

# Suplementación alimenticia con ácidos grasos omega 3 y omega 6 sobrepasantes y su efecto en la calidad del semen bovino

Álvaro Fernán Castellanos Echeverría\*

## RESUMEN

Se buscó determinar si los ácidos grasos omega 3 y omega 6 sobrepasantes tienen efecto mejorador de la calidad del semen en bovinos. Se formularon raciones con granos enteros de linaza y de soya como fuente de estos ácidos, para determinar el sobrepaso de los nutrientes contenidos en ellos y su efecto en la calidad del semen. Se suministraron tres dietas (tratamientos) isocalóricas e isoprotéicas, conteniendo semillas de linaza íntegras como fuente de omega 3 (tratamiento 1), grano íntegro de soya para omega 6 (tratamiento 2) y una ración testigo (tratamiento 3) que no contiene estos ácidos grasos. Se trabajó con seis toros de razas lecheras por tratamiento durante tres meses. Los animales se suplementaron con 2,0 kg de las raciones experimentales por animal/día. Se tomaron tres muestras de semen con electroeyaculador por semana a cada animal desde el inicio, y

se evaluó la calidad de las muestras tomadas en las semanas diez, once y doce. Se evaluó el sobrepaso de estos ácidos grasos en dos toros adicionales con fístula ruminal y las muestras se analizaron mediante cromatografía de gases. Existió alto gado de sobrepaso de estos nutrientes. Las raciones conteniendo omega 3 y omega 6 produjeron semen con mayor densidad (cantidad de espermatozoides/ml), diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto al tratamiento testigo, pero no se presentó diferencia estadísticamente significativa. Otras características que determinan calidad de semen, como porcentaje de espermatozoides normales, de espermatozoides vivos y movilidad masal e individual, no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

**Palabras clave:** calidad de semen, omega 3, omega 6, ácidos grasos sobrepasantes.

---

\* Zoot. PhD, Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Zootecnia, Universidad de La Salle. Correo electrónico: alfernacaste@yahoo.com.

## DIETARY SUPPLEMENTS WITH BYPASS FATTY ACIDS OMEGA 3 AND OMEGA 6 AND THEIR EFFECT ON THE QUALITY OF BOVINE SEMEN

### ABSTRACT

The goal was to determine whether or not bypass fatty acids omega 3 and omega 6 have an improving effect on semen quality in cattle. Rations with whole grain linseed and soy were formulated as the source of those acids to determine the excess nutrients and their effect on semen quality. Three isocaloric and isoproteic diets (treatments) containing whole grain linseed as source of omega 3 (treatment 1), whole grain soy for omega 6 (treatment 2) and a base portion (treatment 3) that does not contain fatty acids. Work was done with six dairy breed bulls for a three-month treatment. Animals were fed with 2.0 kg of the experimental portions per animal/day. Three semen samples were taken with an electroejaculator from each animal every week and from the beginning, and the quality

of the samples taken on week ten, eleven and twelve was then evaluated. Fatty acid bypass was evaluated in two additional bulls with rumen fistula and the samples were analyzed through gas chromatography. The results showed a high degree of bypass in these nutrients. The portions containing omega 3 and omega 6 produced higher density semen (sperm count/ml), a statistically significant difference ( $p < 0,05$ ) compared to the base treatment, but there were no statistically significant differences. Other characteristics that determine semen quality, such as percentage of normal spermatozoa, living spermatozoa, as well as mass and individual mobility, did not show any statistically significant differences.

**Keywords:** semen quality, omega 3, omega 6, bypass fatty acids.

## INTRODUCCIÓN

El logro de altas tasas reproductivas en los hatos ganaderos colombianos es uno de los objetivos esenciales para lograr buenos rendimientos económicos y sostenibilidad en la industria, pero es uno de los más elusivos, porque depende de una gran diversidad de factores. Tradicionalmente se han evaluado más insistentemente los que dependen de la hembra, pero es el macho quien proporciona el gameto que fecunda el huevo. Es entonces lógico pensar que la capacidad del macho para producir abundantes espermatozoides aptos para la fecundación es un eslabón más en la cadena y debemos cuidar que este sea un eslabón fuerte.

Dentro de las consideraciones que deben hacerse al estudiar la fertilidad en hatos, especialmente en los que se usa la inseminación artificial, la evaluación de la calidad del semen debe ocupar un lugar especial, pues algunos estudios indican que, aunque la hembra es el principal componente dentro de la fertilidad del hato, debe darse más atención a la influencia del macho, sin cuya participación es imposible lograr este proceso (Gordon, 1999; Casanovas, 1999).

Son numerosos los factores que influyen en la calidad del semen, como la edad y el estado sanitario del macho, su grado de adaptación al medio y la cantidad y la calidad de la alimentación que recibe (Short y Adams, 1988), para mencionar solamente algunos. Las investigaciones realizadas hasta el momento acerca de la relación existente entre la calidad de la alimentación y el desempeño productivo y reproductivo son abundantes, especialmente las concernientes a la capacidad de los animales para realizar un trabajo o gasto metabólico (McDonald et ál., 1999). Es así como son evidentes las relaciones entre la composición de la ración y la capacidad de los machos y las hembras para llevar a cabo procesos que generen productos de interés económico (Fox, Sniffen y O'Connor, 1988). En el caso de los machos, es bien conocida la relación entre su condición corporal y el balance energético

en un momento dado, con su capacidad para realizar abundantes montas fértiles en lapsos relativamente cortos (Brown, 1994; Fox, Sniffen y O'Connor, 1988). Podemos hablar de la cantidad de alimento recibido por día y de su composición, lo que finalmente nos arroja cierta cantidad de cada uno de los nutrientes recibidos. Entre ellos, los que son fuente de energía son los limitantes y, debido a que las grasas poseen una alta densidad energética, son las principales fuentes de energía (Gordon, 1999; Blesbois et ál., 1997); sin embargo, su uso en la alimentación de rumiantes ha estado tradicionalmente restringido a valores que no sobrepasan el 5% de la ración, porque si se excede este nivel se altera en forma general el proceso de fermentación en el rumen (McDonald et ál., 1999), en el que las grasas son radicalmente transformadas, y cuando llegan a la fase de digestión enzimática poseen características que tienen muy poca relación con los tipos de grasa suministrada en el alimento.

Por estas razones, los efectos del nivel de grasa en la ración han sido poco estudiados en relación con la calidad del semen en rumiantes, más aún si hablamos de los ácidos grasos poliinsaturados, como el omega 3 y el omega 6.

Un caso diferente lo observamos en los monogástricos, en los cuales las grasas poliinsaturadas, como los ácidos grasos omega 3 y omega 6, son sometidas únicamente a digestión enzimática y, en consecuencia, no pierden su condición, demostrando efectos mejoradores importantes en la calidad del semen (Surai et ál., 2001; Cerolini et ál., 2000; Blesbois et ál., 1997; Kelso et ál., 1997; Chanmugan et ál., 1992).

Por lo anteriormente expuesto, se consideró que la inclusión de grasas sobrepasantes que sean fuente de ácidos grasos omega 3 y omega 6 en la ración de bovinos tiene las ventajas de no afectar el proceso de fermentación ruminal, mejorando su contenido energético, además de conservar su condición de poliinsaturados hasta llegar a la digestión enzimática

y así estar en posibilidad de actuar sobre la calidad del semen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la finca San Miguel, ubicada en el Alto del Vino, municipio del Rosal, Cundinamarca, a 2900 msnm, con una precipitación media anual de 800 mm y una temperatura media anual de 14 °C. Los animales se mantuvieron en pastoreo rotacional con cerca eléctrica sobre pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), con población moderada de trébol blanco (*Trifolium repens*) y de trébol rojo (*Trifolium pratense*), y se suplementaron con 2,0 kg de las raciones experimentales por animal/día.

Las raciones experimentales se calcularon para ser isocalóricas e isoproteicas, conteniendo 2,9 Mcal de energía metabolizable por kilogramo de materia seca y 14% de proteína cruda. El contenido total de grasa en la ración fue del 5%, del cual el 2,5% proviene de las semillas de linaza y de soya, quedando organizadas de la siguiente manera:

- *Tratamiento 1 (T1)*. Ración con semillas íntegras de linaza, que tiene una relación omega 6:3 de 0,34.
- *Tratamiento 2 (T2)*. Ración con grano íntegro de soya, que tiene una relación omega 6:3 de 0,29.
- *Tratamiento 3 (T3, testigo)*. Ración con aceite de palma como fuente de grasa que no contiene omega 3 ni omega 6.

El contenido de nutrientes de las raciones se encuentra en la tabla 1.

Se realizaron pruebas de laboratorio de degradabilidad ruminal mediante cromatografía de gases, con el fin de medir el grado de sobrepaso de los ácidos grasos omega 3 y 6. Se compararon los resultados en semillas de linaza íntegras, tal como se suministraron a los animales, y otras que permanecieron en rumen por

**TABLA 1. CONTENIDO DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES**

	Contenido de nutrientes		
	Ración con linaza (T1)	Ración con soya (T2)	Ración testigo (T3)
Proteína (%)	14,00	14,00	13,97
E.M. (Kcal/kg MS)	2899	2899	2897
Ácidos grasos omega 3 (%)	4,28	1,19	0
Ácidos grasos omega 6 (%)	1,48	4,10	0
Relación omega 6:3	0,34	0,29	

96 horas; para ello se emplearon dos animales adicionales, a los que se les implantó una fístula ruminal. Los ensayos hechos con granos íntegros de soya se perdieron por error y no pudieron ser incluidos en este documento.

Se aplicó cada tratamiento a seis toros durante tres meses, de los cuales los dos primeros meses se consideraron de acostumbramiento a la ración. En cada animal se usó electroeyaculador, una vez por semana, con tres eyaculados cada vez, durante los tres meses que duró el trabajo de campo, para mantener a los animales en un ritmo de trabajo regular. Las muestras tomadas en las semanas uno a nueve no fueron analizadas, pero las muestras usadas para determinar la calidad del semen fueron las tomadas durante las semanas diez, once y doce, evaluando las siguientes características:

- Concentración: cámara de Newbauer
- Movilidad masal: microscopio con objetivo 10X
- Movilidad individual: microscopio con objetivo 40X
- Morfología: microscopio con objetivo 40X con tinción Eosina Nigrosina
- Vivos-muertos: microscopio con objetivo 40X con tinción Eosina Nigrosina

Se implementó un diseño experimental completamente aleatorio con sobrecambio simple, con tres tratamientos y seis repeticiones, analizándose los resultados mediante Anova correspondiente al diseño. Cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se usó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para determinar entre cuáles tratamientos se presentó dicha diferencia (Steel y Torrie, 1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LA SEMILLA ÍNTEGRA DE LINAZA Y GRADO DE SOBREPASO RUMINAL

Los resultados presentados en la tabla 2 muestran que existe poca diferencia en el contenido de los distintos ácidos grasos en el grano de linaza entero, y después de 96 horas de permanencia en el rumen.

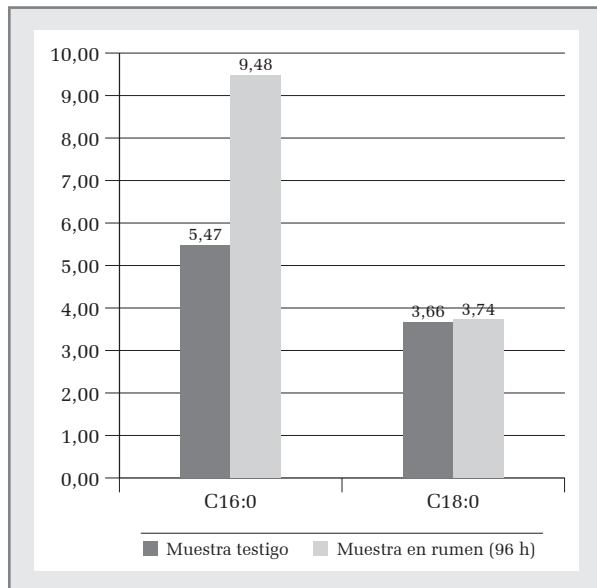
Cuando la ración de un rumiante contiene grasas que no tienen ningún tipo de protección contra el ataque microbiano en el rumen, se presenta una reducción de los ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados, así como un incremento de los ácidos grasos saturados, hasta el punto en que aquellos son reemplazados totalmente por estos últimos. En el caso del presente trabajo, se observó la misma tendencia, pero con niveles muy reducidos de biohidrogenación (figura 1).

Se realizaron análisis de varianza de una vía para comparar los contenidos de cada uno de los ácidos grasos en la muestra, antes y después de permanecer en el rumen, y en todos los casos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (figuras 1, 2, 3 y 4), con excepción del contenido de ácido palmítico y del contenido total de ácidos grasos saturados (SFAS), que fueron significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) después de 96 horas de fermentación ruminal (figuras 1 y 3). Se trata de ácidos grasos

**TABLA 2. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE SEMILLAS DE LINAZA ÍNTEGRAS Y GRADO DE SOBREPASO DESPUÉS DE 96 HORAS DE FERMENTACIÓN RUMINAL**

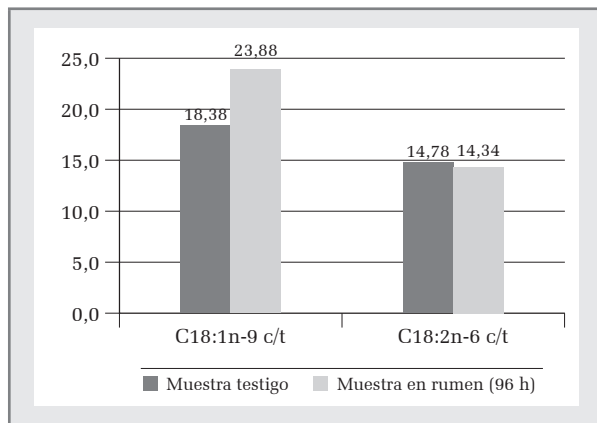
Fracción	Grano entero	Fermentación por 96 h	Grado de sobrepaso (%)	P < $\alpha$
Ac. palmítico (C16:0)	5,47	9,48	173	0,0498
Ac. esteárico (C18:0)	3,66	3,74	102	0,6862
Ac. oleico cis. trans. (C18:1n-9 c/t)	18,38	23,88	130	0,1085
Ac. linoleico cis. trans. (C18:2n-6 c/t)	14,78	14,34	97	0,1139
Ac. gamma linolénico (omega 6; C18:3n-6)	0,00	1,94		0,2087
Ac. alfa linolénico (omega 3; C18:3n-3)	57,71	46,64	81	0,0929
Total	100,00	100,00	100	
Ac. grasos poliinsaturados (PUFA)	72,49	62,91	87	0,0730
Ac. grasos monoinsaturados (MUFA)	18,38	23,88	130	0,1085
Ac. grasos saturados (SFA)	9,13	13,22	145	0,0332
n - 3	57,71	46,64	81	0,0929
n - 6	14,78	16,28	110	0,2376
n - 6 / n - 3	0,26	0,35		

**FIGURA 1. CONTENIDO DE ÁCIDO PALMÍTICO Y ÁCIDO ESTEÁRICO EN GRANO ÍNTEGRO DE LINAZA (%)**

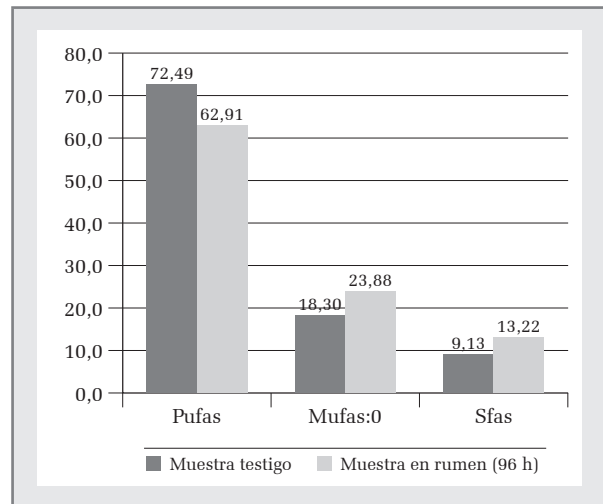


saturados y el resultado anterior está indicando que se presentó un proceso de biohidrogenación, mediante el cual se saturan los ácidos grasos, que incrementó su contenido total. A pesar de que en los otros ácidos grasos no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en sus contenidos antes y después de la permanencia en el rumen, es de notarse una ligera tendencia a presentar un menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados después de 96 horas de permanencia en el rumen.

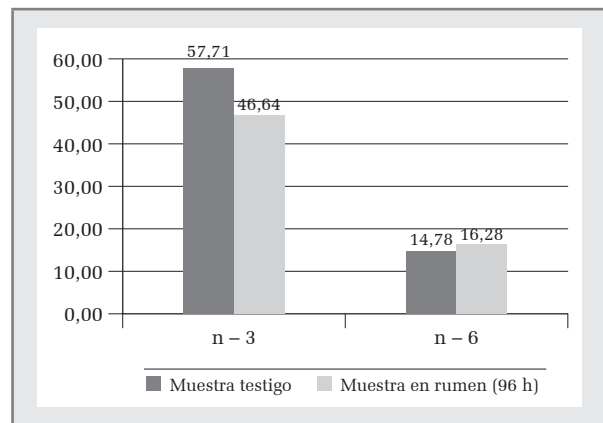
**FIGURA 2. CONTENIDO DE ÁCIDO OLEICO CIS-TRANS EN GRANO ÍNTEGRO DE LINAZA (%)**



**FIGURA 3. CONTENIDO DE PFA, MFA Y SFA EN GRANO ÍNTEGRO DE LINAZA (%)**



**FIGURA 4. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3 Y OMEGA 6 EN GRANOS ÍNTEGROS DE LINAZA**



Al examinar los resultados registrados en la figura 3, se observa que la reducción de los PFA y el incremento de los MFA es muy ligera (estadísticamente no significativa), lo cual nos está indicando que las grasas sufrieron apenas un ligero ataque microbiano que produjo solamente la transformación de pequeñas cantidades de ácidos grasos. Esto confirma el alto grado de sobrepaso que presentaron los ácidos grasos omega 3 y omega 6 (81% y 110%, respectivamente). El resultado del 110% de sobrepaso de ácidos grasos omega 6 se explica porque se detectó el ácido graso gamma linolénico (omega 6) después de 96 horas de permanencia en rumen, indicando una posible síntesis

bacteriana (figura 4). Sin embargo, la permanencia de 96 horas es prolongada, por lo que se espera que el grado de sobrepaso sea mayor con un tiempo de permanencia real.

Otro resultado que llama la atención consiste en que los contenidos de ácido oleico cis-trans (C18:1n-9 c/t y C18:2n-6 c/t) permanecieron sin cambio significativo después de 96 horas de fermentación ruminal. A pesar de que este cambio resultó estadísticamente no significativo, se observó un 30% aproximadamente de aumento en el contenido de ácido oleico, que incluye al ácido baxénico, precursor de conjugados de ácido linoléico (CLA), asociado con efectos positivos en el proceso reproductivo en general.

## CALIDAD DE SEMEN

### CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DEL SEMEN

Estas presentaron valores muy similares entre tratamientos: el pH varió en un rango de entre 6,5 y 6,9; y el volumen varió entre 4,0 ml y 7,0 ml, presentando promedios de 5,5 ml, 5,3 ml y 5,7 ml para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. La consistencia fue muy similar en tratamientos entre lechoso-cremoso y cremoso con coloración blanco amarillento, resultados que se consideran normales para el semen bovino. Con

frecuencia, el tratamiento testigo presentó coloración ligeramente blanquecina.

### CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL SEMEN

Con referencia a la densidad, se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. Así, los toros que recibieron raciones que contenían semillas íntegras de linaza y los toros que recibieron raciones con soya produjeron semen con mayor cantidad de espermatozoides que los que recibieron la ración testigo (tabla 3).

De acuerdo con los anteriores planteamientos, puede afirmarse que los tratamientos 1 y 2 resultaron en la producción de semen con mayor número de espermatozoides/ml (figura 5).

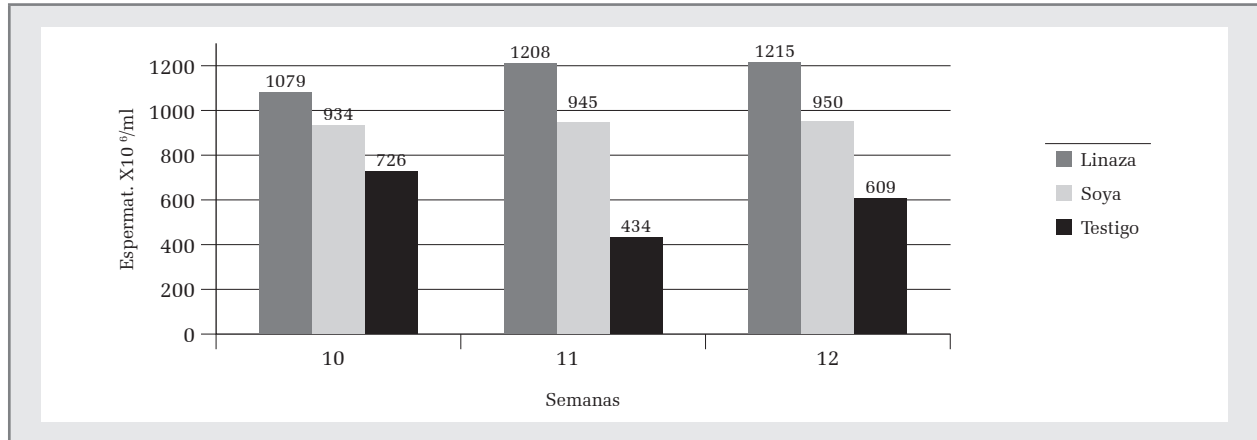
Acerca de otras características microscópicas, como la movilidad masal, se encontró como buena o excelente en todos los tratamientos. Con respecto a la movilidad individual, evaluada observando movimientos progresivos, también se presentó normal en todos los tratamientos. La morfología se encontró normal, con valores considerados adecuados para un semen de buena calidad. De manera similar, el porcentaje de espermatozoides vivos presentó valores normales, incluso en el tratamiento testigo (tabla 4).

**TABLA 3. DENSIDAD (ESP. x 10<sup>6</sup>/ML) Y VOLUMEN PROMEDIO (ML) DEL SEMEN PRODUCIDO EN CADA TRATAMIENTO**

Tratamiento	Semana			Promedio (esp. x 10 <sup>6</sup> /ml)	Volumen promedio (ml)
	10	11	12		
Ración con linaza (T1)	1079	1208	1215	1167 (a)	5,5
Ración con soya (T2)	934	946	950	943 (a)	5,3
Ración testigo (T3)	726	434	609	590 (b)	5,7

Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos ( $p < 0,05$ ).

**FIGURA 5. DENSIDAD DE SEMEN POR TRATAMIENTO**



**TABLA 4. NÚMERO DE DOSIS DE SEMEN CONGELADO QUE SE PUEDE OBTENER CON UN EYACULADO PROMEDIO EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**

Tratamiento	Valores promedio				Dosis por eyaculado
	Volumen (ml)	Densidad (esp. x 10 <sup>6</sup> /ml)	Vivos (%)	Normales (%)	
Linaza (T1)	5,5	1167 <sub>a</sub>	80,4 <sub>a</sub>	84,7 <sub>a</sub>	219
Soya (T2)	5,3	943 <sub>a</sub>	80,3 <sub>a</sub>	84,2 <sub>a</sub>	169
Testigo (T3)	5,7	590 <sub>b</sub>	82,2 <sub>a</sub>	81,4 <sub>a</sub>	113

Con los resultados obtenidos se puede calcular el número de dosis de semen congelado que se puede obtener con el eyaculado promedio de cada tratamiento. Si se decide incluir veinte millones de células por dosis, es posible obtener aproximadamente el doble de dosis del eyaculado promedio del tratamiento con linaza, y 1,5 veces el número de dosis del tratamiento con semillas de soya.

Se pudo establecer que la semilla íntegra de linaza en la ración de bovinos posee un buen grado de protección contra la fermentación ruminal, obteniéndose un alto porcentaje de sobrepaso de los nutrientes que contiene, entre los cuales se encuentran los ácidos grasos omega 3 y omega 6, de interés en el presente estudio. Sin embargo, estaba fuera de los alcances del presente trabajo establecer lo que sucede con estos nutrientes una vez sobrepasan el rumen y llegan a la digestión enzimática del abomaso y al intestino. De

acuerdo con los resultados obtenidos, es posible suponer que presentaron un grado aceptable de digestión y absorción, y tuvieron un efecto en la calidad del semen obtenido. Sin embargo, son necesarios estudios posteriores para determinar hasta qué punto la cubierta que protegió el contenido del grano durante su paso por el rumen fue debilitada en este proceso y permite la acción enzimática en los tramos posteriores del aparato digestivo.

Otro aspecto a considerar para estudios posteriores es el relacionado con el papel que desempeñan los ácidos grasos omega 3 y omega 6 en el espermatozoide bovino, en factores como la flexibilidad de flagelo, características de la membrana celular, del acrosoma y, en general, en la vitalidad y la movilidad del espermatozoide, que deben redundar en un incremento de su capacidad fecundante.



De acuerdo con lo anterior, es aconsejable el suministro de granos íntegros de linaza o de soya en la ración de reproductores bovinos de trabajo, ya sea por monta natural o para producción de semen destinado a la congelación, pues implica la producción de semen con una mayor cantidad de espermatozoides, lo que debe resultar en una mejor fertilidad en el hato o en la producción de mayor cantidad de pajillas por eyaculado.

## REFERENCIAS

- Blesbois, E.; Grasseau, I. & Blum, J.C. (1993). Effects of vitamin E on fowl semen storage at 4 °C. *Theriogenology*, 39, 771-779.
- Blesbois, E.M. et ál. (1997). Effect of dietary fat on the fatty acid composition and fertilizing ability of fowl semen. *Biol. Reprod.*, 56, 1216-1220.
- Brown, B.W. (1994). A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. *Reproduction, Nutrition, Development*, 34, 89-114.
- Casanovas, P. (1999). *Methods of alleviating the age-related decline in fertility of broiler breeder males*. Tesis de maestría, University of Georgia, Athens, EE.UU.
- Cerolini, S. et ál. (2000, septiembre). Effect of n3 and n6 fatty acid supplemented diets and vitamin E level on semen quality in cockerels. *British Poultry Science: International Conference on Bird Reproduction, Abingdon: sep. 2000*, 41, 58.
- Chanmugan, P. et ál. (1992). Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poultry Science*, 71, 516-521.
- Fox, D.G.; Sniffen, C.J. & O'Connor, J.D. (1988). Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *Journal of Animal Science*, 66, 1475-1495.
- Gordon, I. (1999). *Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos*. Zaragoza: Acribia S. A.
- Kelso, K.A. et ál. (1997). Effects of dietary supplementation with alpha linolenic acid on the phospholipid fatty acid composition and quality of spermatozoa in cockerel from 24 to 72 weeks of age. *J. Reprod. Fertil.*, 110, 53-59.
- McDonald, P. et ál. (1999). *Nutrición animal* (5a edición). Zaragoza: Acribia.
- Short, R.E. & Adams, D.C. (1988). Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. *Can. J. Anim. Sci.*, 68, 29-39.
- Steel, R y Torrie, J. (1985). *Bioestadística, principios y procedimientos*. Bogotá: McGraw Hill.
- Surai, P.F. et ál. (2001). Polyunsaturated fatty acids, lipid peroxidation and antioxidant protection in avian semen-review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 14, 1024-1050.
- Wayne, W. (2006). *Bioestadística, bases para el análisis de las ciencias de la salud*. México, D. F.: Limusa.

