



INIA

El azufre en los suelos volcánicos de la Zona Intermedia de Aysén: Pérdidas de sulfato por lixiviación

Christian Hepp y Pier Barattini

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO N°38



INTRODUCCIÓN

Los suelos de la Zona Intermedia de Aysén se originaron predominantemente de cenizas volcánicas (Andisoles: *Hapludands*). Su textura fluctúa generalmente desde franco arenosa a areno francosa y son suelos con rangos de pH 6-6,5 (ligeramente ácidos). Se caracterizan por presentar contenidos de materia orgánica bastante alta (12-18%). Sus principales deficiencias nutricionales son el fósforo (niveles medios a bajos) y, especialmente, el azufre disponible (sulfato), que presenta generalmente niveles muy bajos (<1-3 mg/kg).

Durante el proceso de colonización de la zona ocurrido en el siglo XX, se eliminó gran parte del bosque nativo a través del uso del fuego. Los bosques fueron reemplazados parcialmente por especies forrajeras para establecer praderas para el ganado ovino y bovino. En zonas de menor acceso y mayores pendientes, el suelo quedó descubierto y con alta susceptibilidad a procesos de erosión, provocados por viento y lluvia.

Además de la extracción de nutrientes ejercida a través de la ganadería y sus productos, muchos elementos nutritivos del suelo se perdieron por arrastre erosivo. Por otra parte, una fracción de nutrientes más solubles

(y particularmente el azufre en la forma de sulfato) se perdía a través de la lixiviación o "lavado" del suelo.

A través de las décadas de extracción y pérdidas de nutrientes, los suelos de la Zona Intermedia se fueron degradando, lo que se vio reflejado en producciones bajas de las praderas e invasión de especies malezas de bajo requerimiento y escaso valor forrajero.

EL AZUFRE EN EL SUELO

Entre los elementos nutritivos esenciales para el crecimiento vegetal se cuenta el azufre. Este elemento muchas veces se considera secundario en los sistemas productivos agropecuarios, ya que en muchas zonas no es altamente limitante. En el caso de los suelos volcánicos de la Zona Intermedia de la región de Aysén (Patagonia occidental), el azufre presenta generalmente niveles críticos para el crecimiento de las praderas, por lo que se utilizan habitualmente fertilizantes que aporten este elemento. Entre los fertilizantes más utilizados está el azufre elemental (S) o azufre "ventilado", aunque también se usan formas más solubles, como el sulfato de potasio (K_2SO_4), de magnesio ($MgSO_4$) o calcio ($CaSO_4$, también conocido como yeso agrícola o fertiyeso), y el superfosfato normal (SFN, que contiene una significativa proporción de azufre (11-13%), a diferencia del superfosfato triple).

EL AZUFRE DISPONIBLE

El azufre, en su forma elemental, es insoluble en agua. Por su parte, las plantas absorben el azufre en la forma de sulfato ($S-SO_4$), que corresponde al denominado "azufre disponible".

Por ello, las formas de azufre elemental deben ser transformadas a sulfato en el suelo, lo que ocurre por la acción de algunas bacterias que oxidan el azufre. Por ello, cuando se utiliza azufre elemental como fuente de fertilización, el efecto de éste es mucho más lento, ya que el azufre debe sufrir ese proceso de transformación. Por otro lado, si se usan fertilizantes del tipo sulfatos, ellos permiten una más rápida utilización por los vegetales.

Los niveles de azufre en forma de sulfato ($S-SO_4$) medidos en suelos de la Zona Intermedia de Aysén son habitualmente muy bajos y valores de 1-2 mg/kg o inferiores, son frecuentes, con lo que la respuesta a la aplicación de azufre en los suelos es habitualmente alta.

En los suelos, el azufre, además de las formas minerales (como el sulfato) se encuentra mayoritariamente en compuestos orgánicos (azufre en materia orgánica).

La materia orgánica sufre procesos de mineralización, donde diferentes grupos de microorganismos actúan para transformarla también a sulfato. Por otra parte, también ocurren procesos inversos de inmovilización de azufre, que vuelve a fracciones orgánicas.

Evaluaciones de azufre disponible ($S-SO_4$) durante años en suelos de la Zona Intermedia de Aysén, indican que incluso con aplicaciones repetidas de azufre, la concentración de $S-SO_4$ continúa siendo limitante. Ello indicaría que la capacidad de retención de azufre de estos suelos es baja y que existiría eventualmente un índice de lixiviación (pérdida por lavado) elevado.

El sulfato es un anión, o sea un ion con carga negativa, por lo que queda expuesto a ser arrastrado por el agua que infiltra en el suelo. Los coloides del suelo (arcillas y materiales húmicos), principalmente presentan cargas negativas, por lo que no atraen a estos aniones y los dejan expuestos al proceso de lixiviación.

RESPUESTAS AL AZUFRE EN PRADERAS DE LA ZONA INTERMEDIA

Una de los primeros trabajos del INIA en Aysén en la década del 80 y 90, estuvieron referidos a las respuestas de las praderas naturalizadas a la aplicación de fósforo y azufre. Los resultados indicaron que en la Zona Intermedia, la deficiencia de azufre en el suelo era extrema y que éste era un elemento primordial en una dosis de fertilización. Se demostró que la inclusión de azufre en dosis de sólo 30 kg S/ha, junto con la aplicación paralela de fósforo, provocaba una respuesta productiva en la pradera, la que podía aumentar entre 3 a 7 veces, pasando de niveles tan bajos como 1.000 kg MS/ha a superar los 7.000 kg MS/ha. Junto a lo anterior, en sólo tres años se provocaba un cambio notable en la composición botánica de la pradera, pasando de una pradera dominada por malezas a una con participación mayoritaria de trébol blanco (figura 1). Esto último tiene además un efecto directo sobre el valor nutritivo del forraje, el que presenta niveles de proteína y energía superior a la pradera original.



FIGURA 1. Pradera naturalizada de la Zona Intermedia de Aysén fertilizada con azufre y fósforo, dominada por trébol blanco en verano.

EL FENÓMENO DE LIXIVIACIÓN

El requerimiento de azufre en los suelos de esta zona lleva a pensar en factores que impiden que este elemento se vaya acumulando en el perfil y que esté así disponible para las plantas.

Uno de los factores más importantes en las pérdidas de azufre del suelo superficial es la lixiviación de sulfato, compuesto mineral soluble que se arrastra con relativa facilidad por el agua de infiltración.

Trabajos en Nueva Zelanda en suelos volcánicos de textura similar, reportan un movimiento intenso de sulfato hacia las capas inferiores del suelo, producto de la precipitación, y una baja capacidad de retención de azufre del suelo.

La intensidad del problema que representa la lixiviación depende también del tipo de fertilizante usado (la forma química en que está el azufre), la época de aplicación del fertilizante, la densidad de la cubierta vegetal, entre otros. Mención aparte merece el fenómeno de escurrimiento superficial, donde también pueden ocurrir pérdidas de azufre. Ello es frecuente en sectores de pendientes y es más grave si el suelo está descubierto.

De esta forma, es importante evaluar las pérdidas de sulfatos que ocurren en los suelos de la Zona Intermedia de Aysén, para explicar en parte la dinámica de este elemento en el suelo y vincularlo con los requerimientos de los sistemas ganaderos imperantes.

EVALUACIÓN DE LIXIVIACIÓN DE SULFATOS EN SUELOS DE AYSÉN

En la Zona Intermedia de Aysén, el INIA ha realizado algunas evaluaciones para determinar el efecto de la aplicación de azufre sobre la composición de los lixiviados en un suelo volcánico. Ello se refiere a los nutrientes que arrastra el agua al ir infiltrando en el suelo producto de la gravedad.

Se trabajó con lisímetros preparados con tubos de PVC hidráulico de 60 cm de profundidad, con un suelo inalterado y cobertura vegetal correspondiente a una pradera naturalizada. En estos tubos se colecta en la parte inferior el líquido lixiviado, el que posteriormente se analiza en laboratorio.



De acuerdo a resultados preliminares, en un suelo no fertilizado de la Zona Intermedia de Aysén se midió en promedio una concentración de 0,35 mg S-SO₄/litro de lixiviado en invierno. Si se considera el balance hídrico de un año normal en la zona, se tiene que julio y agosto son los meses con mayor exceso de agua y dónde hay más riesgo de pérdidas por lixiviación. En ambos meses, en promedio se tiene alrededor de 190 mm de exceso de agua, la que se pierde mayormente por lixiviación. De acuerdo a ello, se podría estimar que sólo en ese período es factible perder del orden de 6,5 kg de sulfato/ha producto del proceso de lixiviación.



Si a ello se agregan Las pérdidas factibles de tener durante eventos de precipitación intensa en otras épocas del año, las pérdidas de sulfato pueden llegar a ser muy significativas. Cuando se aplicaron fertilizantes en forma de sulfato, la concentración en los lixiviados aumentó sustancialmente.

En esta experiencia, como el suelo no fue sometido a fertilización, el sulfato que se perdió por lixiviación provenía mayoritariamente de la mineralización de la materia orgánica.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo que se ha indicado, el azufre es un elemento nutritivo fundamental en los suelos volcánicos de la Zona Intermedia de Aysén. Estos suelos tienen un drenaje muy rápido y son por lo tanto muy susceptibles a ser lavados o, en otras palabras, estar expuestos a los procesos de lixiviación. Ello implica que algunos elementos químicos pueden ser arrastrados y llevados a una profundidad en que ya no están disponibles para las plantas.

Como el azufre que se aplica en fertilizantes puede estar en diferentes formas, es posible señalar que:

- a. Cuando se usa azufre elemental (azufre ventilado), que es insoluble en agua, no está expuesto a lixiviación y podría ser usado en cualquier época del año. Su efecto sin embargo es muy lento en el suelo.
- b. Cuando se usan formas más solubles, como el sulfato de potasio, sulfato de magnesio o sulfato de calcio (yeso), sería más recomendable aplicarlos en primavera, de modo de evitar mayores pérdidas por lixiviación debido a precipitaciones del invierno.
- c. Debe considerarse que parte del sulfato que se lixivia corresponde a aquel que se mineralizó desde la materia orgánica del suelo, por lo que también hay pérdidas por esa vía.

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.

Editor: Christian Hepp K. (MPhil PhD Ing. Agr.)

INIA Tameil Aike, Km 4,5 camino Coyhaique Alto Fono (56-67) 2-252320.

www.inia.cl

Año 2019
INFORMATIVO Nº 38

