

ESTRATEGIAS DE LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN PRADERAS

ERIKA M. VISTOSO GACITÚA
Ing. Agr., Dr. Cs., INIA Remehue
evistoso@inia.cl

PATRICIO SANDAÑA GÓMEZ
Ing. Agr., Dr. Cs., INIA Remehue
patricio.sandana@inia.cl

Introducción

Las plantas requieren de nutrientes minerales que cumplen una determinada función en el metabolismo vegetal, cuyo déficit o exceso limitará su normal crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, es necesario conocer: i) Cuáles son los nutrientes minerales esenciales, ii) la Demanda del nutriente: la cantidad que se requiere para un normal crecimiento y desarrollo vegetal, iii) el Suministro del nutriente: la capacidad natural del suelo para suministrar este nutriente esencial y, iv) Eficiencia de la fertilización: fracción del nutriente en el fertilizante que es finalmente absorbido durante la temporada.

Los suelos volcánicos (Trumaos, Rojo Arcillosos y Ñadis) de la Región de Los Lagos presentan diferentes propiedades físicas y químicas que inciden en la productividad y persistencia de las praderas. Inicialmente, la principal limitante es su acidez natural, la cual implica baja concentración de bases intercambiables, alta concentración de aluminio intercambiable y, por lo tanto, un alto porcentaje de saturación de aluminio (toxicidad por aluminio), siendo necesaria la aplicación de enmiendas calcáreas. Una vez superada esta condición,

la baja concentración de fósforo (P) y la alta capacidad de adsorción de P de estos suelos, son el segundo factor que limita el crecimiento y desarrollo de las especies pratenses.

Para establecer las estrategias de fertilización fosfatada de praderas se deben considerar el aporte de P disponible del suelo (suministro de P), la capacidad de adsorción de P del suelo (afecta la eficiencia de fertilización), la absorción de P de las especies pratenses (demanda de P), la utilización de la pradera, el historial de manejo de la fertilización y las características edafoclimáticas de cada localidad en particular. De acuerdo a estos antecedentes, podemos considerar fertilizaciones de corrección y fertilizaciones de mantención.

El objetivo de la fertilización de corrección, es incrementar la concentración de P disponible del suelo hasta un nivel por sobre el cual no hay respuesta a la fertilización fosfatada. En cambio, el objetivo de la fertilización de mantención es mantener este nivel de P disponible en el suelo, que es suficiente para sostener la productividad, a través del tiempo. De esta forma, al haber alcanzado una fertilidad alta (20-25 ppm o mg kg⁻¹ P), la concentración



de P disponible puede mantenerse con una fertilización de mantención o disminuir paulatinamente en el suelo según la absorción de las especies pratenses, si es que se deja de fertilizar con P, generando la degradación de la pradera.

Fertilización balanceada para un manejo sustentable en praderas

La elección de la alternativa de fertilización, además deberá considerar la disponibilidad de otros nutrientes; debido a que la corrección de otras deficiencias nutritivas favorecerá la asimilación del P por las especies pratenses

y, por ende, una mayor producción de forraje de la pradera. En el Cuadro 1, se presentan los rangos óptimos de características químicas de un suelo Trumao, para un crecimiento óptimo de las praderas.

El fósforo en el suelo

El P disponible en el suelo corresponde al P en solución del suelo y al P en la fase sólida del suelo (P lábil), este último de rápida disponibilidad para las plantas. El P en la solución del suelo está en equilibrio directo con el P en la fase sólida del suelo (Figura 1). Las plantas pueden absorber P desde la solución del suelo preferentemente

Cuadro 1. Niveles óptimos de fertilidad para la mantención de praderas en suelos Trumaos (0-10 cm.).

Parámetro	Nivel óptimo de fertilidad
pH en agua	5,6 a 5,8
Fósforo, P (ppm o mg kg ⁻¹)	20 – 25
Azufre, S (ppm o mg kg ⁻¹)	20 – 25
Calcio, Ca (cmol(+) kg ⁻¹)	9 – 13
Magnesio, Mg (cmol(+) kg ⁻¹)	1,0 – 2,5
Potasio, K (cmol(+) kg ⁻¹)	0,5 – 0,8
Sodio, Na (cmol(+) kg ⁻¹)	0,2 – 0,5
Suma de bases (cmol(+) kg ⁻¹)	11 – 16
Saturación de aluminio (%)	< 3

Figura 1. Disponibilidad de fósforo en el suelo para las plantas.



como H_2PO_4^- ($\text{pH} < 7,2$) y HPO_4^{2-} ($\text{pH} > 7,2$), el cual es aportado por la fracción lábil de naturaleza orgánica e inorgánica. A su vez, la fracción lábil se encuentra en equilibrio con la fracción no lábil.

En los suelos volcánicos, la concentración de P en la solución del suelo es muy baja ($0,01$ a $3,0 \text{ mg kg}^{-1}$) e inadecuada para sostener el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por lo tanto, la reposición de P desde la fracción lábil es muy relevante para el adecuado suministro de P.

La medición de la capacidad de los suelos para suministrar P a las plantas se puede realizar a través de diferentes métodos de análisis químicos. La metodología de P Olsen utiliza como extractante NaHCO_3 $0,5\text{M}$ a $\text{pH} 8,5$ para cuantificar esta fracción lábil (P inorgánico y P orgánico débilmente adsorbido), en cambio, la metodología de la resina de intercambio iónico basada en reacciones de adsorción y desorción cuantifica el P inorgánico directamente intercambiable con la solución del suelo.

Por ello, esta última metodología puede ser más apropiada para cuantificar el aporte de P disponible en suelos fertilizados con fertilizantes fosfatados independiente de su solubilidad.

Cuadro 2. Cantidad de P_2O_5 a aplicar para incrementar en 1 ppm la concentración de fósforo (CP) en diferentes tipos de suelo en la estrata $0-10 \text{ cm}$.

Suelo	kg de P_2O_5 / ppm
Trumao	28 - 37
Rojo Arcilloso	23 - 27
Ñadi	34 - 39

En definitiva, la selección del análisis de P disponible en el suelo y su interpretación dependerán del ajuste entre la fracción extraída de P, el P absorbido por la planta y de las características físicas y químicas del suelo, de las condiciones edafoclimáticas, del cultivo o pradera, del manejo de la fertilización y de los factores económicos.

Manejo del fósforo en suelos volcánicos bajo pradera

En el suelo, la concentración de P no debe ser limitante para el crecimiento y desarrollo de la pradera. Por lo tanto, la fertilización fosfatada de las praderas puede estar orientada a fertilizaciones de corrección y de mantenimiento, parcializadas en otoño (40%, segunda quincena de febrero-abril) y primavera (60%, segunda quincena de agosto-septiembre).

La escasa movilidad del P aplicado al suelo implica la localización de toda la dosis del fertilizante fosfatado soluble cerca de la semilla durante la siembra, con el objetivo de aumentar la eficiencia de absorción de estos fertilizantes. En cambio, los fertilizantes fosfatados insolubles deben incorporarse en la última labor de rastraje para asegurar su reacción con el suelo.

En los casos de bajos niveles de fertilidad en el suelo ($5-10 \text{ ppm}$ o mg P kg^{-1}), se recomienda realizar una fertilización fosfatada de corrección para alcanzar un nivel medio de fertilidad en un período de dos a tres años.

En praderas con niveles medios de fertilidad ($10-20 \text{ ppm}$ o mg P kg^{-1}) es necesario corregir en forma gradual las deficiencias del suelo para alcanzar los niveles óptimos ($20-25 \text{ ppm}$ o mg P kg^{-1}). Una vez alcanzado este nivel de P será necesario considerar la fertilización de mantenimiento, la cual corresponde a los niveles de P que son exportados del potrero, ya sea como forraje o productos (carne, leche y/o lana).



Considerando que la fertilización fosfatada de praderas debe tener en cuenta la capacidad tampón del suelo (dosis de P necesaria para incrementar en una unidad el P disponible en el suelo), el tipo de fertilizante fosfatado a aplicar y los parámetros de acidez del suelo (pH en agua y % saturación de aluminio). En el Cuadro 2, podemos observar las cantidades de P_2O_5 recomendadas para incrementar en 1 ppm la concentración de P en los suelos Trumaos, Rojo arcillosos y Ñadis bajo pradera, respectivamente.

Criterios a considerar en la elección de los fertilizantes fosfatados

En la selección del tipo de fertilizante fosfatado para su aplicación al suelo se deberán considerar los criterios del Cuadro 3.

Cuadro 3. Criterios de selección del fertilizante fosfatado a aplicar en el suelo.

Fertilizante Fosfatado Soluble	Fertilizante Fosfatado Insoluble
Se requiere una rápida respuesta en la planta (cultivos de ciclo vegetativo corto).	No se requiere una rápida respuesta en la planta (cultivos de ciclo vegetativo largo).
Se requiere incrementar rápidamente la concentración de P en el suelo.	Se requiere incrementar lentamente la concentración de P en el suelo.
Suelos con $pH_{\text{agua}} > 5,8$ y baja concentración de P.	Suelos con $pH_{\text{agua}} < 5,8$ y media a alta concentración de P.
No existe riesgo de escurrimiento en el suelo (suelos con baja pendiente).	Si existe riesgo de escurrimiento en el suelo (suelos con alta pendiente).



Agradecimientos:
 Gobierno Regional de la Región de Los Lagos, Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la Región de Los Lagos e Instituto de Investigaciones Agropecuarias.