

CONTENIDO DE MINERALES EN PASTURAS NATURALES DE BASALTO

II. Pasturas naturales

G. Pigurina*

J.M. Soares de Lima**

E. Berretta***

Palabras clave: minerales, macro y micronutrientes, pastura natural, respuesta animal.

INTRODUCCION

La concentración de minerales en forrajes dependen de la interacción de varios factores, entre los cuales se incluye el suelo, las especies, el estado fisiológico, el manejo de la pastura, la fertilización y las condiciones climáticas. La ocurrencia natural de la mayoría de las deficiencias minerales en vacunos y ovinos está asociada a regiones específicas y está directamente relacionada con las características del suelo. Debe tenerse en cuenta que en el caso de algunos minerales específicos cuyo metabolismo es muy complejo, las deficiencias no se deben a bajos contenidos en la dieta sino a factores dietéticos que las inducen (Grace, 1994).

El trabajo precedente a este artículo, se refirió al contenido de minerales en algunas especies nativas de Basalto (Berretta, en esta publicación). A pesar de los factores que operan en la selectividad animal y de aquellos asociados a la disponibilidad final del mineral para el animal (digestibilidad aparente, absorción, metabolismo, interacciones), el estudio del contenido de minerales en el forraje en vegetaciones de pasturas de campo natural (CN), permite identificar niveles críticos y orientar en la toma de decisiones y formulación de estrategias de suplementación.

Existe una importante cantidad de información sobre el contenido de minerales en

pasturas naturales, parte de la cual está dispersa o no disponible para el interesado. El objetivo del presente trabajo es resumir la información existente sobre ocho minerales en pasturas de campo natural de Basalto, tratando de identificar las posibles deficiencias de nutrientes en esta región.

CONTENIDO DE MACRO Y MICRONUTRIENTES EN PASTURAS NATURALES DE BASALTO

La información utilizada proviene de una exhaustiva revisión de 91 trabajos nacionales en el tema desde el año 1938 a 1998, confiando en que se consultaron prácticamente todos los trabajos publicados y disponibles (Ungerfeld, 1998). Los datos del contenido de 8 minerales en tapices de campo natural de Basalto han sido examinados en detalle y depurados por referencia y estación del año, para elaborar el presente documento, cuyo propósito es sintetizar la información disponible y discutir aspectos que se han estudiado en forma dispersa. Con respecto a los valores discriminados por tipo de suelo de Basalto (superficial pardo-rojizo o negro y profundo), fueron obtenidos en base a los contenidos de las especies más frecuentes en cada uno de los suelos, ponderados por la frecuencia relativa de cada especie (Berretta, en esta publicación). Se consideró un número tal de especies hasta alcanzar una participación al recubrimiento del suelo de alrededor del 80% del total del tapiz. Los valores máximos de ciertos mine-

* Ing. Agr., M.Sc. Jefe Programa Nacional de Bovinos para Carne. – email: gpigu@tb.inia.org.uy

** Ing. Agr., Sec. Técnica Programa Bovinos para Carne.

*** Ing. Agr., Dr. Ing. Programa Pasturas.

rales pueden diferir con los promedios debido a la composición de especies del tapiz.

El cuadro 1 resume el contenido de 8 minerales principales en pasturas naturales de Basalto. Los requerimientos máximos y mínimos para vacunos y ovinos se presentan en el cuadro 2.

CALCIO (Ca)

El calcio se encuentra involucrado en un importante número de funciones fisiológicas y bioquímicas. Cuantitativamente, su parti-

cipación en la formación del hueso es la más importante. Los huesos no sólo actúan como un componente estructural y de sostén, sino como un tejido fisiológico vital a la hora de proveer de un fuente de Ca de rápido acceso para el mantenimiento de la homeostasis. También actúa en la coagulación de la sangre, es necesario para la contracción muscular, la función miocárdial, como cemento intracelular de varias membranas, etc. (NRC, 1980).

Logrando un consumo adecuado de pastura de campo natural de Basalto, los reque-

Cuadro 1. Contenido de algunos macro y micronutrientes en pasturas naturales de Basalto.

	Minerales							
	Ca	P	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Co
	----- % -----			----- ppm -----				
Media ¹	0,56	0,14	0,20	880	180	5,5	28,3	0,22
Media ajustada ²	0,54	0,13	0,18			6,2	26,7	0,22
CV, %	9,2	36,9	23,9	55,9	36,2	60,8	14,7	10,2
Máximo	0,61	0,14	0,20	1488	276	9,3	32,9	
Mínimo	0,51	0,13	0,18	492	167	1,8	22,8	

¹ La referencia (experimento) y la estación del año son covariables en el modelo

² Por referencia y estación

Adaptado de Ungerfeld (1998)

Cuadro 2. Requerimientos de macro y micronutrientes.

Requerimientos	Ca	P	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Co
	% /kg MS de la dieta			----- ppm /kg MS de la dieta -----				
Vacunos								
Máximo	0,53	0,35	0,15	100	25	10	25	0,11
Mínimo	0,20	0,18	0,10	30	10	8	14	0,08
Deficiencia ¹	Baja	Alta	Nula	Baja	Nula	Baja	Baja	Nula
Ovinos								
Máximo	0,38	0,28	0,12	30	25	6	26	0,11
Mínimo	0,16	0,13	0,06	30	10	1	17	0,08
Deficiencia ¹	Baja	Alta	Nula	Baja	Nula	Nula	Baja	Baja

¹ Probabilidad de deficiencia.

Adaptado de Grace (1983).

rimientos de ovinos y vacunos se satisfacen con contenidos de Ca de 0,17 a 0,50% en la materia seca del forraje (cuadro 2).

No se han reportado deficiencias de Ca en el Uruguay, aunque es posible que animales de altos requerimientos pastoreando campo natural con menos de 0,25% de Ca, se puedan considerar con deficiencias marginales.

En relación al contenido de Ca por tipo de suelo, en la figura 1 se presentan los contenidos de tres suelos contrastantes. Existe una disminución del contenido de Ca de las pasturas al pasar a suelos de mayor profundidad y/o fertilidad, principalmente en el invierno. Este hecho seguramente esté explicado por la mayor frecuencia de malezas enanas con altos contenidos de minerales, cuya frecuencia es superior en los suelos superficiales. Paralelamente, la mayor diferencia entre estaciones se observa en el suelo superficial pardo-rojizo, donde el porcentaje de Ca en invierno supera ampliamente el registrado en el verano.

FOSFORO (P)

Además de ser un componente fundamental del hueso, el P forma parte de compuestos orgánicos involucrados en casi todos los procesos metabólicos. Asimismo, juega un rol preponderante en el metabolis-

mo de los carbohidratos, aminoácidos, grasas y tejido nervioso, además de formar parte de los ácidos nucleicos y compuestos como el adenosín tri-fosfato (ATP) (Irving, 1964; NRC, 1980).

El contenido de P de los suelos sobre Basalto se encuentra por debajo (aún en sus máximos valores) de los requerimientos tanto de lanares como de vacunos (cuadro 2)

Pasturas con niveles de P mayores a 0,25%, aseguran el cubrimiento de los requerimientos de ovinos, siempre y cuando el consumo de forraje sea adecuado. Sin embargo, vacunos jóvenes en crecimiento o vacas en lactancia necesitan valores superiores al 0,30% de P. Las pasturas naturales sobre Basalto presentan, al igual que la mayoría de las pasturas del país, marcadas deficiencias en este nutriente.

Las variaciones entre suelos son de poca magnitud, y dependientes de la composición botánica del tapiz y del estado fenológico de las especies. El contenido de P de las plantas disminuye con la madurez (Ungerfeld, 1998) lo que se manifiesta en contenidos de P superiores en invierno (figura 2). De resultados de Invernizzi y Silveira (1992), surge un menor contenido de P en las plantas en estado reproductivo en relación a aquellas en estado vegetativo: 0,15 vs. 0,20% de la MS respectivamente (P<0,001).

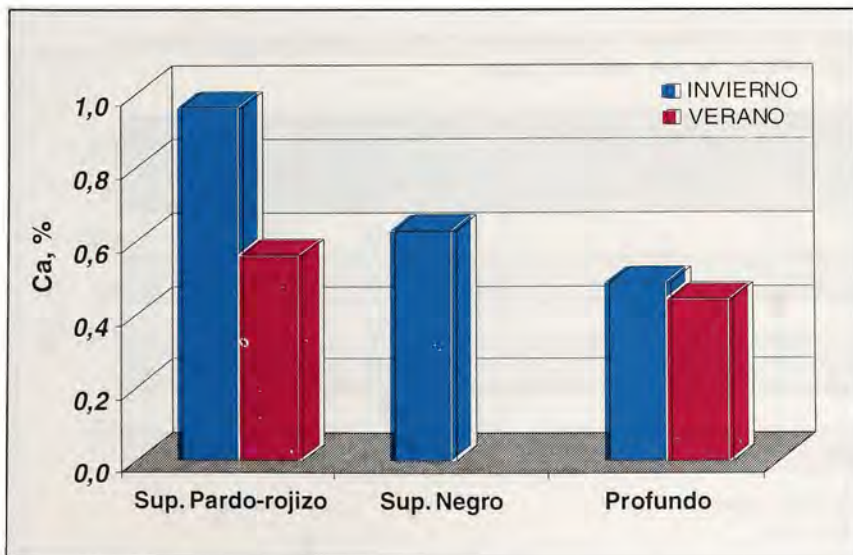
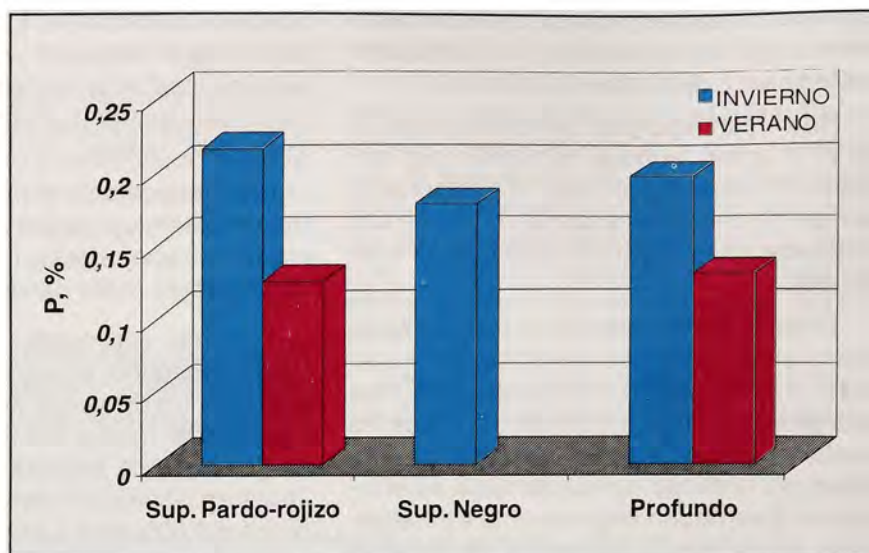


Figura 1. Contenido de Ca en tapiques por tipo de suelo y estación del año.

Figura 2. Contenido de P en especies por tipo de suelo y estación del año.



La fosfatemia (nivel de P en plasma) es una forma más directa de monitorear las deficiencias de P para el animal. Para Grace (1983), los valores normales de P inorgánico varían entre 4 y 6,5 mg P/100 ml plasma. A pesar de los bajos niveles de P observados en las pasturas, la información disponible parece indicar que de acuerdo a los valores de P en sangre de ovinos y vacunos, las deficiencias serían marginales (cuadro 3). De acuerdo a estos resultados, no es clara la relación entre el contenido de P de las pasturas y las fosfatemias registradas. Si bien los materiales sobre Cretácico son suma-

mente bajos en P y coincidentemente se observan en este caso fosfatemias bajas, lo contrario ocurre con Areniscas, que aparece dentro de las fosfatemias más altas. Similarmente, las pasturas sobre Fray Bentos presentan los mayores contenidos de P y en cambio las fosfatemias encontradas no son de las más altas. Las posibles interacciones y defectos de las técnicas de análisis o toma de muestras pueden haber afectado los resultados obtenidos por los distintos autores. De la información analizada, se concluye que el tema requiere mayor atención para contar con herramientas de monitoreo más

Cuadro 3. Valores de P en plasma registrados en ovinos y vacunos pastoreando campo natural, según material madre.

	Número de muestras	P mg/100 ml	CV ¹ %
Areniscas	8	5,825	18,4
Cristalino	25	4,775	18,0
Basalto	9	5,988	38,4
Cretácico	6	3,818	24,2
Yaguarí	13	5,568	27,2
Fray Bentos	4	4,950	23,2

Adaptado de Ungerfeld (1998).

¹Coeficiente de variación.

precisas. De todas maneras, se han registrado notorias respuestas a la suplementación animal con P, lo que muestra claramente que en la mayoría de las situaciones, existen deficiencias (Ungerfeld, 1998).

Se han reportado cambios importantes en los niveles de P sanguíneo y en producción (ganancia de peso y fertilidad) por efecto de la fertilización fosfórica. Animales que pastorearon campos naturales fertilizados con P, mostraron tenores de P en sangre significativamente más altos que aquellos que pastorearon campos sin fertilizar: 6,7 y 4,8 mg P/100 ml plasma, respectivamente (Gómez Haedo y Amorín, 1982). Por otro lado, Pittaluga *et al.*, (1980) también comprobaron mayores fosfatemias en animales que pastoreaban campos fertilizados en la zona de Areniscas en relación a aquellos en campos sin fertilizar.

MAGNESIO (Mg)

El Mg es esencial para la respiración celular. Es necesario para todas las reacciones de transferencia de fosfatos y en ciertos tejidos que forman complejos con el ATP. Además, en ciertas reacciones, el Mg se encuentra involucrado en el metabolismo proteico y de las grasas (NRC, 1980).

Como puede visualizarse al comparar los valores del forraje con los requerimientos

animales (cuadro 2), éstos estarían cubiertos por la pastura. Aún los valores mínimos en las pasturas superan los requerimientos de las categorías más exigentes en este mineral.

Con respecto a la variación por tipo de suelo, se registra una tendencia muy similar a la observada en Ca. En invierno, el porcentaje de Mg en el campo natural es mayor en suelos superficiales (0,27%) y disminuye en los suelos más profundos (0,19%). En verano, el contenido de Mg parece no variar sustancialmente según el tipo de suelo. La mayor variación entre invierno y verano ocurre en los suelos superficiales pardo-rojizos (figura 3).

HIERRO (Fe)

El Fe es un componente esencial, tanto para vegetales como para animales. La hemoglobina, mioglobina, citocromos y muchas otras enzimas contienen Fe (NRC, 1980).

Los contenidos promedio de Fe reportados se encuentran muy por encima de los requerimientos animales (cuadro 2). Sin embargo, los valores obtenidos podrían estar enmascarando errores de muestreo, donde existirían problemas de contaminación con tierra, en particular en aquellos tapices más bajos.

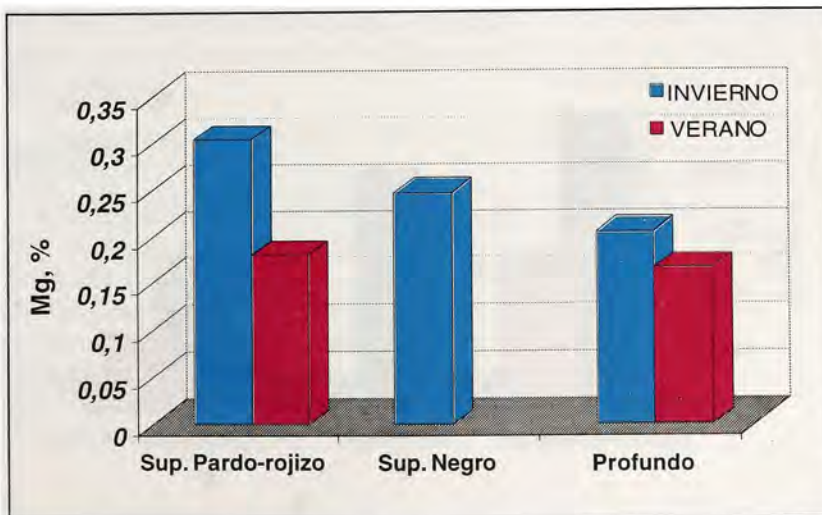


Figura 3. Contenido de Mg en especies por tipo de suelo de Basalto y estación del año.

Existiría una tendencia hacia la disminución de los contenidos de Fe al pasar de los suelos superficiales a los profundos, seguramente por la mayor frecuencia de malezas con alto contenido de Fe que se verifican en los suelos superficiales. Paralelamente, se observa un marcado descenso del contenido de Fe de las pasturas durante el verano, especialmente en suelos profundos (figura 4).

COBRE (Cu)

El Cu desempeña un importante rol en la producción de lana, así como en varias funciones bioquímicas y fisiológicas, y su deficiencia puede manifestarse a través de diferentes síntomas: la reducción de la actividad de una enzima dependiente del Cu, responsable de la formación del colágeno en el proceso de generación del hueso, determina la aparición de anomalías esqueléticas, tanto en vacunos como en ovinos. La pigmentación del pelo y la lana es dependiente de un proceso catalizado por una enzima Cu - dependiente. La pérdida del rizado en la lana (especialmente en razas de lana fina como el Merino) es característico de animales deficientes en este elemento.

McDowell y Conrad (1977) colocan a Uruguay dentro del grupo de países donde ocurren deficiencias de Cu. De acuerdo a los requerimientos de los animales (cuadro 2),

la probabilidad de que existan deficiencias de Cu en vacunos es mayor que en ovinos. Los factores más importantes que inciden sobre la absorción de Cu son los contenidos de S y Mo. En realidad, el contenido de Cu de los forrajes tiene poco significado si se ignora el de Mo y algunos autores sostienen que 3 ppm de Cu son suficientes si el tenor de Mo es inferior a 2 ppm (Grace, 1983). Lamentablemente no se cuenta con información del contenido de Mo de pasturas de Basalto.

Los valores de Cu en plasma varían entre 0,28 ppm (deficiencia), 0,28 a 0,51 ppm (marginal) y mayor a 0,51 ppm (normal) para vacunos. En el caso de ovinos el nivel plasmático de Cu no es un indicador sensible del status del animal (Grace, 1994). El nivel promedio de Cu en plasma registrado en animales pastoreando CN de Basalto es de 0,82 ppm, lo cual correspondería a niveles normales (Ungerfeld, 1998). Para determinar si el comportamiento de vacunos está relacionado a bajos niveles de consumo de Cu, en los animales afectados y en particular los de preñez tardía o lactancia temprana y terneros, deberían extraerse al menos siete muestras de suero o preferentemente cuatro o más biopsias de hígado.

Al momento de decidir la suplementación con Cu, debe tenerse en cuenta que los excesos pueden ser tóxicos, siendo los ovinos más susceptibles que los vacunos.

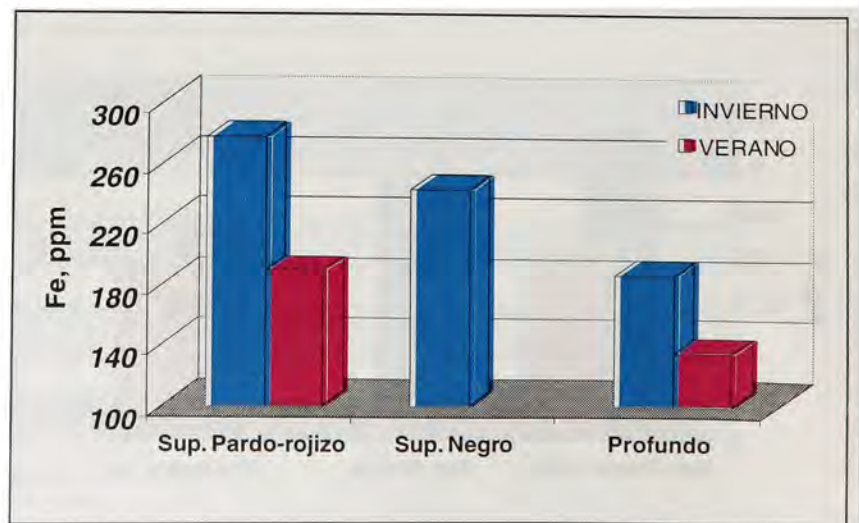


Figura 4. Contenido de Fe en especies por tipo de suelo y estación del año.

Las causas frecuentes de intoxicación se asocian a dietas con alto contenido de Cu; ingestión de drogas o pasturas tratadas con fertilizantes o agroquímicos cúpricos y más frecuentemente con la ingestión de *Senecio sp.* (Grace, 1994). En Uruguay se han diagnosticado casos de intoxicación en ovinos pastoreando praderas de Trébol rojo (Alonso y Decia, 1988) y ración (Castrillón *et al.*, 1979). La posibilidad de intoxicación por exceso de Cu en vacunos pastoreando CN es descartable. En ovinos, si bien existe la probabilidad debido al contenido de Cu de ciertas especies, es dependiente del nivel de Mo.

MANGANESO (Mn)

El Mn es un importante cofactor de numerosas enzimas que actúan en un amplio rango de actividades. Algunas de las funciones de estas enzimas son: síntesis de polisacáridos que conforman la matriz del hueso y dientes; síntesis de colesterol, el cual es precursor de hormonas esteroideas; síntesis y utilización de glucosa (Grace, 1983).

El contenido promedio en pasturas parece superar ampliamente los requerimientos animales (cuadros 1 y 2). Como los restantes nutrientes, la variación observada entre estaciones es muy importante, determinando que en invierno el incremento en la concentración del nutriente en pasturas pueda llegar a resultar tóxico para algunas categorías susceptibles como corderos, estimándose que contenidos superiores a 400 ppm pueden resultar potencialmente tóxicos para esta categoría.

ZINC (Zn)

El Zn es constituyente de un gran número de enzimas involucradas en distintos procesos bioquímicos esenciales en la producción de ácidos nucleicos y en el metabolismo de los carbohidratos, así como en la síntesis proteica, por lo que la deficiencia en este nutriente afecta un amplio rango de funciones (Grace, 1983).

En general no hay una limitante clara de este elemento en las pasturas naturales del Basalto (cuadros 1 y 2). Sin embargo, la variación estacional observada y el aumento de los requerimientos en algunas categorías como vacas y ovejas de cría podría determinar la deficiencia de Zn durante el verano en las categorías mencionadas (Ungerfeld, 1998). El mismo autor reporta una falta de relación entre el contenido de Zn en pasturas y el observado en biopsias de hígado. Los contenidos de este elemento en el hígado son máximos en verano, cuando el contenido en pasturas es mínimo. Por el contrario, los altos contenidos de Zn de las pasturas en invierno no se tradujeron en altas concentraciones en el hígado, a pesar de que este órgano es descrito como de respuesta rápida en relación a la acumulación y tasa de reciclaje de Zn (Underwood, 1971).

COBALTO (Co)

El Co es sustrato para la síntesis de vitamina B12 verdadera y varios análogos de ésta, proceso que es llevado a cabo por los microorganismos del rumen. El principal efecto de la deficiencia de esta vitamina es el bloqueo en la utilización de ácido propiónico, el cual representa la principal fuente energética de los rumiantes.

McDowell y Conrad (1977) colocan a Uruguay dentro del grupo de países donde ocurren deficiencias de Co. Según Ungerfeld (1998), las deficiencias serían marginales, restringidas a categorías de altos requerimientos (corderos), en épocas como primavera y/o verano, cuando el contenido de Co en pasturas de Basalto decrece en forma significativa (cuadro 1 y 2). En vacunos, la probabilidad de deficiencias parece ser muy baja. Por otro lado, no existirían riesgos de toxicidad por excesos, para animales pastoreando campo natural, tanto en vacunos como en ovinos.

AVANCES RECIENTES EN SUPLEMENTACION MINERAL DE OVINOS PASTOREANDO CAMPO NATURAL DE BASALTO

En vista de la escasa información existente sobre deficiencias minerales, (principalmente de micronutrientes) en ovinos sobre pasturas naturales de Basalto y su relación con parámetros productivos, se presenta un trabajo de Banchemo *et al.*, (1997) en el cual se evaluó el impacto de la suplementación mineral en categorías ovinas de altos requerimientos pastoreando campo natural.

Las categorías de reemplazo que pastorean campo natural sobre Basalto, sufren pérdidas importantes de peso durante el período invernal, lo que ocasiona un retraso en la edad a la primera encarnada. Estas pérdidas se deben en parte a la baja disponibilidad y valor nutritivo de forraje de campo natural en el primer invierno y verano de la vida de las borregas. Por lo tanto, sería importante conocer las carencias de minerales de estas pasturas que agravarían dicha situación. En caso de constatare las mismas, es importante definir claramente: i) cuáles son los minerales deficitarios; ii) en qué momento se producen los niveles limitantes; iii) cómo influyen sobre la producción de carne y lana y iv) cuáles son las

estrategias para solucionar estas deficiencias.

En el experimento se utilizaron 40 borregas Corriedale de 2 dientes que pastorearon campo natural, 20 de las cuales tuvieron acceso a voluntad a un suplemento mineral comercial en polvo (con aporte de macro y microminerales). La carga manejada fue de 6,7 borregas/ha (1 UG). La duración del experimento fue de 365 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó un consumo muy importante de sal durante el transcurso del experimento, siendo el promedio de 9 g/animal/día. En la figura 5 se observa la evolución de peso para las borregas de los dos tratamientos durante el año que estuvieron en evaluación.

Aunque la ganancia de peso de los animales suplementados con sales minerales no difirió ($P=0,16$) de los no suplementados (36,4 y 32,6 gr/animal/día, respectivamente) existió una tendencia a favor de los primeros, la cual significó 2,4 kg más de peso vivo al fin del ensayo en los animales suplementados (37,8 y 35,4 kg, respectivamente).

Tanto la producción de lana como el rendimiento al lavado fue similar en los dos grupos tratados, siendo la diferencia de 180 gr/animal y 1,9%, respectivamente, a favor de los animales con suplementación.

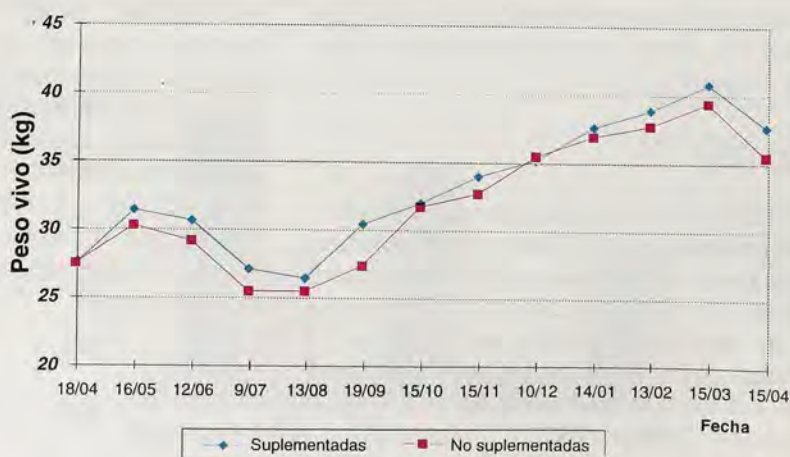


Figura 5. Evolución de peso vivo de las borregas.

En general, a pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos en las variables estudiadas, se observó mejor comportamiento general de los animales que recibieron sales minerales (mayor producción y rendimiento de lana, peso a la encarnerada, etc.)

La composición química de las pasturas fue: digestibilidad de la materia orgánica, 38% (21 a 60%) y proteína cruda, 7,4% (5,3 a 13%). A pesar que la medición de los minerales en pastura no es una técnica exacta para conocer el verdadero consumo de minerales por los animales, es una de las herramientas de alta practicidad para la identificación rápida de deficiencias. En el cuadro 4 se presenta la composición promedio de minerales en las pasturas a lo largo del año.

En el presente trabajo, se ha detectado que los niveles de P y Na en la pastura fueron deficientes a lo largo del año. En el caso de S, Cl, Cu y Zn, las deficiencias se podrían presentar en algunos períodos.

CONSIDERACIONES FINALES

La información analizada y los resultados obtenidos abren nuevas posibilidades para continuar estudiando la causa de posibles deficiencias de minerales específicos. Se plantean interrogantes para las cuales aún

no existe información concluyente ¿Qué minerales son deficientes? ¿En qué momentos del año ocurren las deficiencias? ¿Qué categorías de animales y en qué estado fisiológico? ¿Es necesario suplementar con sales minerales específicas (minerales limitantes)? ¿Qué respuestas se obtienen? Si bien la investigación en suplementación mineral es compleja, INIA ya ha comenzado una serie de trabajos tendientes a aportar soluciones.

BIBLIOGRAFIA

BANCHERO G., SAN JULIAN, R., MONTOSI, F., BERRETTA, E., LEVRATTO, J.; ZAMIT, W. 1997. Tecnologías de producción ganadera para Basalto: Suplementación mineral de borregas pastoreando campo natural de Basalto. Tacuarembó: INIA, p. II-34- II-36. (Serie Actividades de Difusión; 145).

GOMEZ HAEDO, A.; AMORIN, J. 1982. Suplementación mineral y proteica de novillos en crecimiento. Tesis Ing.Agr. Montevideo: Facultad de Agronomía. p. 264.

GRACE, N.D. 1983. The mineral requirements of grazing ruminants. New Zealand Society of Animal Production. p. 100 - 105.

GRACE, N.D. 1994. Managing trace element Deficiencies. New Zealand Pastoral Agricultural Research Institute p. 70.

Cuadro 4. Composición mineral de la pastura natural de Basalto y requerimientos para borregas en crecimiento (35 kg).

Minerales	P	S	K	Na	Cl	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- % -----							----- ppm -----			
Promedio	0,08	0,10	0,61	0,016	0,17	0,58	0,22	13,0	1148	228	23,3
Desvío	0,01	0,03	0,15	0,008	0,08	0,11	0,02	13,4	843	55	8,4
Máximo	0,11	0,19	0,92	0,040	0,35	0,85	0,29	41,4	3226	391	38,4
Mínimo	0,06	0,04	0,34	0,000	0,00	0,40	0,19	2,1	95	147	8,8
Requerimientos ¹	0,2	0,14	0,36	0,05	0,03	0,29	0,12	5-10	30	25	25

¹ Expresados como porcentaje o ppm/kg MS de la dieta (Grace, 1983).
Fuente: Banchero *et al.*, 1997.

- INVERNIZZI, J.P.; SILVEIRA, M.F.** 1992. Valor nutritivo de diferentes especies nativas en suelos de Basalto, en condiciones de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía. 98 p.
- NRC.** Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. 2da, Washington, D.C., USA. 577 p.
- PITTALUGA, O., ALLEGRI, M., CORBO, M.; RIET, F.** 1980. Relevamiento de minerales en las pasturas y en sangre de vacas de cría y su relación con reproducción y cambios de peso en suelos arenosos, bajo distintos esquemas de suplementación. En: Investigaciones Agronómicas, 1(1): 42-45.
- TOWERS, N.R.; GRACE, N.D.** 1983. Iron. En: The mineral requirements of grazing ruminants. New Zealand Society of Animal Production. p. 76-79.
- UNDERWOOD, E.J.** 1971. Trace elements in human and animal nutrition. 3ª ed. En: Institute of Agriculture, University of Western Australia. Nedlands, Western Australia, 543 pp.
- UNGERFELD, E.** 1998. Revisión bibliográfica sobre contenido de minerales en pasturas naturales del Uruguay. Serie Técnica INIA, (En prensa).
- WHEELER, S.M.** 1987. Daily requirements for mineral and trace elements. En: Proceedings of the Sheep and Wool Seminar and Refresher Course. Goulburn, Australia.