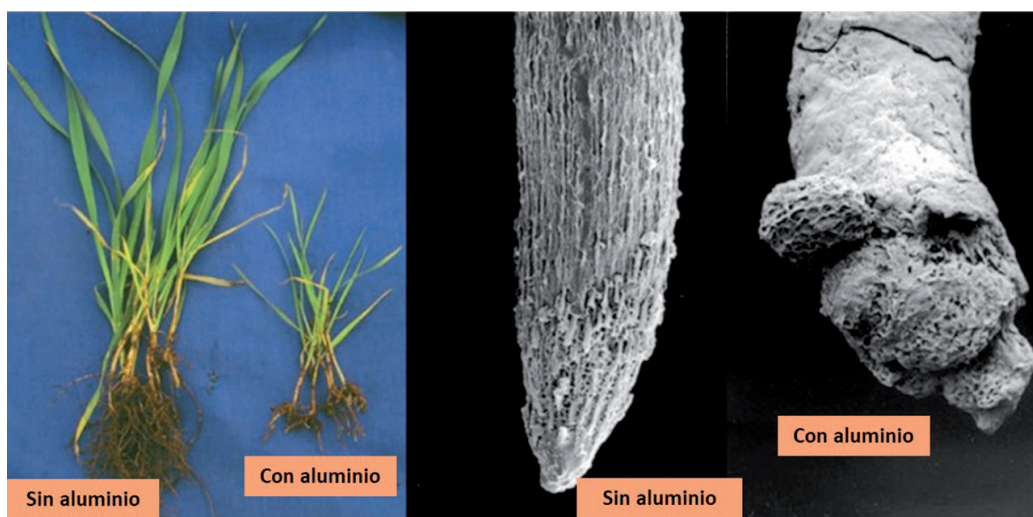


Figura 1. Fitotoxicidad por aluminio en plantas. Fuente: <https://www.intagri.com>

afecta el volumen de las raíces laterales (Figura 1), disminuyendo su capacidad de absorción de agua y nutrientes disponibles (calcio, magnesio, potasio y fósforo) desde el suelo, lo que genera efectos detrimentales en el establecimiento de praderas, crecimiento y desarrollo de la especie pratense y, por ende, en la productividad y calidad forrajera.

¿Cómo solucionamos la acidificación del suelo?

La neutralización de la acidez del suelo (pH ácido y/o saturación de aluminio) se logra con la aplicación de enmiendas calcáreas cuando existe humedad en el

suelo.

Los mecanismos de reacción de las enmiendas calcáreas son los siguientes: los iones calcio de la enmienda calcárea desplaza los iones hidrógeno (H^+) y aluminio (Al^{3+}) desde los sitios de intercambio en los coloides del suelo (arcillas y materia orgánica) a la solución del suelo, donde reaccionan con los iones bicarbonatos (HCO_3^-) que al hidrolizarse, aumentan el pH del suelo y generan iones hidroxilo OH^- que neutralizan los iones de aluminio (Al^{3+}) dejándolos químicamente inertes (Figura 2). Por ello, el yeso y otras sales neutras no son enmiendas ya que no neutralizan los iones hidrógeno (H^+) de la solución del suelo.

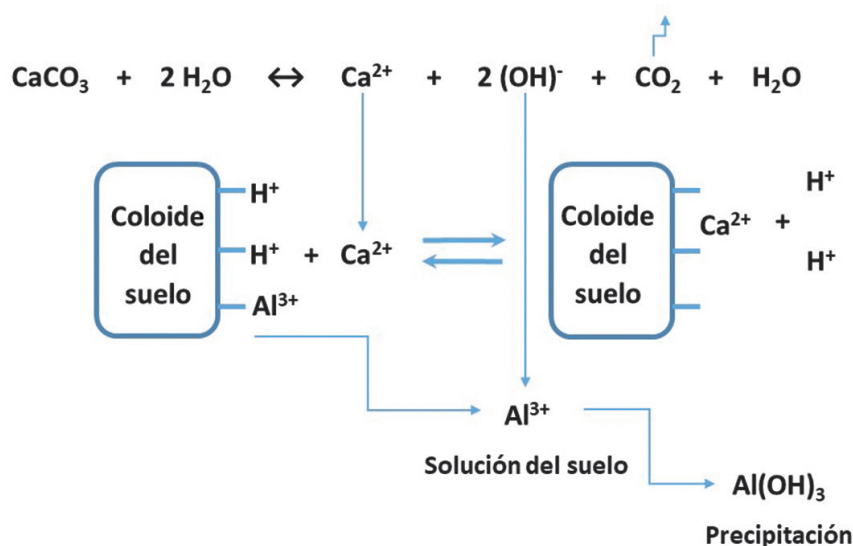


Figura 2. Reacciones de neutralización del aluminio intercambiable por efecto de la aplicación de enmienda calcárea. Fuente: Campillo (2013). <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39297.pdf>

¿Cómo seleccionamos la enmienda calcárea?

La selección de la enmienda calcárea depende de los siguientes factores:

- **Tamaño de partículas o grado de finura:** Mientras más fina es la enmienda, presenta mayor superficie de contacto con el suelo y reacciona más rápido. A igual tamaño de partículas, las calcíticas presentan mayor efecto que las dolomitas, como resultado de su mayor velocidad de solubilización con la humedad del suelo. Las partículas que pasan a través de la malla 60 y superiores son de adecuada eficiencia agronómica.
- **Valor de neutralización:** Es la capacidad de la enmienda para neutralizar ácidos, la cual dependerá de su composición química, grado de pureza y efecto residual y, además, se relaciona directamente con la cantidad a ser aplicada (Cuadro 2).

La dosis de la enmienda debe corregirse en función del valor del poder relativo de neutralización total (PRNT) o valor agronómico, PRNT calculado:

$$\text{PRNT} = (\text{VN} * \text{ER}) / 100$$

$$\text{DOSIS DE ENMIENDA} = (\text{dosis recomendada} * 100) / \text{PRNT}$$

¿Qué dosis de enmienda calcárea debo usar?

Para los productores agropecuarios de las Regiones de Los Ríos y Los Lagos se han establecido tablas de

Cuadro 2. Valor de neutralización (VN) y eficiencia relativa (ER) de enmiendas calcáreas.

Enmienda	VN (%)	ER (%)
Agrical	99 ± 1,2	98 ± 1,0
Agrocal	92 ± 1,5	77 ± 0,8
Azuterra	80 ± 0,7	96 ± 0,8
Azuterra magnesio	84 ± 1,1	97 ± 0,3
Cal Terra	98 ± 2,3	97 ± 0,7
Cal Zotti	85 ± 1,8	96 ± 0,4
Catamutún	95 ± 1,0	97 ± 0,4
Magnecal 7	94 ± 0,8	98 ± 0,6
Magnecal 15	100 ± 1,5	99 ± 0,1
Soprocál	93 ± 0,8	98 ± 0,4

Fuente: Alfaro y Bernier (2008). <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39297.pdf>

recomendaciones de dosis de carbonato de calcio (Cuadro 3). Las cuales no debe exceder los 3.500 kg CaCO₃ ha⁻¹ año⁻¹ en cobertera en praderas y 4.700 kg CaCO₃ ha⁻¹ año⁻¹ incorporada previo al establecimiento de pradera, para evitar desbalances entre las relaciones de las bases intercambiables del suelo. El sobre encalado disminuye la disponibilidad de micronutrientes esenciales en el suelo.

Para aprovechar los beneficios del encalado en el suelo (neutralizar la acidificación, aumentar la retención de bases intercambiables, disminuir la fijación de fósforo, aumentar la actividad microbiana que mineraliza la materia orgánica) y pradera (aumentar el rendimiento y persistencia, mejorar la composición botánica y calidad nutritiva) se debe complementar con una fertilización balanceada, para lo cual es necesario diagnosticar el nivel de fertilidad a través del análisis químico de suelo (praderas: 0-10 cm). Otros beneficios del encalado son:

Cuadro 3. Dosis de carbonato de calcio para suelos de las Regiones de Los Ríos y Los Lagos.

Saturación de aluminio (%)	Profundidad de suelo 0-10 cm			Profundidad de suelo 0-20 cm		
	T	RA	Tr	T	RA	Tr
	(kg CaCO ₃ ha ⁻¹)					
6	342	236	262	613	429	477
10	1.300	897	997	2.330	1.631	1.812
15	2.060	1.422	1.580	3.693	2.585	2.872
20	2.600	1.794	1.993	4.660	3.262	3.624
25	3.019	2.083	2.314		3.787	4.208
30	3.361	2.319	2.576		4.216	4.684
35		2.518	2.798		4.579	
40		2.691	2.990			
45		2.843	3.159			
50		2.980	3.311			

T: Trumaos, RA: Rojos Arcillosos, Tr: Transición. Fuente: Adaptado de Undurraga (2000). <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR25010.pdf>

mejorar el desarrollo radicular (pradera más resistente durante los periodos de sequía), favorecer la nodulación de leguminosas (fijación de nitrógeno), potenciar el efecto de los herbicidas y, finalmente, disminuir el pH ácido y/o saturación de aluminio no sólo aumenta el rendimiento de la pradera sino que también el retorno económico de los productores agropecuarios.

¿Cómo aplicar el encalado?

La enmienda calcárea debe ser aplicada en su totalidad en una sola oportunidad. Durante el proceso de preparación del suelo, previo al establecimiento de una pradera, una aplicación uniforme y eficiente del encalado se logra aplicando la mitad de la dosis al suelo previo a la aradura y el resto después de ésta y antes del uso de rastra o vibrocultivador (Figura 3), lo cual permite distribuirla uniformemente e incorporarla a la mayor profundidad de labor posible (20-25 cm). En cambio, en praderas establecidas, la enmienda calcárea se aplica en cobertera, donde la pluviometría, riego o pisoteo del ganado permite su incorporación al suelo.

¿Cuál es la época correcta para encalar el suelo?

La enmienda calcárea debe ser aplicada en su totalidad en una sola oportunidad y cuando existan condiciones climáticas favorables (humedad del suelo) para que pueda reaccionar con el suelo (periodo de incubación). El periodo de incubación de las enmiendas es variable y depende de la solubilidad de la enmienda y la humedad



Figura 3. Aplicación de enmienda calcárea en suelo Trumao. Fuente: Campillo (2014). <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR39309.pdf>

del suelo, para que ejerzan eficazmente su acción. El carbonato de calcio (Cal agrícola) debe aplicarse 30-45 días previo al establecimiento de praderas, en cambio, el carbonato de calcio y magnesio (Dolomita) 3-4 meses, por su menor solubilidad.

En el caso de praderas establecidas, la enmienda se aplica en cobertera y su efecto se concentrará solo en los primeros 5 cm del suelo; debido a que el calcio queda adsorbido en la capa superficial del suelo y es muy poco móvil. El efecto de la aplicación en cobertera a praderas es real después del primer año. Después de 3 a 4 años se pierde cerca del 50% del efecto inicial del encalado (efecto residual), por ello es necesario volver a encalar.



Región de Los Ríos
GOBIERNO REGIONAL

Agradecimiento

Programa de "Transferencia tecnológica para el eslabón productivo de la cadena ovina, láctea y hortofrutícola" perteneciente a la Política Regional de Desarrollo Silvoagropecuario del Gobierno Regional de Los Ríos.

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor.

La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA.

Editores: Rodrigo De La Barra Ahumada, Ing. Agrónomo, Dr. Cs.; Ingrid Martínez González, Ing. Agrónomo, M. Sc., Dr. Cs.; Homero Barría Ojeda, Ing. Agrónomo y Luis Opazo, Periodista, M.C.E. / INIA Remehue.

INIA Remehue, Ruta 5, km 8, Osorno, Chile. Fono +5664 2334819

www.inia.cl

