

EFFECTOS DEL FLÚOR DIETARIO SOBRE EL CRECIMIENTO DE CORDEROS

Chaso, M. A., Pascual, M. R., Madrid, J. A.*, Salido, G. M.*

Departamento de Zootecnia y Departamento de Fisiología*
Universidad de Extremadura. 10080 Cáceres.

SUMMARY: Chaso, M. A.; Pascual, M. R.; Madrid, J. A.; Salido, G. M. Effects of feeding fluorine on lamb growing. Acta Veterinaria.....

Dietary fluoride effects on body weight and daily food intake were studied in lamb. Three groups of eighteen male lambs of «entrefina» breed were maintained *ad libitum* for 60 days with different diet: C = commercial mixed feed (29.0 ± 0.8 ppm F) S = commercial mixed feed + 2% sepiolite (212.3 ± 2.1 ppm F), F = commercial mixed feed + 0.044% NaF (213.9 ± 2.7 ppm F).

Diet F induced a significant decrease in total daily food intake and reduced drastically the development of lambs. These data suggest that chronic fluorosis depends not only (on) the amount of the F⁻ intake, but also, on the chemical nature of the mineral supplement.

Key Words: Fluorine, fluorosis, lamb, intake, growing.

Palabras clave: Flúor, fluorosis, cordero, ingesta, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

El flúor es un oligoelemento esencial que, como otros muchos, basa su esencialidad casi exclusivamente en sus efectos sobre el crecimiento (1). Su función principal en los seres vivos es la de actuar como componente estructural de órganos y tejidos corporales, principalmente huesos y dientes (2). Los animales obtienen el flúor necesario del agua y alimentos, bien sean pastos o preparados comerciales. En la práctica habitual de la alimentación animal se satisfacen sobradamente las necesidades en flúor, por lo que es muy raro que aparezcan síntomas carenciales. Por el contrario, no es infrecuente la intoxicación por concentración elevada del oligoelemento en la dieta.

El uso creciente de minerales que contienen flúor como suplementos dietarios ha introducido un riesgo de aparición de fluorosis en explotaciones ganaderas. Por ello en la directiva del Consejo de las Comunidades Europeas (3), que fija las concentraciones máximas admisibles para las sustancias y productos indeseables presentes en los alimentos destinados a los animales, se establece que, para corderos en crecimiento, el contenido máximo de flúor en los mismos no debe superar las 50 ppm. En la citada directiva no se alude al origen de dicho elemento, y, sin embargo, se conoce que la incidencia de fluorosis en los animales que reciben suplementos minerales, depende tanto de la naturaleza y fuentes de los minerales utilizados, como de la cantidad y continuidad de los consumos (4). Por otro lado, la aparición de síntomas de intoxicación por flúor varía con la edad, especie animal y naturaleza de la dieta base (1, 5).

El propósito del presente trabajo ha sido analizar la ingesta diaria y desarrollo corporal de corderos en crecimiento alimentados con dietas que contenían la misma cantidad de flúor, pero en las que dicho oligoelemento estaba presente en diferentes formas químicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

A) Animales y constitución de grupos experimentales

Se han utilizado 54 corderos machos destetados, de la agrupación entrefina, con 45 días de edad y un peso medio de 15,9 kg, mantenidos en condiciones de estabulación.

Los animales se dividieron aleatoriamente en tres lotes, a los que tras un periodo de adaptación, se les suministraron las siguientes dietas:

Lote 1: 18 animales, con un peso corporal medio inicial de $15,392 \pm 0,2$ kg, que ingieren pienso control (Dieta C), con la siguiente composición:

MS: 87,6% Ca: 0,77%
PB: 15,0% P: 0,51%
GB: 2,4% Met + Cis: 0,54%
FB: 4,4% UF: 0,99
Ceniz: 5,3% F⁻: $29,0 \pm 0,8$ ppm
Az. tot.: 2,59%

Lote 2: 18 animales, con un peso medio de $16,217 \pm 0,2$ kg que ingieren pienso control suplementado con un 2% de sepiolita, teniendo un contenido final de $212,3 \pm 2,1$ ppm de flúor (Dieta S). La sepiolita utilizada (EXALNR) es un silicato magnésico hidratado.

do con 9.640 ppm de flúor, que suele emplearse como aglomerante en la fabricación de piensos compuestos (6).

Lote 3: 18 animales, con un peso medio de $15,8 \pm 0,2$ kg, que ingieren pienso control suplementado con 0,044% de NaF y un contenido total en flúor de $213,9 \pm 2,7$ ppm (Dieta F).

Todos los animales dispusieron de pienso, agua y paja *ad libitum*.

B) Parámetros analizados

A lo largo de 60 días se efectuaron controles diarios de ingesta y quincenales de pesos corporales. Transcurrido este período se sacrificaron 6 animales de cada lote, pesándose la canal caliente y recogiendo sangre para determinaciones analíticas.

Los parámetros sanguíneos analizados fueron: actividad de la γ GT, triglicéridos, urea, hemoglobina y colesterol total, empleándose para ello un fotómetro de reflexión (Reflotron NR; Boehringer Mannheim) y los test portarreactivos correspondientes a cada determinación, siguiéndose en todos los casos las especificaciones del fabricante.

Para la determinación en plasma del flúor iónico se utilizó el método de adición de patrón (7) con la ayuda de un electrodo de referencia de doble puente salino (mod 96-09, Orión) y un potenciómetro (Crisón 517).

El tratamiento estadístico utilizado ha sido un análisis de varianza y comparación de medias mediante el test de Tukey, según la metodología propuesta por Sokal y Rohlf (8).

RESULTADOS

La evaluación de la ingesta de alimento de los diferentes lotes de animales, durante 60 días de experimentación, indicó que los corderos pertenecientes al lote 3 (dieta con flúor en forma de NaF), ya desde el primer día del período experimental, ingirieron cantidades significativamente inferiores ($p < 0,001$) a los restantes lotes, mientras que los del lote 2 (dieta con flúor en forma de sepiolita) presentaron valores muy próximos a los del lote 1 (dieta control) (Fig. 1), aunque en ocasiones las diferencias entre los lotes 1 y 2 resultaron estadísticamente significativas (Tabla I).

La ingestión continuada de cada una de las dietas descritas ocasionó un enlentecimiento en el crecimiento de los animales pertenecientes al lote 3, y un ligero aumento en los del lote 2, respecto a los del lote 1 (Fig. 2). Ambos hechos fueron significativos ($p < 0,001$) a partir del decimoquinto día del experimento (Tabla II), de manera que los animales a los que se les suministró NaF pesaron, al final del período experimental,

un 30,2% menos que los animales control, mientras que los que ingirieron la dieta con sepiolita alcanzaron un 5.6% más que los controles. Sin embargo, este aumento significativo del peso corporal total no se observa en el peso medio de las canales calientes, cuyos valores fueron:

Lote 1..... $12,85 \pm 0,62$ kg.
Lote 2..... $13,41 \pm 0,35$ kg.
Lote 3 $8,79 \pm 0,52$ kg.

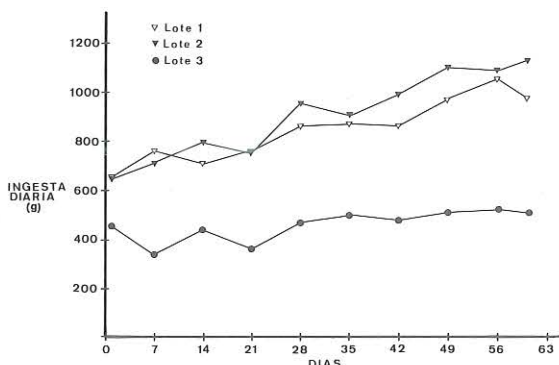


Figura 1: Evolución de la ingesta en tres lotes de corderos en crecimiento sometidos durante 2 meses a la ingestión de pienso con distintas fuentes de flúor.

Lote 1 (dieta C): pienso control ($29,0 \pm 0,8$ ppm de F)

Lote 2 (dieta S): pienso control + 2% de Sepiolita ($212,3 \pm 2,1$ ppm de F)

Lote 3 (dieta F): pienso control + 0,044% de NaF ($213,9 \pm 2,7$ ppm de F).

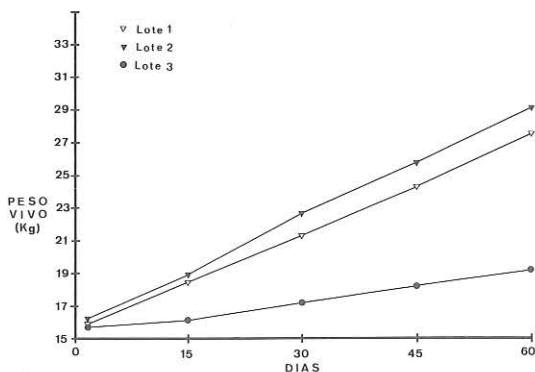


Figura 2: Evolución ponderal de tres lotes de corderos en crecimiento sometidos durante 2 meses a la ingestión de pienso con diferentes fuentes de flúor.

Lote 1 (dieta C): pienso control ($29,0 \pm 0,8$ ppm F).

Lote 2 (dieta S): pienso control + 2% de Sepiolita ($212,3 \pm 2,1$ ppm de F).

Lote 3 (dieta F): pienso control + 0,044% de NaF / $213,9 \pm 2,7$ ppm de F).

Tabla I.—VALORES DE INGESTA MEDIA (g ± e.t.) DE CORDEROS EN CRECIMIENTO, EN FUNCIÓN DE LA FUENTE DE FLÚOR, A LO LARGO DE 2 MESES.

Días	Lote 1	Lote 2	Lote 3
1	656,39 ± 12,59	684,11 ± 16,25	460,29 ± 20,80 ***
7	772,28 ± 33,03	709,78 ± 25,67 ***	331,56 ± 17,50 ***
14	714,50 ± 32,05	794,78 ± 29,41 ***	434,50 ± 30,20 ***
21	757,28 ± 39,48	756,53 ± 39,98	361,36 ± 28,83 ***
28	874,67 ± 36,60	958,61 ± 25,46 ***	462,44 ± 22,78 ***
35	884,59 ± 40,86	910,65 ± 33,09	490,82 ± 36,72 ***
42	875,71 ± 40,60	987,83 ± 29,96 ***	468,69 ± 38,37 ***
49	962,06 ± 66,24	1.097,22 ± 33,83 ***	504,19 ± 38,21 ***
56	1.047,12 ± 50,54	1.069,71 ± 47,18	505,75 ± 35,72 ***
60	973,62 ± 52,34	1.143,94 ± 29,98 ***	486,25 ± 31,59 ***

Lote 1 (dieta C): pienso control (29,0 ± 0,8 ppm F-).

Lote 2 (dieta S): pienso control + 2% sepiolita (212,3 ± 2,1 ppm F-).

Lote 3 (dieta F): pienso control + 0,044% de NaF (213,9 ± 2,7 ppm F-).

*** p < 0,001.

Tabla II.—EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO MEDIO (kg ± e.t.) DE CORDEROS EN CRECIMIENTO, EN FUNCIÓN DE LA FUENTE DE FLÚOR, A LO LARGO DE 2 MESES.

Días	Lote 1	Lote 2	Lote 3
1	15,71 ± 0,25	16,22 ± 0,29	15,78 ± 0,27
15	18,46 ± 0,35	18,91 ± 0,34	16,16 ± 0,33 ***
30	21,26 ± 0,52	22,65 ± 0,30	17,23 ± 0,35 ***
45	24,33 ± 0,52	25,76 ± 0,40	18,22 ± 0,47 ***
60	27,52 ± 0,57	29,07 ± 0,50	19,22 ± 0,50 ***

Lote 1 (dieta C): pienso control (29,0 ± 0,8 ppm F-).

Lote 2 (dieta S): pienso control + 2% sepiolita (212,3 ± 2,1 ppm F-).

Lote 3 (dieta F): pienso control + 0,044% de NaF (213,9 ± 2,7 ppm F-).

*** p < 0,001.

El peso medio de la canal de los animales del lote 3 es significativamente menor que el de los otros dos lotes experimentales (p < 0,001).

Después de ingerir diariamente el pienso que contenía el flúor en forma de NaF, la concentración de flúor iónico plasmático en los animales del lote 3 resultó ser significativamente más elevada que la encontrada en los corderos a los que se les suministró,

durante el mismo tiempo, flúor procedente de sepiolita (Tabla III). Los niveles de flúor plasmático de los animales que ingirieron dieta con sepiolita no presentaban diferencias significativas con respecto a los alimentados con la dieta control.

Sin embargo, ninguno de los demás parámetros sanguíneos valorados, mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres lotes experimentales (Tabla III).

Tabla III: PARÁMETROS SANGUÍNEOS (media ± e.t.) DETERMINADOS EN CORDEROS EN CRECIMIENTO TRAS 60 DÍAS DE TRATAMIENTO CON DISTINTAS FUENTES DE FLÚOR EN LA DIETA

Parámetros sanguíneos	Lote 1	Lote 2	Lote 3
γGT (u/l)	81,30 ± 7,15	79,08 ± 5,98	64,95 ± 4,67
Triglicéridos (mg/100 ml)	90,06 ± 4,42	85,43 ± 4,63	94,66 ± 2,20
Urea (mg/100 ml)	48,05 ± 2,94	48,71 ± 4,77	54,28 ± 5,04
Hemoglobina (g/100 ml)	11,61 ± 0,17	11,16 ± 0,73	12,02 ± 0,44
Colesterol (mg/100 ml)	119,83 ± 3,22	126,00 ± 5,89	118,50 ± 4,70
F- plasmático (ppm)	0,39 ± 0,03	0,39 ± 0,02	0,80 ± 0,03 ***

Lote 1 (dieta C): pienso control (29,0 ± 0,8 ppm F-).

Lote 2 (dieta S): pienso control + 2% sepiolita (212,3 ± 2,1 ppm F-).

Lote 3 (dieta F): pienso control + 0,044% de NaF (213,9 ± 2,7 ppm F-).

*** p < 0,001.

DISCUSIÓN

La toxicidad del flúor dietario varía en forma proporcional a la solubilidad de la fuente de flúor presente en ella, y en último término dependerá de los niveles plasmáticos que se alcanzan después de su ingestión. Los alimentos, como estructuras complejas que son, contienen flúor tanto en forma libre como unido a otros componentes; por tanto, la biodisponibilidad del flúor dietario dependerá de la relación entre las dos formas, de tal modo que cuanto mayor sea la cantidad de flúor libre o soluble, mayor será su biodisponibilidad (1).

Se ha descrito que cuando los corderos reciben flúor por vía oral como solución de NaF, en cantidades similares a las experimentadas por nosotros, el crecimiento de los mismos no sufre modificaciones con respecto a los controles (9). Sin embargo, nuestros resultados reflejan un crecimiento considerablemente menor de los animales que ingirieron flúor en forma soluble adicionado al pienso lo que, según nuestros resultados es una consecuencia de una menor ingesta de alimento manifestada desde el primer día de tratamiento, mientras que los que ingieren flúor en forma de sepiolita experimentan un crecimiento ligeramente superior a los controles, debido al aumento en el consumo de alimento. Sin embargo, este incremento en el peso vivo no se traduce en un mayor peso de las canales calientes.

Por otro lado, los resultados de flúor plasmático obtenidos demuestran que, a pesar del elevado contenido en flúor de la dieta preparada con un 2% de sepiolita, éste debe estar ligado a estructuras minerales que impiden su absorción gastrointestinal, al igual que ocurre con este mismo elemento procedente de otras arcillas (10). Por el contrario, los elevados valores de flúor plasmático encontrados en los corderos que ingirieron el flúor en forma de NaF nos indican que la alta solubilidad de dicha sal (11, 12) es un factor muy importante en la toxicidad del flúor.

Después de 60 días de tratamiento, ningún otro de los parámetros determinados en sangre, presentó alteraciones cualquiera que fuera la fuente de flúor dietario, si bien es posible que un tratamiento más prolongado induzca modificaciones significativas en algunos de ellos, particularmente la γ GT.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Tolsa, S. A. el suministro de la sepiolita utilizada en este trabajo.

Asimismo agradecemos a don José Antonio Andrada y a don Felipe Mogenza su asistencia técnica.

RESUMEN

Se estudian los efectos que el flúor dietario tiene sobre el desarrollo corporal de corderos y la ingesta diaria de alimento. Para ello se han utilizado tres grupos de corderos machos (18 animales por grupo), de la agrupación entrefina, que fueron mantenidos *ad libitum* durante 60 días con diferentes dietas: C = pienso control ($29,0 \pm 0,8$ ppm F), S = pienso control + 2% de sepiolita ($212,3 \pm 2,1$ ppm F), F = pienso control + 0,044% de NaF ($213,9 \pm 2,7$ ppm F).

La dieta F produjo una disminución significativa en el total de alimento ingerido diariamente y redujo drásticamente el desarrollo de los corderos. Estos datos sugieren que la fluorosis crónica depende no sólo de la cantidad de flúor ingerido, sino también de la naturaleza química del suplemento mineral.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) UNDERWOOD, E. J. (1983): El flúor. En: *Los minerales en la nutrición del ganado*. (14), 195-205. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- (2) JACKSON, S. H. et al. (1950): The retention of fluorine when fed as bone and as sodium fluoride. *J. Nutr.* 40, 515-535.
- (3) C.E.E. (Conseil des Communautés Européennes) (1974): *Aliments des animaux*. Bol. de la CEE Dir. 74/63/CEE.
- (4) SHUPE, J. L., y OLSON, A. E. (1982): Clinical and pathological aspects of fluoride toxicosis. *International Fluoride Symposium*, held at Utah State University. Logan, Utah. pp 319-337.
- (5) BOZA, J. (1960): El flúor en la alimentación animal. *Avances en Alimentación Animal*. (1), 5-7.
- (6) ALVAREZ, A.; PEREZ CASTELLS, R. (1983): Sepiolite in the field of animal nutrition. Fifth «Industrial Minerals», *International Congress*, pp 37-45.
- (7) ORIÓN RESEARCH INC. (1970): Added know-how on known addition: Newsletter 2. Orion Research Inc. Cambridge N.A.
- (8) SOKAL, R. R., y ROHLF, F. J. (1979): *Biometría*. Ed. Blume. Madrid, España.
- (9) MILHAUD, G. et al. (1985): Etude expérimentale de la fluorose de l'agneau de boucherie. *Ann. Rech. Vet.* 16 (4): 369-377.
- (10) MILHAUD, G. et al. (1984): Biodisponibilité du fluor du sol pour les ovins. Etude préliminaire. *Recueil de Médecine Veterinaire*, 160 (4): 377-380.
- (11) CLAY, A. B., y SUTTIE, J. W. (1985): The availability of fluoride from NaF and phosphorus supplements. *Vet. Hum. Toxicol.* 27 (1).
- (12) TIWARY, S. N. et al. (1978): Some observations on the pathology of experimental fluorine poisoning in sheep. *Indian Journal of Animal Health*. 17 (2): 141-143.