

NUTRICIÓN DEL SEMENTAL

De la Llata, M., S. Dritz, S. y Rivas, Y.

- Existe una cantidad relativamente pequeña de datos disponibles para hacer recomendaciones con respecto al contenido nutricional de las dietas para semental
- El bajo costo de alimentación con respecto a los otros costos de producción en los centros de inseminación tiene como consecuencia la sobreformulación de las dietas de sementales en campo.
- Los datos que se presentan en este documento pueden utilizarse para estimar el nivel de alimentación para sementales basándose en su peso corporal y en la meta de ganancia de peso.
- Los niveles de vitaminas y minerales comúnmente utilizados para la dieta de hembras son adecuados, aunque es posible que se necesite aumentar la cantidad de vitamina E y C para cubrir los requerimientos.

Existe una considerable cantidad de investigaciones de nutrición para macho entero en crecimiento, generada en países donde comercializan machos enteros en lugar de castrados. Los programas de alimentación durante el período de crecimiento son similares a los utilizados en hembras de reemplazo, con la consideración de los requerimientos extras de nutrientes de los sementales. Se han realizado menos investigaciones con sementales que ya están trabajando. Investigaciones y evaluaciones de Canadá (Aherne, 1993, 1995), los Países Bajos (Kemp, 1989), Inglaterra (Close y Roberts, 1991), y la Universidad de Nebraska (Louis, *et al.*, 1994 a, b) proporcionaron la mayor parte de la información de este documento.

Nutrición en Sementales Activos

El impacto de la nutrición sobre el desempeño reproductivo de los sementales se puede medir con la producción espermática, libido y la viabilidad y capacidad de fertilización de la célula espermática. Aunque son relativamente pocos estudios los que han medido estas características.

Existe un número pequeño de estudios donde se ha medido la libido, y los resultados muestran que éste no se influye por la nutrición. Existe un estudio que duró 15 meses conducido por Stevermer, *et al.* (1961) donde el bajo consumo de alimento redujo la libido hasta el último mes del período de prueba. Pruebas recientes indican que la restricción en el consumo de proteína disminuye la libido del semental cuando se mide ésta como el tiempo que tarda en iniciar la eyaculación (Louis, *et al.*, 1994b) y con la disminución de la duración de la eyaculación (Louis, *et al.*, 1994b). Estos resultados no fueron sustentados con datos de Kemp, *et al.* (1988) o de Yen y Yu (1985). Ellos no encontraron influencia del consumo de lisina sobre la libido. La sobrealimentación comparada contra la subalimentación del verraco tiene mayor influencia sobre la libido ya que la acumulación excesiva de grasa ocasiona dificultad física para montar a la cerda o al potro. La sobrealimentación también incrementa los problemas locomotores y disminuyen la longevidad.

Debido a que la producción y maduración espermática es un proceso de 6 semanas, los efectos nutricionales no serán evidentes en menos de 6 semanas. La producción espermática está influenciada por el consumo total de alimento (Kemp, 1989) y de proteína (Louis, *et al.*, 1994a). Kemp suministró tres niveles de alimentación (alta, media o baja) a sementales alojados en un ambiente frío. Sementales con el nivel de alimentación alto (consumo a libre acceso de 5.72 kg./día) lograron una ganancia de peso diaria de 1.0 kg. Los de ingesta media tenían una ganancia de peso variable entre 0.500kg para un semental de 150 kg. Y hasta una ganancia de 0.090 kg./día para semental de 350 kg. El consumo promedio en este tratamiento fue de 3.63 kg./día debido a un ajuste realizado para el alojamiento en ambiente frío. En el tratamiento de baja alimentación se ofreció 1.91 kg./día, lo cual provocó una pérdida de peso debido al ambiente frío. Los resultados mostrados en la Tabla 1 indican que la producción espermática bajó significativamente durante las semanas 9 a 12 al bajar el nivel de alimentación de alto al nivel medio y del nivel medio al bajo. Louis, *et al.* (1994b) demostraron que la cantidad de semen eyaculado fue notoriamente influenciada cuando se disminuyó el consumo de proteína y energía a comparación de solamente reducir la cantidad de energía consumida (Tabla 2). Estos resultados tienen una aplicación importante para los centros de inseminación en donde se requiere obtener la mayor cantidad de semen posible. La restricción del consumo de energía es importante para evitar los problemas de movilidad, sin embargo, la restricción también afectará la producción del semen. Si el semental tiene sobrepeso, la reducción del consumo

de alimento como método para hacerlo bajar de peso probablemente causará una reducción en la producción espermática. En los sistemas de producción que utilicen monta natural, la mayor prioridad será restringir la ganancia de peso e incrementar la longevidad antes de maximizar la producción espermática.

Pocos investigadores han estudiado la influencia de la nutrición sobre la viabilidad y capacidad de fertilización del espermatozoide. Stevermer, *et al.* (1961) y Kemp, *et al.* (1989) encontraron que el nivel nutricional no tiene influencia en los parámetros de viabilidad espermática. Investigaciones con aminoácidos específicos son contrastantes, sin embargo, la tendencia general es que el consumo de aminoácidos no influencia la viabilidad espermática.

Requerimiento de Energía

El requerimiento de energía del semental activo se puede dividir en requerimiento de mantenimiento, de ganancia de peso, de actividad de la monta y producción espermática. Los sementales fuera de la zona termoneutral requieren energía extra para mantener su condición corporal. Cada requerimiento se describirá brevemente en esta sección. Los requerimientos energéticos de sementales de diferentes pesos, junto con la cantidad de alimento necesaria para cubrirlos se presentan en la Tabla 3.

Mantenimiento. Close y Roberts (1983) acopiaron varios experimentos y desarrollaron una ecuación para expresar este requerimiento en sementales adultos. En su ecuación, el mantenimiento está expresado en Mj de EM/día (mantenimiento = $0.763 * \text{Peso}^{0.665}$). La ecuación convertida a Mcal de EM diaria es:

Mantenimiento = $0.1823 * \text{Peso}^{0.665}$. El peso es expresado en Kilogramos.

Crecimiento. El requerimiento de energía para crecimiento puede ser calculado con base en algunas suposiciones. El valor de energía para un gramo de proteína es de 5.7 kcal. de EM y para un gramo de grasa es de 9.5 kcal. de EM. La eficiencia de utilización del EM de la dieta para deposición es de 54% para proteína y 74% de grasa (ARC, 1981). Con estas afirmaciones, el cálculo del requerimiento de energía para la deposición de un gramo de proteína es de $(5.7 / 0.54 = 10.6 \text{ kcal. EM})$ o para grasa $(9.5 / 0.74 = 12.8 \text{ kcal. EM})$. Si se asume que la composición de la ganancia de peso es 16% proteína y 25% grasa (NRC, 1981), así pues el requerimiento de energía para el crecimiento puede ser calculado de la siguiente manera:

$$1 \text{ kg. de crecimiento} = (16\text{gr de proteína} * 10.6 \text{ kcal. EM para proteína}) + (25\text{gr de grasa} * 12.8 \text{ kcal. EM para grasa}) = 490 \text{ kcal. o } 0.49 \text{ Mcal EM.}$$

La apropiada tasa de crecimiento para los sementales activos no está bien estudiada. Pettigrew y Yang (1993) adaptaron de Kemp (1989) metas para ganancia de peso. Las metas con los requerimientos energéticos para alcanzar estas metas se listan en la Tabla 3. Estas metas son algo agresivas ya que los sementales alcanzan 318 kg. a los 2.2 años de edad. Otras metas pueden sustituirse y determinar el requerimiento de energía para mantenimiento utilizando las ecuaciones presentadas anteriormente.

Actividad de monta. Kemp, *et al.* (1990) calculó que la producción de calor en sementales está asociada con la monta en el potro y la eyaculación. Según los autores, la energía extra requerida para esta actividad se expresó como 18 kJ/kg. $\text{Peso}^{0.75}$ por día. La ecuación convertida a kcal. de EM es 4.3 kcal. $\text{Peso}^{0.75}$ por día. Utilizando esta ecuación, el requerimiento de energía para la monta en un semental de 500 libras deberá ser de 0.25 Mcal de EM/día (aproximadamente 0.08 kg. de una dieta con 1.4 Mcal EM/libra (3.1 Mcal ME/kg.)).

Producción de Semen. Close y Roberts (1993) calcularon el contenido energético en cada eyaculado en 0.26 Mj (0.062 Mcal). Este valor se determinó a partir del contenido energético (104 Mj) y proteico (3.7%) en 250 ml de eyaculado de semen. Usando una eficiencia de utilización de energía de carbohidratos de 0.6, el requerimiento diario de energía para la producción de semen es de 0.43 Mj (0.10 Mcal) de energía metabolizable. Sin embargo, el costo energético para la producción de semen es equivalente a 0.03 kg. de una dieta con 3.1 Mcal EM/kg.

Temperatura. La temperatura termoneutral para un semental de 250 kg. es de aproximadamente 20°C (Kemp, *et al.*, 1989). Aunque la temperatura termoneutral cambia con el peso corporal y el consumo de alimento, el cambio es relativamente pequeño. Sin embargo, conforme la temperatura es por debajo de la termoneutralidad, se debe proveer energía extra para mantener la temperatura corporal del semental. Kemp, *et al.* (1989) determinó que la pérdida de calor para sementales fue de 16 kJ/kg. de Peso⁷⁵ por día por cada 1°C por debajo de la temperatura de neutralidad. Expresada como Kcal. de EM, la ecuación es 3.82 kcal./kg. de Peso⁷⁵ por día por cada 1°C o 2.1 kcal/kg. de Peso⁷⁵ por día por cada 1°F debajo de la temperatura de neutralidad. La simplificación de esta ecuación sería la siguiente: para una dieta típica de semental, el consumo de alimento debe incrementarse en alrededor de 0.05 kg./día por cada 1°F por debajo de 68 1°F.

Requerimiento Total de Energía. Utilizando los cálculos factoriales presentados en la tabla 3, el consumo de energía metabolizable deberá ser de 7.7 a 9.7 Mcal/día para sementales entre 138 y 318kg., respectivamente. Cuando se utilizan dietas con 1.4 Mcal de EM, el consumo de alimento debe ser aproximadamente 2.5 a 3.1 kg./día para alcanzar el requerimiento de energía en semental activo. Louis, *et al.* (1994a) determinó que el consumo de energía puede reducirse a alrededor de 6.1 Mcal/día de EM (2.0 kg. de alimento) para limitar la ganancia de peso evitando tener un impacto serio en el potencial reproductivo. Sin embargo, como se discutió anteriormente, limitar el consumo de energía puede disminuir el total de espermias eyaculados (Kemp, 1989). Si bien, no hay evidencia de que la fibra mejore el desempeño reproductivo, la fibra de la dieta puede utilizarse cuando se limita el consumo de energía para: 1) reducir el costo total de alimentación, 2) incrementar saciedad, 3) mejorar el bienestar del semental (Close y Roberts, 1993).

Requerimiento de Proteína (aminoácidos) No hay disponibilidad de datos que puedan utilizarse para determinar factorialmente el requerimiento de aminoácidos en sementales. La mayoría de los cálculos para el requerimiento de proteína (aminoácidos) para sementales son datos obtenidos con hembras y primerizas gestantes. Close y Roberts (1993) citaron un bajo requerimiento de nitrógeno para mantenimiento en hembras (6.5g/día o 41g de proteína), bajo requerimiento para producción de semen (5 a 10g/día de proteína), y bajo contenido de aminoácidos en el semen lo que sugiere un consumo de proteína (250g/día) y aminoácidos similar al de las hembras y que con éstos se logra alcanzar el requerimiento diario para sementales trabajando. Desafortunadamente, los estudios realizados hasta ahora no proveen mucha evidencia para refutar esta hipótesis. Louis, *et al.* (1994b) comparó el consumo de proteína por arriba y por debajo de la recomendación del NRC (1988) para concluir que bajo consumo de proteína reduce la libido y el volumen de semen. En otro estudio, Louis, *et al.* (1994a) comparó el consumo de lisina (7.7 vs. 18.1 g/día) para demostrar un impacto similar del consumo de proteína sobre la libido y el volumen de semen. En este estudio, el bajo consumo de proteína también redujo la producción de semen. Debido a que sólo se utilizaron 2 niveles de proteína en estos experimentos, el requerimiento de aminoácidos o proteína no puede determinarse a partir de estos resultados.

Para soportar los primeros estudios, Kemp (1989) demostró que la producción de esperma no se incrementa al alcanzar el nivel proteico de la dieta por arriba de un alimento típico de gestación (en este estudio 14.5% de proteína, 0.68 % de lisina), aún y en altas frecuencias de colección. Si el consumo de alimento se reduce a niveles por debajo de lo sugerido en la tabla 3, la concentración de los aminoácidos y de proteína deberán incrementarse para prevenir alimentar con un nivel bajo de proteína por un periodo de tiempo extenso. Sin embargo, no hay datos disponibles que soporten una recomendación específica, los centros de inseminación con frecuencia tienen en sementales trabajando, una meta mínima de consumo de lisina de 15 g/día.

Vitaminas y Minerales. Los sementales necesitan los mismos minerales y vitaminas que las hembras. Calcio y fósforo son importantes para la estructura ósea. Los niveles comúnmente adicionados en las dietas de hembras son apropiadas para los sementales (0.8 a 0.9 % de calcio y 0.7 y 0.8 de fósforo). Zinc es particularmente importante para la producción de espermias. El nivel recomendado es de 100 ppm y está contenido en la mayoría de las premezclas de minerales traza. Las investigaciones no han demostrado que se requiera que las dietas de sementales necesiten ser adicionadas a los principales minerales relación a las dietas de hembras. Evidencia anecdótica sugieren el rol del cromo en las dietas de sementales, pero no se ha llevada a cabo investigación que soporten el uso.

La limitada investigación en el requerimiento de vitaminas no sugiere mayor requerimiento en sementales que en hembras para la mayoría de las vitaminas. Muchos investigadores han sugerido la importancia de la biotina en las dietas de sementales para prevenir lesiones de patas. La adición sugerida para biotina es de 200 a 300 mg/ton, similar a lo adicionado en las dietas de hembras. La vitamina E y C se reporta especialmente importante durante el estrés de calor. La vitamina E es importante para la maduración de los espermias. El nivel común de Vitamina E en la dieta es de 40,000 a 80,000 UI. Los cerdos generalmente sintetizan adecuadas cantidades de vitamina C las cuales alcanzan las necesidades metabólicas. Sin embargo, datos recientes indican sementales expuestos a estrés calórico mejorar la producción de esperma cuando la dieta es adicionada con Vitamina C.

Referencias bibliográficas

- Aherne, F.X. (1993). Feeding adult boars. *Pig Letter*. **13**: 8 (October, 1993).
- Aherne, F.X. (1995). Update on feeding adult boars. *Pig Letter*. **15**: 16 (June, 1995).
- Close, W. H., and F. G. Roberts. (1993). Nutrition of the working boar. Recent Developments in Pig Nutrition 2. Ed. D. J. A. Cole, W. Haresign, and P. C. Garnsworthy. Nottingham Univ. Press. Pp. 347-368.
- Kemp, B. (1989). Investigations on breeding boars to contribute to functional feeding strategy. Doctoral Thesis. Agricultural Univ. of Wageningen, The Netherlands.
- Kemp, B., G.C.M. Bakker, L.A. den Hartog, and M.W.A. Versteegen. (1991). The effect of semen collection frequency and food intake on semen production in breeding boars. *Br. Soc. Anim. Prod.* **52**: 355.
- Kemp, B., L.A. den Hartog, and H.J.G. Grooten. (1989). The effect of feeding level on semen quantity and quality of breeding boars. *Anim. Reprod. Sci.* **22**: 245.
- Kemp, B., H.J.G. Grooten, L.A. den Hartog, P. Luiting and M.W.A. Versteegen. (1988). The effect of high protein intake on sperm production in boars at two semen collection frequencies. *Anim. Reprod. Sci.* **17**: 103.
- Louis, G. F., A. J. Lewis, W. C. Weldon, P. M. Ermer, P. S. Miller, R. J. Kittok, and W. W. Stroup. (1994a). The effect of energy and protein intakes on boar libido, semen characteristics, and plasma hormone concentrations. *J. Anim. Sci.* **72**: 2051.
- Louis, G. F., A. J. Lewis, W. C. Weldon, P. S. Miller, R. J. Kittok, and W. W. Stroup. (1994b). The effect of protein intake on boar libido, semen characteristics, and plasma hormone concentrations. *J. Anim. Sci.* **72**: 2038.
- Pettigrew, J. E. and Yang, H. (1993).
- Yen, H.Y., and I.T. Yu. (1985). Influence of digestible energy and protein feeding on semen characteristics of breeding boars. In: Efficient animal production for Asian welfare. *Proc. 3rd. AAAP Anim. Sci. Congress. Seoul, South Korea.* **2**: 610.

Tabla 1. Influencia del nivel de alimentación en el número de células espermáticas eyaculadas, billones por semana

Nivel de alimento	Semana de Experimento						
	1 a 6	7	8	9	10	11	12
Alto	126	125	128	168	134	149	151
Medio	125	121	126	121	128	125	130
Bajo	121	118	109	110	111	99	89

Sementales colectados dos veces por semana.

Kemp, *et al.*, 1989.

Tabla 2. Efecto del consumo de proteína y energía sobre las características del semen de la semana 8 a 27 del experimento

Caract.	Nivel de Energía:		Alto	Bajo	Bajo
	Nivel de Proteína:				
	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Bajo
Motilidad espermática, %			79.9	79.2	82.7
Volumen eyaculado, mL			331	295	184
Fracción gelatinosa, mL/eyaculado			63.9	59.6	37.0
Concentración espermática, millón/mL			286	284	380
Producción de semen, billón/eyaculado			73	66	53

Louis, *et al.*, 1994a.

Para superar los primeros cambios, Kemp (1989) demostró que la producción de espermios no se incrementa al elevar el nivel proteico de la dieta por arriba de un alimento igual de gestación (en este estudio 14.7% de proteína, 0.18 % de lípidos, alto y se altas concentraciones de celulosa). Si el consumo de alimento se reduce a niveles por debajo de lo sugerido en la tabla 1, la concentración de los espermios y de proteína deberá incrementarse para prevenir alimentar con un nivel bajo de proteína por un periodo de tiempo extenso. Sin embargo, no hay datos disponibles que sugieran una recomendación específica. Los centros de investigación con facultades limitadas en ciencias relacionadas con este tema de consumo de hasta de 15 g/día.

Vitaminas y Minerales: Los suplementos requieren los niveles minerales y vitaminas que los hombres. Calcio y fósforo son importantes para la estructura ósea. Los niveles usualmente subóptimos en las dietas de hebras son apropiadas para los sementales 1.0 a 0.8 % de calcio y 0.7 y 0.8 de fósforo. Zinc es particularmente importante para la producción de espermios. El nivel recomendado es de 100 ppm y está incluido en la mayoría de las dietas de minerales traza. Los investigadores no han demostrado que se requiera que las dietas de sementales sean suplementadas con los principales minerales relacionados a los niveles de hebras. Evidencia anecdótica sugiere el rol del cobre en las dietas de sementales, pero no se ha llevado a cabo investigación que respalde al rol.

Tabla 3. Requerimiento diario de energía para semental activo adulto

Peso, kg.	Mantenimiento ^a		Ganancia de Peso ^b			Actividad Monta ^c		Producción de esperma ^d	
	Mcal EM	Dieta, ^f kg.	Meta de ganancia, kg./d	Mcal EM	Dieta, kg.	Mcal EM	Dieta, kg.	Mcal EM	Dieta, Kg.
136	4.78	1.54	.54	2.67	.87	0.17	0.050	0.10	0.032
159	5.30	1.71	.50	2.45	.79	0.19	0.059	0.10	0.032
182	5.79	1.87	.45	2.22	.72	0.21	0.064	0.10	0.032
204	6.26	2.02	.41	2.00	.65	0.23	0.073	0.10	0.032
227	6.72	2.17	.36	1.78	.58	0.25	0.077	0.10	0.032
250	7.16	2.31	.32	1.56	.50	0.27	0.082	0.10	0.032
272	7.59	2.45	.27	1.33	.43	0.29	0.086	0.10	0.032
295	8.00	2.58	.23	1.11	.36	0.31	0.091	0.10	0.032
318	8.40	2.72	.18	0.89	.29	0.32	0.100	0.10	0.032

^a Mantenimiento = 0.1823 Mcal EM/kg. peso^{0.665}.

^b Ganancia de peso = 4.9 Mcal EM/kg. x ganancia de peso, kg. (2.22 Mcal EM/lb. x ganancia de peso, lb.).

^c Actividad de monta = 4.3 kcal./kg. peso^{.75}.

^d Producción de esperma = .1 Mcal EM/día.

^e Temperatura fría= Consumo de alimento deberá incrementarse 0.05 kg./día por cada 1°F por debajo de 68°F.

^f La energía de la dieta utilizada para estos cálculos fue de 3.1 Mcal EM/kg.