



## RESTRICCIÓN NUTRICIONAL EFECTOS DE LAS HORMONAS Y EL PLANO NUTRICIONAL <sup>1</sup>

Aníbal Fernández Mayer <sup>2</sup>

INTA-EEA Bordenave

La acción de las **hormonas anabólicas** (síntesis de moléculas orgánicas) y **catabólicas** (destrucción o degradación de dichas moléculas) causa efectos opuestos en la composición de la res, tanto en **animales bien alimentados** como durante una **restricción nutricional**.

Entre las **hormonas anabólicas** se destaca la **hormona de crecimiento** (HC), también, conocida como **hormona somatotropina bovina** (BST).

Esta hormona es una **proteína** producida por la **glándula hipófisis** situada en la cara anterior del cerebro. Circula en el torrente sanguíneo y tiene efectos en todo el organismo. El rango **normal** de **HC** en bovinos adultos varía entre 0.8 a 14 nanogramos por mililitro (ng/ml) y en terneros 10 a 50 ng/ml<sup>3</sup>.

La **HC** favorece la **retención proteica** (anabolismo) y la **movilización de grasas**, (catabolismo) aumentando la oxidación de éstas e inhibiendo a los receptores de insulina de los adipocitos, y con esto el ingreso de la glucosa a la célula. Esta hormona es la principal determinante del **tamaño animal** (Webster, 1989). De ahí que cuando los niveles en sangre de la **HC** son inferiores a lo normal se produce un menor crecimiento y desarrollo, tanto óseo como muscular.

Este tema es muy importante cuando se expone a los **terneros** (120 a 220 kg peso vivo –PV-) a una **restricción nutricional inadecuada** (ganancias de peso inferiores a los 200 gramos diarios). Cuando ello ocurre se puede afectar a la **hormona de crecimiento** y, con ella, su futuro crecimiento y desarrollo.

La **somatotropina bovina** o BST se puede producir sintéticamente. Esta hormona se llama **Somatotropina bovina recombinante** (rBST) o **hormona de crecimiento artificial**.

- 1) Fernández Mayer, A.E. 1998. Fisiología de la producción de carne. Material didáctico N° 3 ISSN 0326-2626 40 pp.
- 2) Técnico de la EEA INTA Bordenave (CERBAS) (Bs As). Master Sc, y Doctor en Cs Veterinarias, (Univ. Agraria La Habana, CUBA). Especializado en Nutrición de bovinos. Correo: [afmayer56@yahoo.com.ar](mailto:afmayer56@yahoo.com.ar); [fernandez.anibal@inta.gob.ar](mailto:fernandez.anibal@inta.gob.ar)
- 3) <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003706.htm>





Mientras que la **hormona insulina** promueve la **retención proteica y grasa** (ambos efectos anabólicos), aumentando la síntesis en los sitios respectivos, la acción conjunta de la **HC** y la **insulina** determina la composición de la ganancia de peso (Enjalbert, 1995).

Se encontró también que, la **concentración de la insulina en sangre** mantiene una **correlación positiva** con el **consumo** de ciertos compuestos como los **carbohidratos solubles, el almidón**, etc. A medida que aumenta la concentración de dicha hormona se elevan los niveles de glucosa en el plasma sanguíneo, favoreciendo la liberación de esta hormona. Un efecto contrario ocurre entre la **HC** y el **nivel de azúcares solubles en sangre**, sufriendo la primera una disminución proporcional al incremento de los niveles de azúcares en sangre (Delfino y Mathison 1991).

Otras hormonas que actúan, son los **andrógenos** que limitarían la regulación catabólica que tienen los corticoides en el músculo, por simple sustitución, bloqueando los receptores o a través de mecanismos que **reducen** el **catabolismo proteico** y el turnover (síntesis y degradación de la proteína). Esto permitiría **incrementar la tasa de deposición proteica** (García y Casal, 1992). Este efecto se observa claramente cuando se **engordan animales “enteros”** (toros), donde los testículos generan **andrógenos naturales** promoviendo una mayor síntesis muscular (proteína) y menor de grasa.

Mientras que entre las **hormonas catabólicas** se destacan los **glucocorticoides, glucagón y catecolaminas**. Estas hormonas reducen la retención proteica y grasa, inhibiendo su síntesis y favoreciendo la lipólisis o degradación de los tejidos grasos (catabolismo) y la liberación de los aminoácidos a nivel muscular (Di Marco, 1994).

Estas hormonas catabólicas actúan cuando el animal está sufriendo “hambre”, es decir, está expuesto a un **déficit nutricional acentuado**. Ante la falta de calidad y cantidad de alimentos (forrajes) busca generar **energía**, degradando la grasa corporal y **proteína o aminoácidos**, degradando el músculo, que serán utilizados para cubrir sus necesidades de mantenimiento.

### Efectos del plano nutricional sobre la restricción y aumento compensatorio

El plano nutricional influye en la tasa de ganancia y composición química de la ganancia de peso, tanto durante el período de restricción como en el aumento compensatorio.

En este trabajo se analizará el impacto de los **consumos y niveles de energía y proteína** de la dieta sobre el comportamiento productivo y los efectos sobre la restricción y aumento compensatorio. Patterson y Steen (1995) trabajaron con terneros Frison (45 kg de peso vivo –PV- al inicio, con faena seriada hasta los 550 kg). La dieta isoproteica (igual nivel de proteína) consistió en silaje de maíz, heno de pastura y grano de maíz en distintas proporciones, con la finalidad de variar la concentración de energía metabolizable (EM) en las diferentes dietas, suministradas «ad libitum».



Al ensayo se lo dividió en 3 períodos. Durante el primero (1 a 13 semanas) se registraron 3 consumos de energía 6.62, 4.9 y 3.66 Mcal EM/día/cabeza, para los niveles alto, medio y bajo, respectivamente.

En el segundo período (13 a 25 semanas), se usaron 2 niveles energéticos, alto y bajo (18 y 11.5 Mcal EM/día/cab respectivamente), y el tercero duró de la 25 semana a la faena, donde recibieron todos los animales el mismo plano alto de alimentación (consumo de energía superior a 22 Mcal EM/día/ cab).

Estos autores encontraron que la **restricción nutricional “controlada”** a **edad temprana** (ternero de 160 a 220 kg peso vivo –PV-), con ganancias mayores a los **200 gramos diarios**, **no se afecta la composición de la res**, siempre que el animal sea **terminado** en un **plano nutricional adecuado**, tanto energético como proteico para cada biotipo. En cambio, cuando los terneros durante la restricción **pierden peso** o ganan por **debajo de los 200 gramos diarios**, se puede afectar la liberación en sangre de la **hormona de crecimiento o somatotropina**, y con ella, se reduce el crecimiento y desarrollo del ternero.

Sin embargo, estos autores encontraron que cuando la **pérdida de peso** asociado a una **subalimentación**, ocurre a una **edad más avanzada** se reducen todos los tejidos, aunque su efecto sobre la **grasa** es **mayor** que sobre el **tejido muscular**. Mientras que los huesos no se alteran significativamente.

La masa muscular se afectaría en menor proporción, al estar regulada fisiológicamente por el ímpetu de crecimiento o «lean target» (Berg y Butterfield, 1979).

Luego de una **pérdida de peso** (por una restricción alimenticia), al **elevarse** el nivel nutricional, el animal tiende a **restaurar** la composición normal de la res, siempre y cuando, el período compensador sea lo **“suficientemente largo”** (Berg and Butterfield, 1979).

### ***Restricción nutricional “adecuada” en función de la categoría animal***

Una **adecuada restricción nutricional “controlada”** dependerá de la categoría animal que se trate. Los **terneros** (160 a 220 kg PV) deben tener **ganancias de peso** por arriba de los **200 gramos diarios** y los **novillos o vaquillonas** (220 a 300 kg PV) entre **100 a 150 gramos diarios**. Y aquellos animales (novillos, vaquillonas o vacas) por **arriba de los 300 kg PV** pueden tener **ganancia “nulas”** (similar peso vivo al inicio que al finalizar el período de restricción), incluso las vacas de más de 450 kg PV pueden perder entre 100 a 200 gramos diarios. En todos los casos, cuando se mejora la alimentación (calidad y cantidad) posterior a la restricción, recuperan casi el 100% del peso perdido.

Para lograr una **adecuada restricción nutricional “controlada”** no solamente se deben lograr ganancias de peso “mínimos” según categoría, como se mencionó anteriormente, sino que en todos los casos la **duración o extensión** del período de restricción **no** debe superar los **100 días**. Cuando eso ocurre la movilización de tejidos para generar **proteína** proviene, en más del 70% de la piel y tejidos que sostienen a los órganos internos. Cuando se mejora la alimentación (calidad y cantidad) la **recuperación o aumento compensatorio** de todas las categorías puede llegar a **casi al**





**100% del peso perdido**, es decir, al final alcanzaría un peso similar a un animal que nunca sufrió ninguna restricción.

En cambio, cuando la **restricción** se extiende por **arriba de los 100 días**, se afectaría la masa muscular y, en este caso, aún comiendo muy bien después (período compensatorio) recupera 60 al 80% del peso perdido (Swick, 1976).

En otras palabras, los **animales restringidos** pueden llegar a **compensar** “casi totalmente” su **peso perdido**, de acuerdo a la categoría, a la extensión de la restricción y a la calidad y cantidad de alimentos pos-restricción. No obstante, casi siempre exige un mayor tiempo en terminarse, aumentando los costos de mantenimiento y reduciendo la eficiencia de conversión.

### ***Efecto de los niveles y consumos energéticos***

El consumo de energía de un animal controla tanto la tasa como la composición de la ganancia (Di Marco, 1994).

Este consumo estaría regulado por el ambiente ruminal (presión osmótica, concentración y absorción de ácidos grasos volátiles –AGV-), por la absorción de nutrientes (especialmente los aminoácidos y los AGV) y por la utilización de esos nutrientes (incremento de calor) (Owens, 1995).

Además, la eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable (EM) para crecimiento dependería de la composición de la ganancia. De acuerdo a numerosos trabajos en este tema, se acepta que la eficiencia de utilización de la EM consumida para retener lípidos es mayor que para retener proteína (aprox. 77 y 47 % respectivamente). Esto es debido a que los lípidos tienen una baja tasa turnover o recambio (síntesis y degradación) con un menor gasto energético que las proteínas (Geay, 1984).

Se encontró también, que el músculo crece a un ritmo diferencial que el hueso según sea el cociente energía: proteína de la dieta. Con una dieta alta en proteína y baja en energía, el hueso crece a un ritmo relativamente superior que el músculo y la grasa, comparado con los resultados de dietas bajas en proteína y altas en energía (Berg y Butterfield, 1979).

Además, como proporción de la ganancia de peso, la tasa de deposición proteica (músculo) fue menos afectada por el consumo de energía que la grasa. Por ello, cuando se limita el consumo de energía, se altera la composición corporal, lo que provocaría un aumento en el tamaño maduro (Delfino y Mathison, 1991). Por otro lado, en animales en crecimiento y terminación, la síntesis y degradación proteica (músculo) responden de distinta manera, ante una alteración en el consumo energético.

Aharony et al (1995), trabajando con terneros Frison (185 ± 18 kg inicial) que fueron faenados al alcanzar igual grado de engrasamiento (460-520 kg PV final). Estos investigadores emplearon



dietas integradas por una mezcla de granos (maíz, cebada y trigo), silaje de trigo y harina de soja, cuyos ingredientes se usaron en distintas proporciones, con la finalidad de obtener una dieta isoproteica (igual nivel de proteína bruta -13.4 % PB-) y 2 niveles de energía (2.48 y 2.80 Mcal EM/kg MS para el plano bajo y alto, respectivamente). Estos autores encontraron que el incremento en la concentración de energía metabolizable (EM) acortó la fase de crecimiento e incremento significativamente ( $P < 0.05$ ) el porcentaje de grasa de depósito.

Se encontró, además, que los **sitios de síntesis de grasa** se alteran de acuerdo al nivel de glucosa en sangre, aumentando la síntesis a nivel intestinal cuando hay escasez de ella. Esto explicaría por qué un incremento de almidón al intestino (almidón *by pass*) mejora la terminación en vacunos (Owens 1995).

Este mayor aporte de almidón, podría obtenerse con el uso de granos como el maíz y el sorgo, que tienen una menor degradabilidad a nivel ruminal llegando una mayor proporción de almidón a duodeno ( $\pm 25-30\%$  de almidón *by pass*). Se encontró una correlación positiva entre el consumo de energía (aportados por los granos básicamente) y el nivel de engrasamiento del animal, especialmente la grasa subcutánea e intramuscular (marmolado) (Santini, 1989).

### ***Efecto de los niveles proteicos del alimento***

Las dietas con altos niveles proteicos, que suministran un mayor nivel de aminoácidos a duodeno (proteína dietaria y microbiana), mejora el consumo de alimento y la utilización de los productos de la fermentación ruminal de forrajes groseros.

En consecuencia, podría aumentar la ganancia de peso y la retención de grasa (Di Marco, 1994). Sin embargo, Newbold et al (1987) trabajando con dietas isoenergéticas (igual nivel de energía) (2.87 Mcal EM/kg MS) con alta proporción de granos (cebada y avena) y distintas fuentes proteicas (harina de soja, harina de pescado, harina de carne y hueso, urea), generando 2 niveles de proteína bruta (12 y 14.5 %) encontraron en novillos británicos, que ni el nivel ni la degradabilidad ruminal de la proteína dietaria afectó la composición de la ganancia.

Mientras que **dietas hiperproteicas** (altos niveles de proteína) pueden tener un efecto negativo en la ganancia de peso y en la retención de grasa.

Esto ocurre al aumentar el tejido visceral y hepático, incrementando el costo energético de mantenimiento. Además, aumenta el nivel de amoníaco ruminal que puede afectar negativamente la liberación de insulina y el metabolismo de la glucosa, junto a una disminución de la EM del alimento, debido a un aumento de las pérdidas energéticas por excreción de urea (Fernández et al, 1990).

Sin embargo, en el trabajo de engorde a corral, realizado por Fernández Mayer y otros (1997) con novillos británicos, alimentados con silaje de maíz y 3 niveles proteicos (12,15 y 18% PB) aportados





por la harina de girasol, no se observaron efectos negativos de los niveles proteicos dietarios ni sobre la ganancia de peso ni sobre el engrasamiento.

Cuando los animales alcanzan una alta tasa de crecimiento provocado por efectos de una dieta rica en energía y proteína, el contenido de grasa de la res se incrementa, resultando animales con buen grado de terminación, pero con menores pesos de faena, al menos en vacunos de madurez más temprana.

### Literatura citada

- Aharony, Y., Nachtonii, E., Holstein, P., Brosh, A., Holzer, Z. and Nitsan, Z. 1995. Dietary effects on fat deposition and fatty acid profiles in muscle and fat depots of Friesian bull calves. *J.Anim.Sci.* 73:2721-2720.
- Berg, R.T. y Butterfield, R.M. 1979. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Ed. Acribia. pp 296.
- Delfino, J.G. y G.W. Mathison. 1991. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days fed, weight and carcass composition. *J.Anim.Sci.* 69:4577.
- Di Marco, O.N. 1994 Crecimiento y Respuesta Animal. AAPA. ISBN 987-99423-0-2. Pp.128
- Enjalbert, F. 1995. Les lipides dans la alimentation des ruminants. I. Principales sources et conséquences sur la digestion ruminale. *Revue Med. Vet.* 146(5):299-308
- Fernández, J.M., Croom, W.J., Tate, L.P. and Johnson, A.D. 1990 Subclinical ammonia toxicity in steers: Effects on hepatic and portal-drained visceral flux of metabolites and regulatory hormones. *J.Anim. Sci.* 68:1726-1742
- Fernández Mayer, A.E; Santini, F.J.; Rearte, D.H.; García, C. y Mezzadra, C. 1997. Engorde a corral: comportamiento productivo de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base, harina de girasol y grano de maíz. Tesis de M.Sci. Cursó XI post grado. Fac.Cs.Agr. UNMDP-EEA INTA Balcarce.
- García, P.T. y Casal, J. 1992. INTA Castelar. Traducido de: Lipids in Argentina beef. *Fleischwirtschaft.* Noviembre 1992.
- Geay, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. *J.Anim.Sci.* 58:766-778.
- Newboid, R.J. Garnworthy, P.C., Buttery, P.J.; Cole, D.J. and Haresign. 1987. Protein nutrition of growing cattle: Food intake and growth responses to rumen degradable protein and undegradable protein. *Anim.Prod.* 45:383.
- Owens, F.N., Gili, D.R., Secrist, D.S. and Coleman, S.W. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J.Anim.Sci.* 73:3152-3172.
- Patterson, D.C. y Steen, R.W. 1995. Growth and development in beef cattle. 2. Direct and residual effects of plane of nutrition during early life on the chemical composition of body components *J.Agr.Sei.Camb.* 124:101-111.
- Santini, F.J. 1989. Utilización de granos en la alimentación de rumiantes. Boletín Técnico. CERBAS.INTA.
- Swick, R.W. and Benevenca, N.J. 1976. Labile protein reserves and protein turnover. *J.Dairy Sci.* 60:505-515.
- Webster, A.J.F. 1989. Bioener, bioenging and growth. *Anim.Prod.* 48:249-269.

