

FUENTES DE FÓSFORO PARA LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS. 2. RETENCIÓN DE FÓSFORO Y FLÚOR

Susmira Godoy, Claudio F. Chicco, Fanny Requena y Néstor E. Obispo. 2000. ZOOTECNIA TROPICAL, 18(1). FONAIAP - CENIAP, Instituto de Investigaciones Zootécnicas, Maracay, Edo. Aragua, Venezuela.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Suplementación mineral](#)

RESUMEN

Mediante prueba de balance en novillos, se determinó la retención neta aparente del P y el F, y el patrón de eliminación del F por la orina de dos fosfatos de yacimiento, Riecito (Río) y Monte Fresco (Monte), el fertilizante superfosfato triple (SFT) y el fosfato monodivalente desfluorinado (Mono) como control. La mayor proporción de la excreción del P fue a través de las heces (94,61%) en comparación con la vía urinaria (5,38%); igual comportamiento se observó el F cuya excreción fecal fue del 68%. La retención neta aparente del P (%) fue mayor ($P<0,05$) para Mono (54,62), seguido por SFT (52,21), que para las rocas Río (47,30) y Monte (45,57). La excreción total de F (mg/d) fue más elevada ($P<0,05$) en Monte (430,9), seguida por Río (277,3) y SFT (268,9), y menor para Mono (148,5). El balance de F (mg/d) en Mono resultó negativo (-87,5) con una retención de 598,7 en Río, 1394,1 en Monte y 823,1 para SFT. La retención aparente de F (%) para Río, Monte y SFT, fue de 68,3, 76,4 y 75,4, respectivamente. El patrón de eliminación urinaria de F (mg) mostró un pico máximo a las 6 horas después del consumo de los suplementos, siendo más elevado ($P<0,05$) para SFT (40,76), en comparación con las fuentes Monte (32,17) y Río (34,23). Los animales del control mostraron una excreción urinaria más baja y constante a lo largo del día, con un valor promedio de 6,54 mg.

Palabras claves: Fosfatos, balance, flúor, patrones de excreción.

INTRODUCCIÓN

La corrección de las deficiencias de fósforo, en animales a pastoreo, en la formulación de estas mezclas minerales, no sólo es importante considerar los niveles del fósforo en el suplemento, sino también su biodisponibilidad.

Los suplementos minerales, debido al elevado costo de los fosfatos desfluorinados, que para el caso venezolano son de origen importado, incluyen frecuentemente fosfatos de yacimientos u otras fuentes de fósforo que contienen altos tenores de flúor como es el caso del fertilizante superfosfato triple. Esto hace necesario que los niveles de inclusión de este elemento deben ser considerados tomando en consideración los límites tolerables de este elemento, que en el caso de los bovinos ha sido estimado alrededor de 100 ppm, cuando éste proviene de rocas fosfáticas crudas (NRC, 1984).

El objetivo de esta investigación fue obtener estimaciones de retención de fósforo y flúor en bovinos alimentados con fosfatos de yacimiento y un fertilizante.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la unidad experimental de nutrición de bovinos del Campo experimental del CENIAP-FONAIAP, mediante prueba de balance se determinó la retención neta aparente de fósforo y flúor, y el patrón de eliminación del flúor por la orina durante 24 horas, de cuatro suplementos minerales conteniendo las fuentes de fosfatos de yacimiento, Riecito (Río) y Monte Fresco (Monte), un fertilizante (superfosfato triple: SFT) y un fosfato monodivalente desfluorinado como tratamiento control (Mono).

La dieta basal consistió de forraje verde picado (*Panicum maximum* y *Pennisetum purpureum*), con un contenido en base seca de fósforo 0,35%, el cual fue ofrecido a voluntad y 100 g de una mezcla mineral completa (Cuadro 1), utilizándose como vehículo un kg de un concentrado comercial con 18% PC, 75% NDT y 0,8% de P, con suministro de agua a voluntad. Los suplementos minerales aportaron 8 g de fósforo por 100 g de la mezcla.

Cuadro 1. Composición (%) de los suplementos minerales para bovinos

Ingrediente	Tratamiento ¹			
	Río	Monte	SFT	Mono
Río	72,56	--	--	--
Monte	--	73	--	--
SFT	--	--	40,94	--
Mono	--	--	--	38
CaCO ₃	11,93	--	46,78	49
Sal	13,91	25,4	10,72	11
Minerales ²	1,6	1,6	1,6	1,6
Ca	21,70	21,90	23,30	27,79
P	7,98	8,03	7,98	8,36
F	0,87	1,83	1,02	0,004

¹Mono= fosfato monodivale de calcio desfluorinado, Río= Roca fosfórica Riecito, Monte= Roca fosfórica Monte Fresco; SFT= Super fosfato triple.
²Composición (% del suplemento): Mg: 1%; S: 1%; Zn: 5000 ppm; Fe: 1500 ppm; Mn: 3000 ppm; Cu: 1250 ppm; Co: 20 ppm; Se: 15 ppm

Se utilizó la técnica de colección total, con cuatro mestizos Holstein x Cebú de 300 kg de peso aproximado, uno por tratamiento, asignados aleatoriamente en cada uno de los períodos experimentales a los tratamientos anteriores y colocados en jaulas metabólicas. El experimento tuvo una duración tres períodos de 21 días consecutivos, de los cuales 14 fueron de adaptación y 7 días para la recolección total de heces y orina. Se llevaron registros diarios de consumo del forraje y suplemento y de las excreciones fecal y urinaria, tomándose muestras de forraje, del suplemento ofrecido y el 10% de las excreciones para análisis de fósforo y flúor.

Con la cantidad de fósforo y flúor ingerida, y la excretada en las heces y orina se calculó el porcentaje de retención neta aparente (RNA) de fósforo y flúor, utilizándose la fórmula:

$$\text{RNA} = \frac{\text{Ingerido} - (\text{Excretado en Heces} + \text{Excretado en Orina})}{\text{Ingerido}} \times 100$$

Al final de la prueba de balance, durante un día, se midió el volumen de orina excretado y la concentración de flúor (ppm), a las 3, 6, 12 y 24 horas después del consumo de los suplementos minerales.

Los datos fueron sometidos al análisis de la varianza y las medias comparadas por el método de amplitudes múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS

En los estudios de absorción de fósforo en bovinos, el consumo total del elemento, a través del aporte del forraje y del concentrado, fue similar en los diferentes tratamientos, siendo el valor promedio de 41,49 g/d, con un aporte del suplemento mineral del 40%. En los fosfatos de roca de Río (22,36) y Monte (22,29), la excreción total de fósforo (g/día) fue numéricamente superior ($P > 0,05$) en relación a los tratamientos Mono (18,80) y SFT (19,72), con una mayor proporción de eliminación a través de la vía fecal (94,61%), en comparación con la urinaria (5,38%) (Cuadro 2).

La retención neta aparente de fósforo (%) para los fosfatos fue mayor ($P < 0,05$) para Mono (54,62), seguido por SFT (52,21), en comparación con Río (47,30) y Monte (45,57) los cuales se comportaron similarmente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Retención neta aparente (RNA) de fósforo en bovinos suplementados con diferentes fosfatos

Mediciones	Tratamiento ¹			
	Mono	Río	Monte	SFT
P Ingerido				
Forraje, g/día	25,36	25,13	24,80	24,66
Concentrado, g/día	16,10	17,30	16,00	16,60
Total, g/día	41,46	42,43	40,80	41,26
P excretado				
Heces, g/día	17,99	21,33	21,78	17,67
Orina, g/día	0,89	1,03	0,51	2,05
Total, g/día	18,80	22,36	22,29	19,72
P retenido, g/día	22,66	20,07	18,51	21,54
RNA ² , %	54,62 ^a	47,30 ^c	45,57 ^c	52,21 ^b
^{a,b,c} Valores con letras distintas en una misma fila son diferentes (P<0,05) ¹ Mono= (control) fosfato monodivalente desfluorinado, Río= Roca fosfórica Riecito, Monte= Roca fosfórica Monte Fresco; SFT= Super fosfato triple ² RNA= retención neta aparente				

Los animales suplementados con Monte tuvieron el consumo (mg/día) más elevado de flúor (1825), mientras que los alimentados con SFT y Río registraron ingestiones de 1092 y 876, y el nivel más bajo, como era de esperarse, para la fuente desfluorinada Mono (61) (Cuadro 3). Este consumo representó una excreción total de flúor (mg/día) más elevada (P<0,05) para Monte (430,9), seguida por Río (277,3) y SFT (268,9) y menor para Mono (148,5).

El balance de flúor en el tratamiento con Mono fue negativo con una retención (mg/día) de 87,5. Consecuentemente, la retención aparente de flúor (%) para los tratamientos fue de: 68,3 en Río, 76,4 en Monte y 75,4 en SFT (Cuadro 3).

Cuadro 3. Retención aparente de flúor en bovinos suplementados con diferentes fosfatos

Mediciones (mg/día)	Tratamiento ¹			
	Mono	Río	Monte	SFT
Flúor Ingerido	61	876	1825	1092
Flúor excretado	148,5 ^c	277,3 ^b	430,9 ^a	268,9 ^b
Flúor retenido	-87,5 ^d	598,7 ^c	1394,1 ^a	823,1 ^b
RNA ² , %	-	68,3	76,4	75,4
^{a,b,c} Valores con letras distintas en una misma fila son diferentes (P<0,05) ¹ Mono= (control) fosfato monodivalente desfluorinado, Río= Roca fosfórica Riecito, Monte= Roca fosfórica Monte Fresco; SFT= Super fosfato triple ² RNA= retención neta aparente				

En todas las fuentes de fósforo la mayor excreción (mg/día) de flúor se realizó a través de la vía fecal (188,3 ± 78,6), representando el 67% de la excreción total diaria (281,4 ± 115 mg) (Cuadro 4). Cuando se expresó el contenido de flúor en heces y orina como porcentaje de la excreción total del elemento (Cuadro 4), la mayor proporción de la excreción total de flúor (%) estuvo representada por la eliminación fecal en los tratamientos Mono (79,2), Río (68,9) y Monte (69,0), mientras que en el caso del SFT, la eliminación de flúor se realizó por ambas vías con cierta similitud cuantitativa (fecal: 54,9; urinaria: 45,1).

Cuadro 4. Excreción de flúor en bovinos suplementados con diferentes fosfatos

Excretado(mg/día)	Tratamiento ¹			
	Mono	Río	Monte	SFT
Heces	117,6 ^d	191,0 ^b	297,2 ^a	147,6 ^c
Orina	30,9 ^d	86,3 ^c	133,7 ^a	121,3 ^b
Total	148,5	277,3	430,9	268,9
Excretado (%)				
Orina	20,8	31,1	31,0	45,1
Heces	79,2	68,9	69,0	54,9
^{a,b,c,d} Valores con letras distintas en una misma fila son diferentes (P<0,05). ¹ Mono=(control) fosfato monodivalente desfluorinado, Río= Roca fosfórica Riecito, Monte= Roca fosfórica Monte Fresco; SFT= Super fosfato triple.				

El patrón de eliminación urinaria de flúor (mg) mostró un pico máximo a las 6 horas después del consumo de los suplementos, que fue más elevado para SFT (40,76), seguido por Monte (32,17) y Río (34,23).

Los animales que consumían Mono tuvieron una excreción urinaria más baja y constante a lo largo del día, con un valor promedio de 6,54 (Cuadro 5). La concentración (ppm) de flúor en la orina, en todas las fuentes, alcanzó el valor máximo a las 6 horas posteriores a la ingestión de los suplementos, siendo de 60,19, 52,55, 31,27 y 13,69 para SFT, Monte, Río y Mono, respectivamente (Cuadro 6).

DISCUSIÓN

La mayor retención aparente de fósforo para los fosfatos Mono y SFT se relaciona con la mayor biodisponibilidad del elemento. Sin embargo, la proximidad con los valores obtenidos para los fosfatos de yacimiento, se debe por un lado, a la fracción metabólica fecal de fósforo, que en rumiantes, suplementados con una fuente de alta biodisponibilidad, tiene una contribución importante (aproximadamente 25%), en la excreción total, y por otro, a la excreción fecal total ligeramente menor en los fosfatos Mono y SFT. En base a las consideraciones sobre la fracción metabólica fecal, Vitti *et al.* (1989) y López *et al.* (1990), evaluando fosfatos de rocas y SFT en comparación a un fosfato divalente, registraron valores de absorción aparente similares en las diferentes fuentes.

La mayor retención de flúor en los tratamientos SFT y Monte podría relacionarse con una mayor solubilidad en relación al fosfato de roca Río. La excreción total de flúor aumentó con la ingestión del elemento, siendo la proporción excretada, a través de la heces, mayor que en la orina, para los fosfatos Río y Monte, y con fracciones semejantes para SFT, indicando la mayor solubilidad en esta fuente del elemento flúor. La excreción de flúor en la orina se relaciona con la tasa de absorción del elemento (Shupe *et al.*, 1962). Consecuentemente, la excreción de flúor en la orina, expresada en mg o ppm, para el SFT fue más elevada, aproximándose a la concentración máxima del elemento, alcanzando el pico a las 6 horas post-suministro del alimento, coincidiendo este tiempo en todas las fuentes. La concentración de flúor, mayor en la roca de Monte, se puede relacionar con una mayor solubilidad del elemento en esta fuente en relación a Río. Las concentraciones en la presente investigación resultaron superiores a las reportadas por Shupe *et al.* 1962, en animales con fluorosis crónica severa (>20 ppm).

Cuadro 5. Excreción urinaria de flúor (mg) en bovinos suplementados con diferentes fosfatos

Hora Postconsumo	Tratamiento ¹				Media ± E.E
	Mono	Río	Monte	SFT	
3	6,24	14,96	20,43	19,15	15,19 ± 3,20
6	7,75 ^c	34,23 ^b	32,17 ^b	40,76 ^a	28,73 ± 7,20
9	6,15	15,61	23,64	20,22	16,40 ± 3,79
12	6,02	17,13	26,40	17,96	16,87 ± 4,18
Media ± E.E	6,54 ± 0,4	20,73 ± 4,52	25,66 ± 2,49	24,52 ± 5,42	
^{a,b,c} Valores con letras distintas en una misma fila son diferentes (P<0,05). ¹ Mono= (control) fosfato monodivalente desfluorinado, Río= Roca fosfórica Riecito, Monte= Roca fosfórica Monte Fresco; SFT= Super fosfato triple					

Cuadro 6. Concentración urinaria de flúor (ppm) en bovinos suplementados con diferentes fosfatos

Hora Postconsumo	Tratamiento ¹				
	Mono	Río	Monte	SFT	Media ± E.E
3	11,02	13,59	45,50	50,29	30,01 ± 10,33
6	13,69 ^d	31,27 ^c	52,55 ^d	60,19 ^a	39,42 ± 10,51
9	10,80	23,45	53,54	34,18	30,49 ± 9,04
12	10,95	21,12	32,36	33,31	42,43 ± 5,27
Media ± E.E	11,61 ± 0,69	22,35 ± 3,64	46,98 ± 4,88	44,49 ± 6,52	
^{a,b,c,d} Valores con letras distintas en una misma fila son diferentes (P<0,05). ¹ Mono= (control) fosfato monodivalente desfluorinado, Río= Roca fosfórica Riecito, Monte= Roca fosfórica Monte Fresco, SFT= Super fosfato triple					

Cuando se utilizan fosfatos de alto contenido y alta solubilidad del flúor (Monte y SFT) en la suplementación de bovinos, su incorporación a la dieta debe considerar los niveles máximos tolerables de este elemento para la especie (100 ppm).

CONCLUSIONES

Los fosfatos Mono y SFT son fuentes de fósforo de mayor biodisponibilidad. En el caso del flúor, los fosfatos Monte y SFT provocaron mayor retención del elemento, posiblemente por la mayor solubilidad de este elemento en estas fuentes.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- McGillivray, J. J. 1974. Biological availability of phosphorus in feed ingredients. In: Minnesota Nutrition Conference. (35th, 1974). pp. 15-24.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. Washington, D.C. National Academy of Sciences. 90 pp.
- Lópes, H. O., D. M. Vitti, E. A. Pereira, A. L. Abdalla, E. A. Moraes, J. C. Filho, y S. S. Fichtner. 1990. Disponibilidade biológica do fósforo de fosfatos naturais para bovinos pela técnica de diluição isotópica. Pesq. Agropec. Bras., 25:421-425.
- Shupe, J. L., E. L. Harris, D. A. Greenwood, J. E. Butcher y H. M. Nielsen. 1962. The effect of fluorine on Dairy Cattle. V. Fluorine in the Urine as an Estimator of fluorine intake. Amer. J. Vet. Res., 24:300-305.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York, NY.
- Vitti, D. M., A. L. Abdalla y J. C. Filho. 1989. Fontes alternativas de fósforo para rumiantes: Absorção real e disponibilidade biológica. Arq. Bras. Med. Vet. Zoot., 41:503-509.

Volver a: [Suplementación mineral](#)