

Informaciones Agronómicas

del Cono Sur



Instituto de la Potasa y el Fósforo

Potash & Phosphate Institute

Potash & Phosphate Institute of Canada

En este número:

Pérdidas de potasio en ganadería

Nitrógeno y azufre en trigo

Estrategias para la fertilización azufrada de alfalfa

Respuesta a la fertilización nitrogenada en trigo

Aportes del INTA

Red CREA Sur de Santa Fe: Trigo 2005/06

Pérdidas de potasio en ganadería, ¿algo de qué preocuparse?

Marta Alfaro, Francisco Salazar y Nolberto Teuber
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile
malfaro@inia.cl

Introducción

Hasta hace poco tiempo el foco de atención mundial en relación a la contaminación de los cursos de agua era su contaminación directa, sin embargo en la actualidad existe una creciente preocupación por su contaminación difusa, que proviene principalmente de los predios agrícolas. En los países desarrollados, la producción agrícola es considerada

como una de las principales actividades productivas responsables de la contaminación difusa de cursos de agua (Jarvis, 2002).

En Chile, los nuevos acuerdos comerciales logrados con la Unión Europea, Estados Unidos, México y otros países, representan un potencial de desarrollo para la ganadería, en especial para la Región de Los Lagos (39°



Vista parcial de la implementación de la metodología de lisímetros superficiales en terreno (Izquierda) y de la ubicación de las cápsulas cerámicas durante el pastoreo (Derecha).



Director: Dr. Fernando O. García
 INPOFOS Cono Sur
 Av. Santa Fe 910
 (B1641ABO) Acassuso – Argentina
 Tel/Fax (54) (011) 4798-9939
 E-mail: fgarcia@ppi-ppic.org
 Sitio Web: www.inpofos.org
www.ppi-ppic.org



Propietario: Potash and Phosphate
 Institute of Canada (PPIC)



ISSN 1666 - 7115
 No. de Registro de Propiedad Intelectual 222581

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

Contenido:

Pérdidas de potasio en ganadería, ¿algo de qué preocuparse? 1

Nitrógeno y azufre en trigo: ¿Rendimiento y proteína? 6

Estrategias para la fertilización azufrada de alfalfa en un suelo del centro de Santa Fé 12

Respuesta a la fertilización nitrogenada en trigo CREA Monte Buey-Inriville: Campañas 2004/05 y 2005/06 16

La fertilización en cultivos extensivos de la Región Pampeana Argentina: Aportes del INTA 19

Red de Ensayos en Nutrición de Cultivos Región CREA Sur de Santa Fe Resultados de la campaña 2005/06: Trigo 22

Publicaciones de Inpofos 25

Congresos, Cursos y Simposios 26

Diseño e Impresión: www.agroeditorial.com.ar
amatthiess@amatthiess.com.ar

a 43° lat. Sur y 71° a 74° long. Oeste), donde el número de cabezas alcanza a 2,4 millones, con una producción de carne que representa el 45% del total nacional (INE, 2001). La producción ganadera de esta región de Chile se basa en la utilización de las praderas permanentes, donde los sistemas pecuarios se han intensificado en la última década, en respuesta al mayor potencial económico de la actividad. Esto se ha traducido en la incorporación de mayor cantidad de fertilizantes por unidad de superficie, lo que ha incrementado la carga animal y ha mejorado la frecuencia de utilización de la pradera en pastoreo.

La pérdida de potasio (K) desde sistemas ganaderos ha sido poco estudiada a pesar de que las pérdidas de K por lixiviación o arrastre superficial pueden significar la reducción de los niveles disponibles en el suelo, con el consecuente incremento de los costos de fertilización a nivel predial. Por ello, el objetivo del presente estudio fue cuantificar el efecto de la carga animal sobre las pérdidas de K por arrastre superficial y lixiviación en praderas permanentes utilizadas en pastoreo con bovinos para producción de carne.

Materiales y métodos

1. Generalidades

Las pérdidas de K fueron evaluadas en un sistema cerrado de producción de carne implementado en el Centro Regional de Investigación Remehue, dependiente de INIA (40° 35' Lat. Sur, 73° 12' Long. Oeste) entre marzo y diciembre del año 2005.

El suelo en esta área corresponde a un andisol de origen volcánico de la serie Osorno, que en el sitio experimental presentó un adecuado nivel de fertilidad para el desarrollo de la actividad ganadera (Tabla 1).

Los tratamientos de carga animal evaluados fueron 3,5 y 5,0 terneros ha⁻¹, con un peso inicial promedio de 212 ± 9,9 kilos por animal. La rotación invernal de los sistemas de pastoreo fue de 45 días. La pradera fue utilizada en pastoreo directo, en un sistema rotativo en franjas diarias mediante el uso de cerco eléctrico. Se utilizaron terneros Frisón Chileno (50-75% Holstein Friesian), los que se mantuvieron en los distintos tratamientos hasta alcanzar un peso de 450 kg.

La fertilización inorgánica aplicada fue la misma en ambos tratamientos (45 kg N ha⁻¹ en el otoño y 22,5 kg N ha⁻¹ en primavera, ambos como salitre sódico; 40 kg P ha⁻¹ en primavera, como superfosfato triple).

2. Cuantificación de las pérdidas

En cada tratamiento se instalaron lisímetros hidrológicamente aislados (5x5 m), utilizando la metodología de Scholefield y Stone (1995). En cada uno de ellos se recolectó el agua de arrastre superficial utilizando canaletas de desagüe y una vía de recolección (Foto 1a). Las muestras de arrastre superficial fueron recolectadas tres veces por semana entre el 1° de abril y el 15 de diciembre del 2005, manteniéndose entre 5 y

7°C hasta su análisis químico de K por espectroscopia de emisión atómica (EEA) (Clesceri *et al.*, 1998).

Para medir la lixiviación de K, en los lisímetros superficiales se instalaron cápsulas cerámicas porosas, técnica apropiada y ampliamente utilizada en suelos de drenaje libre (Webster *et al.*, 1993). La combinación de lisímetros superficiales y cápsulas cerámicas ha demostrado ser una técnica adecuada para evaluar la transferencia y pérdida de nutrientes en sistemas ganaderos del sur de Chile (Alfaro *et al.*, 2005). Se instalaron tres cápsulas por cada lisímetro (Foto 1b), protegidas de los animales por una jaula de exclusión.

El muestreo de las cápsulas fue cada 200 ml de drenaje, entre el 6 de mayo y el 31 de agosto del 2005, fechas determinadas como inicio y término, respectivamente, del drenaje subsuperficial de acuerdo a las observaciones obtenidas en los lisímetros. En cada fecha, la muestra de lixiviado fue colectada y congelada a -10°C hasta la determinación de K inorgánico por EEA (Clesceri *et al.*, 1998).

La cantidad total de K perdido fue calculado como el producto de las concentraciones medidas en las muestras de arrastre superficial y lixiviado y el volumen de drenaje registrado en cada fecha de recolección.

En todos los casos se realizó un análisis de varianza para la determinación de diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para la concentración de K en los lixiviados y muestras de arrastre superficial y pérdidas totales del elemento durante la temporada de evaluación.

Resultados y discusión

La precipitación total registrada durante el periodo experimental (1 de abril al 15 de diciembre de 2005) fue de 1317 mm y el drenaje total recolectado alcanzó a 941 mm. La principal vía de movimiento del agua en el suelo la constituyó la lixiviación (Tabla 2). No se registró diferencias significativas (P>0,05; Tabla 2) entre la importancia relativa de las distintas vías de evacuación de agua entre tratamientos.

La concentración promedio de K en las muestras de arrastre superficial fue mayor que aquella de los lixiviados (Tabla 2), debido al efecto del arrastre de K de las manchas de orina en agua de lluvia movilizadas sobre la

superficie del suelo. La dinámica de la concentración de K en las muestras de arrastre superficial a través del tiempo no fue distinta entre tratamientos (Figura 1b), observándose una dilución de la concentración de K en las muestras en presencia de drenaje (Figura 1a,b).

Entre las fechas de muestreo 73 y 83 (correspondientes al mes de septiembre) se observó un incremento en las concentraciones de K de las muestras de arrastre superficial a pesar de no existir pastoreos, debido al incremento natural del K disponible en el suelo en esta época del año por el inicio de los procesos de mineralización de la materia orgánica y de aumento de la velocidad de descomposición de los residuos vegetales frescos existentes en superficie, lo que concuerda con resultados de Alfaro *et al.* (2003b).

Los valores promedio de la concentración de K en lixiviados fueron menores a 1 mg L⁻¹ para ambos tratamientos, valor muy bajo para sistemas en pastoreo. Alfaro *et al.* (2003b) encontraron que en sectores con existencia de flujo preferencial manejados bajo pastoreo la concentración promedio de K en los lixiviados fue de 4 ± 0,22 mg L⁻¹, pudiendo alcanzar valores de 14 mg L⁻¹.

La principal vía de pérdida de K fue la lixiviación (94% en promedio). Las pérdidas por arrastre superficial fueron muy bajas, debido al escaso volumen de agua que se movilizó por esta vía (P<0,05; Tabla 2). Esto está asociado a la alta infiltración y capacidad de retención de humedad del suelo (Besoaín, 1985).

Las pérdidas de K acumuladas en el período de evaluación fueron bajas, variando entre c. 3 y 5 kg ha⁻¹ año⁻¹, sin que existieran diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2). Estos valores son más bajos que los determinados por Alfaro *et al.* (2003a) en praderas de manejo mixto en Inglaterra (pastoreadas con animales de carne en invierno y manejadas bajo corte en primavera), en donde las pérdidas anuales alcanzaron a 9 kg K ha⁻¹ año⁻¹, debido a que en este trabajo el suelo era delgado y los sistemas recibían 50 kg K ha⁻¹ como fertilizante inorgánico, a diferencia del presente estudio.

Evaluaciones realizadas en Nueva Zelanda indican que las pérdidas por lixiviación de este elemento en suelos similares a los de la zona sur de Chile pueden variar entre 9 y 19 kg K ha⁻¹, estando asociadas a

Tabla 1. Análisis químico de suelo (0-20 cm) por tratamiento al inicio del periodo experimental. 28/02/2005 (n=2, ± eem).

Parámetro	3,5 anim ha ⁻¹	5,0 anim ha ⁻¹	Categoría
Fósforo (mg kg ⁻¹)	37 ± 11,6	28 ± 6,9	Alto
pH agua	5,8 ± 0,05	5,7 ± 0,02	Mod. ácido
Materia orgánica (%)	19 ± 3,5	15 ± 1,0	-
Potasio (cmol (+) kg ⁻¹)	1,3 ± 0,72	1,5 ± 0,38	Muy alto
Calcio (cmol (+) kg ⁻¹)	6,9 ± 1,47	6,7 ± 0,56	Medio
Suma de bases (cmol (+) kg ⁻¹)	10,1 ± 2,61	10,0 ± 1,17	Medio
Azufre (mg kg ⁻¹)	11 ± 0,4	12 ± 2,2	Medio
Saturación Aluminio (%)	1,5 ± 0,78	1,8 ± 0,34	Bajo

eem: error estándar de la media

características físicas del suelo como su facilidad para generar flujo preferencial (Williams et al., 1990).

Resultados de estudios paralelos, indican que el movimiento de agua por flujo preferencial no representa una vía significativa para el movimiento del agua y de los nutrientes en profundidad (Alfaro et al., 2005). Los resultados obtenidos en el presente estudio, son muy bajos en relación a los 38 kg K ha⁻¹ estimados indirectamente por Muñoz (2002), lo que corrobora la necesidad de realizar estimaciones *in situ* del movimiento y pérdidas de los distintos nutrientes en los sistemas ganaderos.

Bajo las condiciones en que se desarrolló este estudio, el incremento de la carga animal no resultó en un incremento de las pérdidas de K en sistemas ganaderos de la Provincia de Osorno, debido probablemente a la variabilidad intrínseca de mediciones de esta índole realizadas en sistemas bajo pastoreo. Esto indica que estudios de esta naturaleza debieran evaluarse al menos durante dos temporadas consecutivas.

Si se estima el reciclaje de K en los sistemas estudiados, el monto de K disponible para la absorción de las plantas atribuibles a este proceso alcanza a 62 y 77 kg K ha⁻¹ año⁻¹, para los sistemas con 3,5 y 5,0 terneros ha⁻¹, respectivamente, siendo las diferencias entre tratamientos el resultado de la distinta carga animal utilizada. Si además se considera el *input* de K en la zona por depositación húmeda (2,8 kg K ha⁻¹ para el año 2005), las pérdidas de K no representan más del 5% del *input* total de K al suelo, lo que indicaría que no habría necesidad de realizar fertilizaciones con este elemento en áreas destinadas a pastoreo.

En praderas donde se alterna el pastoreo directo con la cosecha de forraje para conservación como ensilaje o heno, se deberá muestrear el suelo para

evitar deficiencias de K en el tiempo, ya que la cosecha promedio en un corte para ensilaje en praderas fertilizadas en el área de estudio es de 3500 kg MS ha⁻¹. Este material contiene un 2,4% de K, lo que asegura una extracción mínima de 84 kg K ha⁻¹ año⁻¹, cantidad superior al reciclaje de K estimado en este estudio.

Conclusiones

- En praderas de pastoreo desarrolladas en suelos volcánicos hay baja pérdida de K asociado al movimiento del agua (4 kg K ha⁻¹ año⁻¹, en promedio).
- El 94% de las pérdidas de K ocurren por lixiviación.
- El incremento de la carga animal de 3,5 a 5 terneros ha⁻¹, no aumentó las pérdidas de K por arrastre superficial o lixiviación.

Referencias

Alfaro, M.A.; Jarvis, S.C. and Gregory, P.J. 2003a. Potassium budgets in grassland systems as affected by nitrogen and drainage. *Soil Use and Management* 19: 89-95.

Alfaro, M.A.; Jarvis, S.C. and Gregory, P.J. 2003b. The effect of grassland soil managements on soil potassium availability. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal* 3: 31-41.

Alfaro, M.; Salazar, F.; Iraira, S.; Teuber, N. and Ramírez, L. 2005. Nitrogen runoff and leaching losses under two different stocking rates on beef production systems of southern Chile. *Gayana Botanica (Chile)* 62: en prensa.

Besoain, E. 1985. Los suelos. En: *Suelos volcánicos de Chile*. Tosso, J (ed). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. pp: 25-106.

Tabla 2. Drenaje (% del total), concentración promedio de K en muestras de arrastre superficial y lixiviados (mg L⁻¹) y pérdidas totales (kg ha⁻¹) en potreros con distinta carga animal (± eem).

Tratamiento	3,5 anim ha ⁻¹	5,0 anim ha ⁻¹
Drenaje		
Arrastre superficial	1% a	1% a
Lixiviación (> 60 cm)	99% a	99% a
Concentración promedio de K en arrastre superficial y rango (mg L ⁻¹)		
K	22 ± 2,38 a (3 - 125)	23 ± 2,83 a (1 - 138)
Concentración promedio de nutrientes en lixiviados y rango (mg L ⁻¹)		
K	0,49 ± 0,04 a (0,05 - 1,47)	0,30 ± 0,02 b (0,10 - 0,89)
Pérdidas totales de K (kg ha ⁻¹)		
K en arrastre superficial	0,2 ± 0,009 a	0,2 ± 0,005 a
K en lixiviación	4,7 ± 1,47 a	2,8 ± 0,24 a
Total	4,9 a	3,0 a

Distintas letras en columnas indican diferencias significativas (P≤0,05)

Precipitación total del periodo: 1317 mm. Drenaje total colectado estimado para el periodo: 941 mm eem: error estándar de la media

Clesceri, L.; Greenberg, A. and Eaton, A. (eds.). 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th ed. American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. Washington, USA.

INE. 2001. Estudio de la ganadería bovina en las Provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue. 65 p. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago, Chile.

Jarvis, S.C. 2002. Environmental impacts of cattle housing and grazing. En: Kaske, M., Scholz, H. and Höltershinken, M. (eds). *Recent developments and perspectives in bovine medicine*. Keynotes lectures of the 22nd World Buiatrics Congress. Germany. pp: 10-23.

Muñoz, A. 2002. Dinámica del potasio en el sistema suelo-planta-animal en un andisol acidificado de la IX Región. 118p. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.

Scholefield, D. and Stone, A.C. 1995. Nutrient losses in runoff water following application of different fertilisers to grassland cut for silage *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55: 181-191.

Webster, C.P.; Shepherd, M.A.; Goulding, K.W.T. and Lord, E. 1993. Comparison of methods for measuring the leaching of mineral nitrogen from arable land. *Journal of Soil Science* 44: 49-62.

Williams, P.H.; Gregg, P.E.H. and Hedley, M.J. 1990. Mass balance modelling of potassium losses from grazed dairy pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 33: 661-668.

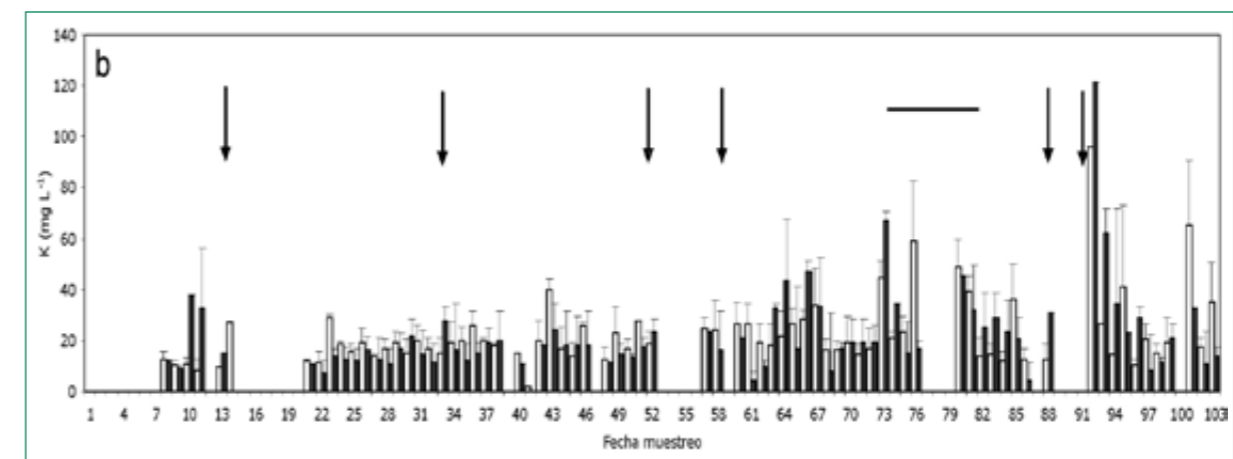
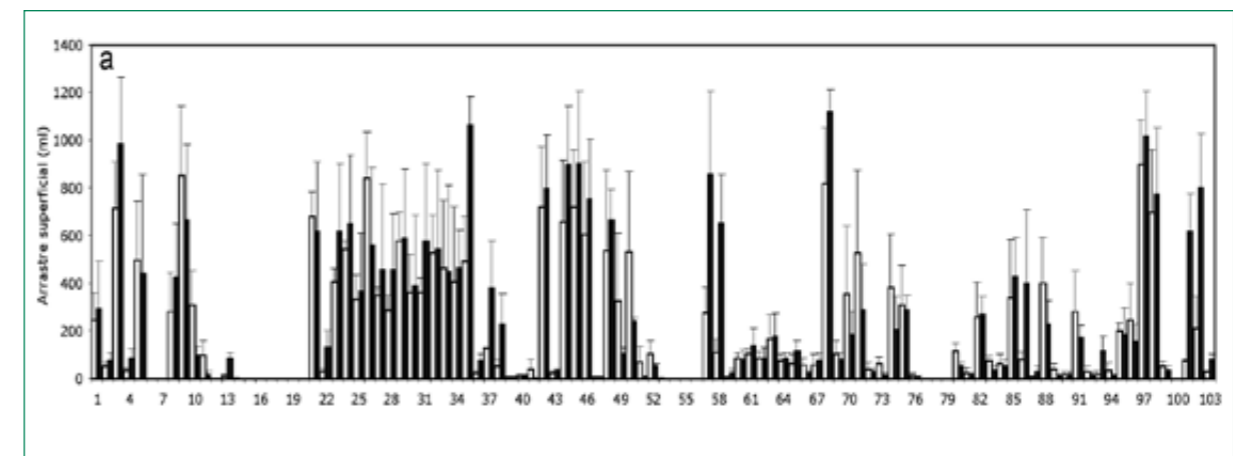


Figura 1. (a) Distribución del arrastre superficial (ml) y (b) distribución de la concentración de K (mg L⁻¹) en muestras de arrastre superficial colectadas en sistemas de producción de carne con 3,5 (□) y 5,0 (•) anim ha⁻¹, en Osorno. Muestréos realizados tres veces por semana entre el 1/04/05 y el 15/12/05. ↓ indica fecha de pastoreos, — indica periodo primaveral de potencial mineralización.