

ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN DE PRADERAS PERMANENTES Y SU IMPACTO EN EL INGRESO NETO



Numerosas investigaciones han demostrado el alto potencial productivo de las praderas naturalizadas de mediana a buena condición, que son mejoradas mediante una adecuada fertilización y un correcto manejo del pastoreo.

Julián Parga M.

jparga@inia.cl
Ingeniero Agrónomo D.E.A.

Enrique Siebald Sch.

Ingeniero Agrónomo

INIA Remehue

En la zona sur de Chile, la fertilización de praderas naturalizadas de mediana a buena condición permite aumentar gradualmente la producción de forraje, hasta superar el 100% del valor inicial al cabo de 3 a 4 años, al igual que la producción de carne por hectárea.

De acuerdo a los resultados obtenidos por INIA en diferentes ensayos realizados en la Región de Los Lagos, la fertilización anual con 50 a 100 kg/ha de P_2O_5 y 30 a

60 kg/ha de N, más correcciones eventuales con potasio, azufre y/o cal según el caso, han permitido producciones de forraje entre 8.500 y 10.500 kg de materia seca (ms) por hectárea al año. Estos rendimientos han aumentado hasta 13.000 kg ms cuando la dosis anual de N se incrementó a 90 o 100 kg/ha y se aplicó en más de una parcialidad (cuadro 1).

No obstante la amplia evidencia aportada por estos y otros resultados productivos, la rentabilidad de la fertilización de praderas dedicadas a producción de carne está hoy en día severamente cuestionada. Esto se debe a que la fuerte alza del costo de los insumos, particularmente de los fertilizantes, en relación al valor del kg de peso vivo generado, no garantiza un resultado económico positivo.

En el cuadro 2 se presenta una estimación del ingreso marginal generado por la fertilización de praderas en las actuales condiciones de precios, a través de un análisis de presupuesto parcial. El cuadro se confeccionó asumiendo incrementos productivos probables a diferentes planes de fertilización, con respecto a la pradera naturalizada sin fertilizar, basándose en la evidencia experimental disponible. Se evaluó el costo adicional correspondiente a la adquisición y aplicación de los fertilizantes, y el ingreso neto originado por la producción adicional resultante en cada caso.

Se compararon tres alternativas de fertilización de mantenimiento de praderas, más una pradera sembrada de alta producción, cuya amortización del establecimiento se realizó en seis años. En todos los casos se contempló la utilización de la pradera con novillos en fase de recría-engorda y la conservación de forraje de un 30% de la superficie, para la suplementación invernal. Los kilos de carne incrementales fueron valorados en \$700/kg de peso vivo (PV) y los costos adicionales de la fertilización se calcularon con precios de agosto 2008, e incluyeron la aplicación de los siguientes insumos:

- **Pradera naturalizada sin fertilizar (PN): 0**
- **Pradera mejorada1 (PM1):** cal = 1.200 kg/ha cada 3 años; superfosfato triple = 110 kg/ha; urea = 200 kg/ha en dos parcialidades. La superficie rezagada para conservación de forraje (30% del total), recibe un extra de 100 kg/ha

de urea al inicio del rezago; 100 kg/ha de muriato de potasio y 50 kg/ha de Sulpomag.

- **Pradera mejorada2 (PM2):** igual a PM1, pero se aumenta el superfosfato triple a 225 kg/ha, aplicado en dos parcialidades, otoño y primavera.

- **Pradera mejorada3 (PM3):** igual a PM2, pero se reemplaza el superfosfato triple por 580 kg/ha de roca fosfórica Bifox (18% P₂O₅).

- **Pradera sembrada de alta producción (PS):** incorpora los costos de maquinaria e insumos utilizados en el establecimiento (amortizados en 6 años), más los de la fertilización de mantención de PM3.

Si bien los antecedentes productivos del cuadro 2 no pretenden ser exactos y pueden ser discutibles en algunos aspectos, éstos son contundentes en mostrar la tendencia a ingresos marginales por hectárea bastante bajos e incluso negativos en algunos casos.

Fertilización de mantención con fósforo

En el escenario económico actual, la fertilización fosfatada sólo se justificará en las dosis mínimas necesarias para mantener los niveles de fósforo alcanzados en aquellos potreros corregidos o en vías de corrección.

Si se consideran pérdidas anuales promedio entre un 10 a 20% del fósforo disponible en el suelo (P Olsen) y requerimientos de 12 a 18 kg/ha para que aumente en 1 ppm en los primeros 10 cm —lo que obviamente es variable

Cuadro 1. Producción anual de forraje y de carne con sistemas de recría-engorda, en praderas naturalizadas mejoradas mediante fertilización y drenaje del suelo

Localidad	Tipo de suelo	Fertilización (kg/ha)		Producción promedio (kg/ha)		Autores
		Fósforo (P ₂ O ₅)	Nitrógeno (N)	Forraje (ms)	Carne (PV)	
Fresia	Rojo arcilloso	100	30-60	8.575	680	Parga y col., 1995
Los Muermos	Trumao	70-90	28-38	9.660	688	Siebold y col., 1996
Quilanto	Ñadi (1)	100	30	9.211	761	Iraira y col., 1996
Remehue	Trumao	50-100	28-48	10.500	806(3)	Siebold y col., 1983
Pto. Toledo	Trumao	85-110	35-43	10.251	1.050(4)	Siebold y col., 1999
Paraguay Grande	Trumao	110	100	12.141	-	Siebold y col., 2004
Quilanto	Ñadi (1) (2)	50	90	10.849	798	Goic y col., 2006
Quilanto	Ñadi (1) (2)	100	90	13.033	955	Goic y col., 2006

(2) Producción promedio de las primeras dos temporadas en que se aplicó la fertilización.

(3) Promedio de las últimas 7 temporadas de evaluación.

(4) Se adicionaron animales durante las primaveras para evitar la conservación de forraje. El heno utilizado en invierno provino de fuera de los sistemas.

Cuadro 2. Cálculo del costo e ingreso marginal por hectárea resultante de la fertilización de praderas, en base a rendimientos e incrementos productivos estimados a partir de los resultados de investigación

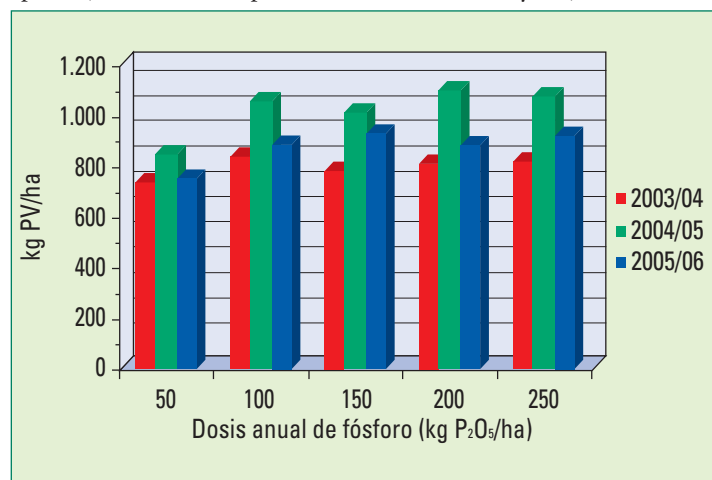
Tipo de pradera(1)	Rendimiento anual (kg ms/ha)	Costo marginal (\$/ha)	Producción de carne (kg PV/ha)	Kg de carne adicionales (kg PV/ha)	Ingreso marginal (\$/ha) (3)
PN (2)	4.500 - 5.500	0	280 - 350	0	0
PM1	10.000	291.240	750	470 - 400	37.760 a -11.240
PM2	13.000	420.440	950	670 - 600	48.560 a -440
PM3	12.000	366.040	900	620 - 550	67.960 a 18.960
PS	14.000	474.244	1.000	720 - 650	29.756 a -19.244

(1) PN = Pradera naturalizada sin fertilizar (testigo); PM1 a PM3 = Praderas mejoradas mediante diferentes planes de fertilización; PS = Pradera sembrada de alta producción (ver texto).

(2) Para PN se presenta el rango más probable de producción de forraje y de carne según su condición.

(3) Valor del kg de peso vivo = \$700/kg.

Figura 1. Producción de carne por hectárea en función de la dosis de fósforo aplicada, durante tres temporadas de evaluación (Goic y col., 2006).



dependiendo del tipo de suelo— se requieren dosis mínimas de mantención de 50 a 100 kg/ha de P₂O₅ en la mayoría de las situaciones. Estas dosis coinciden con las que históricamente han demostrado mayor eficiencia técnica y económica (cuadro 2, figura 1).

Sin embargo, en praderas fertilizadas abundantemente y que han acumulado fósforo residual en el suelo, es posible suspender su aplicación por una temporada sin grandes mermas en el rendimiento de forraje ni en la producción de carne. La figura 1 muestra los resultados de tres temporadas de evaluación obtenidos por Goic y col. (2006), al fertilizar con cinco dosis de fósforo (50, 100, 150, 200 y 250 kg/ha de P₂O₅, como superfosfato triple) durante las dos primeras temporadas y omitir el fósforo en la tercera. La pradera recibió 90 kg/ha/año de nitrógeno durante todo el ensayo y los niveles de potasio, azufre y pH fueron parcialmente corregidos al inicio

de la experiencia.

Se aprecia que la producción de carne (kg PV/ha) aumentó significativamente con el incremento de la dosis entre 50 y 100 kg/ha de P₂O₅, pero la respuesta fue prácticamente nula para las dosis superiores. Para una misma dosis de fósforo, la producción de carne aumentó entre la primera y segunda temporada de fertilización y disminuyó en la tercera, en que se omitió la fertilización fosfatada. Sin embargo, en la tercera temporada la producción de carne fue mayor a la obtenida durante la primera, para todas las dosis aplicadas, y esta diferencia tendió a aumentar en la medida que las dosis de fósforo aplicadas previamente fueron superiores, debido probablemente al mayor efecto residual de las dosis elevadas.

Cabe señalar que suspender la fertilización de praderas mejoradas durante más de una temporada, significará perder gradualmente la fertilidad acumulada con

tanto esfuerzo, posibilitando su degradación paulatina. Por lo tanto, una vez que se decida revertir esta situación, habrá que recomenzar todo el proceso de mejoramiento de la pradera nuevamente.

Otro aspecto importante de analizar desde una perspectiva técnico-económica se relaciona con la fuente de fósforo. En este sentido, el uso de roca fosfórica reactiva (Bifox, Sechura u otra equivalente) puede ser una alternativa cuando el costo por unidad de P₂O₅ es inferior al de los fertilizantes tradicionales más solubles. Diversos trabajos realizados fundamentalmente en Nueva Zelanda revelan que, aunque la liberación del fósforo por las rocas fosfóricas

es más lenta en los primeros dos años, su uso continuado permite sostener producciones de forraje comparables a las alcanzadas con los fertilizantes solubles como el superfosfato triple (Sinclair y col. 1990).

Los resultados de Perrott y col. (1994) mostraron además que la producción de forraje, producto del fósforo residual que quedó luego de seis años de fertilización, fue incluso significativamente superior para los tratamientos fertilizados previamente con roca fosfórica que para aquellos que recibieron superfosfato triple, en la mayoría de los sitios estudiados.

En las comparaciones realizadas sobre praderas en el sur Chile por Sierra y col. (1999) y Siebold



y col. (2004), no se encontraron diferencias significativas de producción de forraje entre roca fosfórica y superfosfato triple, aplicados a igual dosis. En el ensayo de Siebald se obtuvo producciones de hasta 13.000 kg ms/ha a partir de la segunda temporada, con la aplicación de 110 kg/ha de P₂O₅ en forma de roca fosfórica y 100 kg/ha de N (50 + 50) como urea.

Basado en estos antecedentes y en el menor precio del kg de P₂O₅ proveniente de las rocas fosfóricas (alrededor de un 40 a 50% menos que el de superfosfato triple), su uso en la fertilización de mantención de praderas presentaría ventajas económicas evidentes (cuadro 2, página 45).

Sin embargo, dada la baja so-

Cuadro 3. Respuesta a la aplicación de 30 kg/ha de nitrógeno después de cada pastoreo en el llano central de Osorno, durante las diferentes épocas del año (adaptado de Teuber, 1998)

Estación del año	Pastoreos (Nº)	N aplicado (kg/ha)	Aumento de producción (kg ms/ha)	Producción adicional por kg N aplicado (kg ms/kg N)
Primavera	4	120	2.292	19,1
Verano	1	30	370	12,3
Otoño	2	60	882	14,7
Invierno	1	30	200	6,7
Total	8	240	3.744	15,6

lubilidad en agua y en medios con pH neutros y básicos, se deben tener presente las siguientes restricciones para un uso adecuado de la roca fosfórica como fertilizante en praderas. En primer lugar, su acción es más efectiva y persistente en el tiempo con pH del suelo iguales o inferiores a 5,8 y no debiera utilizarse con pH superiores a 6 o precipitaciones inferiores a 800 mm. En segundo término, como la roca fosfórica se disuelve lentamente en el suelo, la liberación del P es más lenta que con los fosfatos solubles. Esta diferencia puede ser de poca importancia agronómica en suelos con niveles medios a altos de fósforo, pero de mayor significación en aquellos con bajos contenidos, inferiores a 10 ppm. Por lo tanto, su uso no debiera presentar desventajas para la fertilización de mantención de praderas en suelos corregidos, pero no permitiría un rápido aumento del fósforo en aquellos en fase de corrección.

Fertilización estratégica con nitrógeno

La aplicación de pequeñas dosis de nitrógeno, del orden de 30 kg/ha cada 35 a 45 días, durante

la estación de crecimiento activo, puede ser altamente efectiva siempre y cuando las condiciones de temperatura, humedad y de fertilidad general del suelo no sean limitantes para el crecimiento de la pradera (cuadro 3). Con ello es posible producir cantidades adicionales de materia seca en forma rápida y económica, aumentando la producción anual de forraje y la eficiencia de utilización del nitrógeno total aplicado.

La respuesta probable al nitrógeno es máxima y bastante segura durante la primavera y temprano en el otoño. Sin embargo, ésta es muy variable en verano dependiendo de la humedad del suelo, y mínima en invierno debido a las bajas temperaturas.

El retorno económico en producción de carne dependerá de varios factores. En primer lugar, de una oportuna regulación de la carga animal y un adecuado manejo del pastoreo, que aseguren que el crecimiento adicional de pradera será efectivamente consumido por el ganado y no desperdiciado. Pero además será afectado por la eficiencia de conversión alimenticia de los animales, la cual disminuye en la medida que los novillos aumentan de

edad y peso y cuando el valor nutritivo de la pradera desciende, como normalmente ocurre hacia el período estival.

En las actuales condiciones de mercado y dependiendo de la carga animal, aplicaciones de hasta 90 kg/ha/año de nitrógeno, distribuido en 2 a 3 parcialidades en primavera y otoño, tienen una alta probabilidad de respuesta, tanto biológica como económica, cuando el resto de los nutrientes del suelo no son restrictivos. Las aplicaciones de verano sin embargo y, más aún las de invierno, resultan muy inciertas y cuestionables desde el punto de vista económico. Además, las pérdidas por volatilización en verano y lixiviación y desnitrificación en invierno pueden ser considerables y, por lo tanto, la eficiencia de recuperación muy baja.

Finalmente, también debe ser considerada la fuente fertilizante, ya que afecta el costo por kg de nitrógeno aportado y puede influir en la acidez del suelo, la velocidad en que será utilizado por la pradera y las posibles pérdidas que puedan producirse, dependiendo del clima imperante en torno al momento de aplicación. **Ta**

