



La nutrición como base primordial de la reproducción

Roberto C. Osorno C.

Médico Veterinario

Universidad de Antioquia

Especialista en Reproducción Bovina

Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

Asistente Técnico COLANTA

robertooc@colanta.com.co

Colombia

Foto: Archivo COLANTA

Resumen

No hay duda que el factor más influyente sobre la eficiencia productiva y reproductiva del ganado lechero es la nutrición. Una de las formas en las que nos podemos dar cuenta de que una vaca con potencial lechero está bien alimentada es por su apariencia física. Por esta razón el concepto de “condición corporal” se asimila al de “estado corporal”, es decir, al nivel de reservas grasas subcutánea que el animal dispone para poder cubrir los requerimientos de mantenimiento, producción y reproducción.

La carencia parcial o completa de energía, proteína, vitaminas y minerales, dentro de la dieta de una vaca, puede ocasionar pérdidas económicas importantes. La inadecuada alimentación en este tipo de animal es la principal causa de disminución de la producción de leche y de la fertilidad en un hato ganadero. Sin embargo, se desconocen muchos mecanismos a través de los cuales los nutrientes afectan la síntesis y secreción de las hormonas que intervienen con la reproducción.

Abstract

There is no doubt that the most influential factor on the productive and reproductive efficiency of dairy cattle nutrition. One of the ways in which we can realize that a cow with dairy potential is well fed is by their physical appearance. For this reason that the concept of body “condition status” is assimilated to the the level of subcutaneous fat reserves that the animal has to cover maintenance requirements, production and reproduction.

The partial or complete lack of energy, protein, vitamins and minerals, in the diet of a cow, can cause significant economic losses. Poor nutrition in these animals is the main cause decreasing production milk and fertility in a herd. But many people do not known mechanisms through which nutrients affect the synthesis and secretion of hormones involved with reproduction.

Generalidades fisiológicas de la vaca

Para poder entender cómo una deficiencia nutricional puede afectar la reproducción, es necesario tener un conocimiento general de la manera en que se manifiesta el celo (presencia de celo) en la vaca y las hormonas (sustancias químicas) que intervienen en su funcionamiento.

En el sistema nervioso central (cerebro) existen dos estructuras de gran importancia (hipotálamo y la adenohipofisis), que producen tres hormonas fundamentales para el inicio de la manifestación del celo en la vaca: la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH).

Las señales hormonales y los estímulos nerviosos en el bovino producen un aumento en la fabricación de GnRH, hormona promovida en el hipotálamo. Esta GnRH, a su vez, le ordena a la adenohipofisis que produzca suficiente cantidad de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), cuyo efecto en el ovario de la vaca es el crecimiento de algunos folículos (estructuras que en su interior poseen óvulos). Uno de ellos alcanzará el tamaño de folículo preovulatorio (próximo a ovular). En el caso del ganado Holstein, la dimensión del folículo dominante estaría entre 14 y 20 milímetros y en ganado cruzado entre 11 y 13 milímetros (Gallegos et al., 2001; Martínez et al., 2003).



Foto: Camilo Gutier

Los pulsos de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), como se dijo anteriormente, favorecen el desarrollo de un folículo dominante en el ovario. Igualmente son las responsables de producir suficiente estradiol (E) dentro del folículo. El estradiol es una hormona que tiene como función principal inducir el comportamiento estral (manifestación de celo) en el animal.



Foto: Felipe Zapata G.

Los pulsos de hormona luteinizante (LH) constituyen la causa principal que provoca la ovulación del folículo preovulatorio en las vacas (Henao & Trujillo, 2000).

Luego de la ovulación (expulsión del óvulo que se encontraba dentro del folículo), esta estructura se fusiona con el espermatozoide, para formar un nuevo individuo.

Para que se mantenga una gestación, y esta llegue a su término, debe haber concentraciones adecuadas de progesterona (P4), hormona producida en el ovario a través de una estructura denominada cuerpo lúteo (CL). Esta estructura se forma en el lugar del ovario por donde se produjo la ovulación. La progesterona (P4) proporciona al feto un ambiente óptimo en el útero materno durante el periodo que dure la gestación (282 a 285 días) (Bó & Cutaia, 2005).

Dietas altas en energía

La energía es un nutriente con una gran influencia sobre la reproducción, tanto un déficit

como un consumo elevado pueden afectar negativamente la condición reproductiva de la vaca.

El hígado es el principal órgano responsable del metabolismo de las hormonas que intervienen en la reproducción (Bach, 2001).

El flujo sanguíneo, a través del hígado de un animal no lactante, suele estar alrededor de 800 a 1.000 litros por hora. Cuando los animales son sometidos a dietas altas en concentrado, carbohidratos altamente fermentables (almidones, melaza, caña de azúcar, entre otros) y bajo consumo en fibra (Delgado & Roberts, 2001), situación muy común en las lecherías de nuestro país; el metabolismo hepático de las vacas se aumenta, produciendo un flujo sanguíneo más rápido y constante a través del hígado.

En dichas condiciones, el flujo sanguíneo puede alcanzar de 1.800 a 2.200 litros por hora (Bach, 2001). Esto desencadena que todas las hormonas necesarias para que haya un crecimiento

folicular (GnRH, FSH, LH, E y P4) se degraden rápidamente.

Por lo tanto, cuando aumenta la ingestión de alimentos, y con ello se mejora la producción de leche, la eficiencia reproductiva disminuye.

En la Tabla 1 se puede observar que a medida que los kilogramos de leche por lactancia aumentan, los porcentajes de fertilidad en esas mismas vacas disminuyen.

Tabla 1.

Relación entre el nivel de producción y la fertilidad (Ferguson, 1988).

Nivel de producción kg/Leche/Lactancia	Fertilidad %
Menor de 5.900	48,5
6.000 - 6.8000	45,1
6.900 - 7.800	41,1
7.900 - 8.700	38,6
Mayor de 8.800	38,5

Lactancias de 5.900 equivalen a producción diaria de 19 litros por vaca.

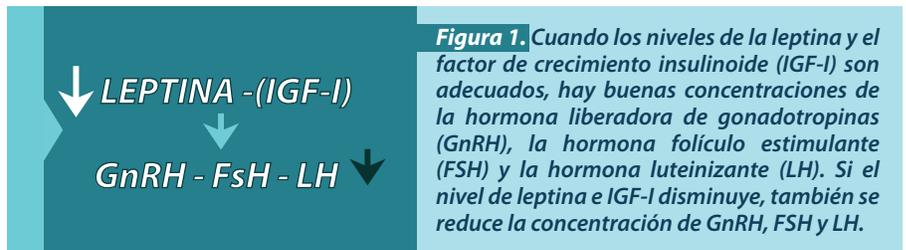
Lactancias de 8.800 equivalen a producción diaria de 29 litros por vaca.

Dietas bajas en energía

Las vacas, al inicio de la lactación, suelen coincidir con un balance energético negativo. Uno de los factores que más influye en esta situación es la ingestión de energía. Por ello, se usa comúnmente la condición corporal como indicador del balance energético. Esta es una herramienta sencilla, rápida y económica, basada en la observación o palpación de diferentes partes de la anatomía del animal, para cuantificar el estado de engrasamiento de las vacas (Castillo et al., 1997).

La leptina es una hormona producida por el tejido adiposo y el factor de crecimiento insulinoide (IGF-I) es un complejo proteico sintetizado principalmente en el hígado y tejido adiposo de los animales. Ambas hormonas regulan numerosas funciones metabólicas entre las que se destacan la ingestión de alimentos y la reproducción (Montaño & Ruiz, 2008).

La concentración de estas dos hormonas en el organismo varía de acuerdo con el estado energético (condición corporal) que manifiestan los animales. Si su nivel se encuentra disminuido, en vacas mal alimentadas, se prolonga el número de días desde que la vaca pare el ternero hasta que nuevamente es capaz de ovular, y baja el reclutamiento de folículos en el ovario, debido a un descenso en la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) a nivel de

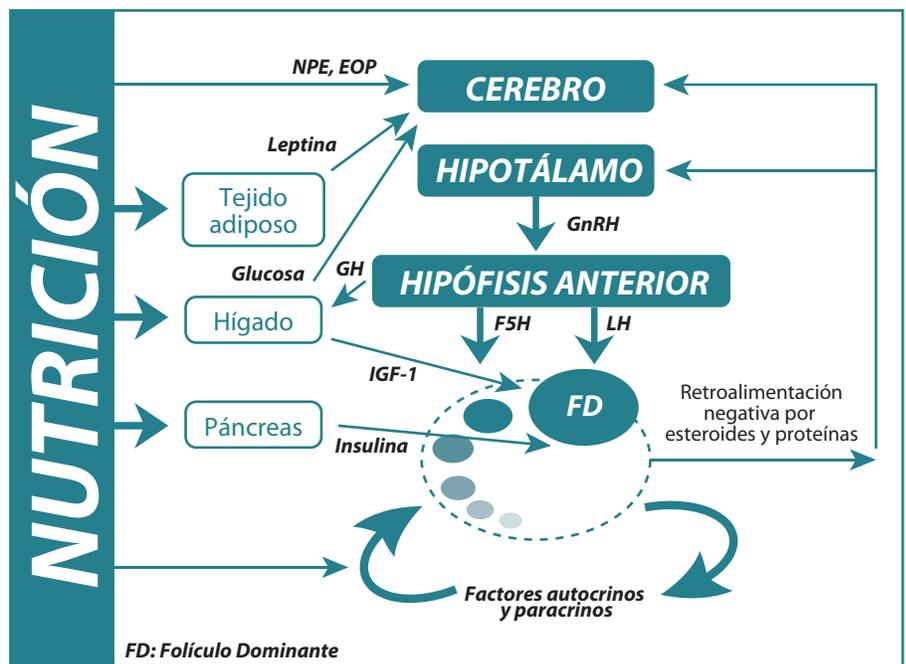


hipotálamo e hipófisis (Montaño & Ruiz, 2008) (Figura 1).

Las hormonas esteroideas (E y P4) no solamente se secretan por el ovario, sino también por la placenta y la corteza suprarrenal. Estas hormonas tienen un núcleo básico o común, llamado ciclo pentano-perhidro-fenantreno, que se deriva a partir del colesterol, principal precursor de energía en las dietas básicas de las vacas. Por varios mecanismos enzimáticos que transcurren dentro del animal, esta unidad de colesterol (Esteroides de 27 carbonos) se convierte en pregnenolona y esta última, a su vez, se cristaliza en progesterona (P4) o estradiol (E) (Reeves, 1989).

La glucosa es la fuente principal de energía para los ovarios (Rabiee et al., 1999, citado por Bach, 2001). El origen de este elemento en la dieta nutricional se obtiene a través de carbohidratos altamente fermentables (almidones, melaza, caña de azúcar, entre otros).

El descenso de los niveles de glucosa en la sangre disminuye el crecimiento y reclutamiento de folículos. Además, dicha merma acarrea graves consecuencias reproductivas, ya que aquellos folículos que se desarrollan con pocos niveles de glucosa tienen un desarrollo lento y anormal, y nunca llegan a ovular.



Adecuadas prácticas en cuanto al manejo del ganado pueden ayudar a estimular la ingestión de alimentos, y en último término, reducir el déficit energético (Ferguson, 1988, citado por Bach, 2001). Algunas de estas prácticas son: la entrega de alimentos varias veces al día, la colocación de sombras en los comederos, el acceso a voluntad (*ad libitum*) a la comida durante todo el día, la disponibilidad de espacios adecuados para comer, beber, descansar y rumiar, el mantenimiento de un ambiente limpio y seco, y la utilización de ingredientes de calidad.

Dietas altas en proteína

Una buena producción de leche y un buen rendimiento en ganancia de peso requieren de un aporte adecuado de proteína. Esta

molécula está formada por cadenas lineales de aminoácidos, que, a su vez, son moléculas orgánicas con un grupo amino ($-NH_2$) y un grupo carboxilo ($-COOH$) unidos a un carbono central.

En el metabolismo de la vaca hay una liberación de nitrógeno (N_2) e hidrógeno (H_2) componentes que, por varias reacciones enzimáticas, se pueden transformar en amoníaco (NH_3).

El consumo de proteína en exceso también genera un efecto negativo en la reproducción. El mecanismo por el cual el exceso de proteína en la dieta afecta negativamente el comportamiento reproductivo es por el incremento del gasto energético para desintoxicar al hígado del exceso de amoníaco (NH_3).

La relación más clara entre la nutrición proteica y la función reproductiva es el costo energético asociado con un exceso de nitrógeno. La transformación de 1 gramo de nitrógeno a urea, que es la forma sencilla que tiene el organismo de eliminar el exceso de este elemento, requiere 7,3 kilocalorías, lo que supone 1 megacaloría (equivalente a 1,5 litros de leche o una pérdida de 200 gramos de grasa corporal al día) (Bach, 2001).

Cualquier exceso proteico generará amoníaco (NH_3), ya sea por superabundancia de la producción en el rumen o por demasiada desaminación a nivel hepático. Independientemente del origen del amoníaco (NH_3), el hígado lo convertirá a urea, pues el amoníaco es un agente tóxico, sobretodo para el sistema nervioso.

Quinocalf[®] 15% CDK

Enrofloxacin Solución Inyectable

Fórmula bactericida de amplio espectro con acción rápida y prolongada.



Tratamiento efectivo con UNA SOLA DOSIS

Compañía California S.A. Tel.: (57 1) 744 78 78, Fax: (57 1) 744 78 89
mercadeo@ciacalifornia.com.co, Bogotá D.C., Colombia.
www.ciacalifornia.com.co • www.calfosvitse.com.co

COMPANIA CALIFORNIA S.A.
california
LO SEGURO EN PRODUCTOS VETERINARIOS[®]

Los posibles efectos negativos sobre la reproducción, que tienen los excesos de proteína en las raciones, han sido asociados a cambios en el ambiente uterino. Varios autores han demostrado que el espermatozoide es sensible a la presencia de urea (Dasgupta et al., 1971, citado por Bach, 2001).

Algunos investigadores (Gilbert et al., 1996; citado por Bach, 2001) demostraron *in vitro* que la presencia de urea a nivel uterino impedía el mantenimiento del gradiente de pH que existe entre las células apicales y basales de la pared uterina. Este gradiente de pH está directamente inducido por la progesterona (P4). En presencia de urea, la progesterona (P4) no es capaz de mantener el gradiente de pH, aumentando la secreción de prostaglandina (PGF2α), molécula que a nivel uterino tiene un efecto de contracción del músculo liso, produciendo aborto en los animales (Bach, 2001).

Jordan et al. (1983, citado por Bach, 2001) indicaron que altas concentraciones de urea podían inhibir la unión de la hormona luteinizante (LH) a sus receptores

en el ovario. Este efecto produciría bajo crecimiento del folículo preovulatorio e irregularidades en el proceso de ovulación.

Dietas bajas en grasa

Suplementar el ganado lechero con fuentes lipídicas (grasas o aceites) es una práctica común para aumentar la concentración energética, con el fin de minimizar el periodo de balance energético negativo, ya que representan un sustrato directo para la producción de colesterol y este elemento es el precursor de la progesterona.

La suplementación con grasas también aumenta los niveles en la sangre del factor de crecimiento insulinoide (IGF-I) y ello repercute en la producción de progesterona (Bach, 2001).

Dietas adecuadas de ácidos grasos, en vacas de leche, disminuyen la actividad de la ciclooxigenasa, enzima de la pared uterina responsable de la síntesis de prostaglandina (PGF2α) (Bach, 2001).

El endometrio es el principal órgano productor de prostaglandina

(PGF2α). La producción de dicha molécula depende de la actividad del enzima ciclooxigenasa, que convierte el ácido araquidónico en PGH2, precursor de la prostaglandina (PGF2α). Una reducción de la síntesis de prostaglandina (PGF2α) puede mejorar los índices de fertilidad pues permite una mayor vida del cuerpo lúteo y, con ella, una mayor síntesis de progesterona (Smith, 1991, citado por Bach, 2001).

Efecto de la deficiencia de minerales y vitaminas en la reproducción

Es de saber que todos los minerales y vitaminas son necesarios para el crecimiento y la producción de las vacas de leche, pero es importante dejar en claro que juegan un papel preponderante en la reproducción.

Estudios realizados por Domínguez (2005) reportan que la deficiencia de vitaminas como la A o E y minerales como calcio (Ca), cobalto (Co), cobre (Cu), fósforo (P), selenio (Se), magnesio (Mg) y zinc (Zn), provocan ciclos irregulares o anestro en ovejas y vacas.



Foto: Camilo Gutier

Vitamina A

Las recomendaciones respecto a la vitamina A son de 75.000 UI/d (Unidades internacionales por decilitro) durante la lactación y 80.000 UI/d durante el secado.

Las deficiencias de vitamina A producen:

- Retraso en la aparición del primer celo.
- Celos silenciosos.
- Quistes ováricos.
- Reducción de los índices de concepción.
- Abortos.
- Muerte embrionaria.
- Terneros débiles al nacimiento.

Todavía no existe una explicación clara de cómo la deficiencia de la vitamina A puede afectar la reproducción. Por su parte, Gawienowski et al. (1974, citado por Bach, 2001) describieron mayores secreciones de estrógenos ováricos cuando las concentraciones de vitamina A en el fluido folicular eran más elevadas.

Vitamina D

Las recomendaciones sobre la vitamina D es de 21.500 UI/d al día.

Las deficiencias de Vitamina D producen:

- Involución uterina lenta.
- Abortos.
- Terneros débiles al nacimiento.

La vitamina D participa en el metabolismo del calcio y el fósforo. La deficiencia de esta vitamina impide que el organismo animal tenga una asimilación aceptable de estos dos elementos tan importantes en la reproducción.

Vitamina E

Las necesidades de vitamina E son de 545 UI/d durante la lactación y 1.200 UI/d durante el secado.

Deficiencias de vitamina E producen:

- Retención de placenta.
- Repetición de servicios.
- Reducción de los índices de concepción.
- Terneros débiles al nacimiento.

Segerson & Ganapathy (1981, citado por Bach, 2001) y Segerson et al. (1980, citado por Bach, 2001) reportaron un mejor transporte de los espermatozoides a través del tracto reproductivo cuando los niveles de vitamina E son adecuados.

Calcio (Ca)

Los requerimientos de calcio están alrededor del 0,65% de la materia seca total y no debe superar el 1%, ya que causa toxicidad.

Un exceso de calcio puede interferir en el la utilización del fósforo, magnesio, cobre y zinc, minerales importantes en la función reproductiva (Bach, 2001).

Deficiencias de calcio producen:

- Disminución en la producción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).
- Libración irregular de hormona luteinizante (LH).

Fósforo (P)

Las necesidades de fósforo, en vacas productoras de leche, constituyen el 0,35% de la materia seca total.

Conforme los animales envejecen es preciso aumentar la cantidad de calcio y fósforo en la ración, pues la absorción de estos dos minerales disminuye con la edad. Además, excesos de calcio afectan negativamente la asimilación del fósforo (Bach, 2001).

Las deficiencias de fósforo producen:

- Irregularidad en la manifestación de celos.
- Disminución en el reclutamiento de folículos.
- Déficit en el desarrollo fetal.

Selenio (Se)

Los niveles de selenio de la ración deben alcanzar las 0,3 ppm (partes por millón).

Este mineral, junto con la vitamina E, tiene acción antioxidante en el organismo de los animales.

→ Las deficiencias de selenio producen:

- Metritis.
- Retención de placenta.
- Repetición de servicios.

Hierro (Fe)

Los niveles de hierro en la ración deberían estar alrededor de los 15 miligramos por kilogramo.

Este mineral es muy oxidante y puede alterar la función reproductiva (Bach, 2001).

Las deficiencias de hierro producen:

- Daño del ovulo dentro del folículo.

Cobre (Cu)

Las deficiencias en cobre y zinc también han sido asociadas con infertilidad en las vacas. Los niveles en la ración deben tener 11 y 50 ppm respectivamente.

Las deficiencias de cobre producen:

- Disminución en la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en el hipotálamo.
- Reducción en la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) Y hormona luteinizante (LH) en la adenohipofisis.

Potasio (K)

Su contenido no debe sobrepasar el 1,2% de la dieta total.

El potasio aumenta el pH en la sangre y disminuye la absorción de calcio en el intestino.

Deficiencias de potasio producen:

- Metritis.
- Retención de placenta.
- Repetición de servicios

Manganeso (Mn)

Las necesidades de manganeso en las dietas básicas deben estar entre 13 y 14 ppm.

Deficiencias producen:

- Celos de menor intensidad.
- Mayor tasa de muerte embrionaria.
- Fertilidad reducida.

Yodo (I)

A pesar de que sus requerimientos en la dieta diaria son bajos de 0.4 a 0.6 ppm, este elemento es indispensable en la reproducción (Reinoso et al., 2009).

Deficiencias producen:

- Celos de menor intensidad.
- Mayor tasa de muerte embrionaria.
- Repetición de servicios.

Referencias

- Bach, A. (2001). *La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología*. Ponencia presentada en el XVII Curso de Especialización Fedna.
- Bó, G.A. & Cutaia, L. (2005). Estrategias para incrementar la preñez en vacas en anestro. En *Manual de ganadería de doble propósito* (p. 464-470). Argentina, Córdoba: Universidad Católica, Instituto de Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Castillo, J.H., Ruiz, Z.T., Olivera, M. & Jiménez, C. (1997). Reactivación ovárica postparto en vacas cebú brahmán con relación al peso y condición corporal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 10, 12-18.
- Delgado, A. & Roberts, J. (2001). Acidosis ruminal subclínica: diagnóstico por Ruminocentesis. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, (12), 2.
- Domínguez, C. (2005). Algunas limitaciones reproductivas de las vacas. En *Manual de ganadería de doble propósito* (p. 448-452). Estado de Guárico Venezuela, San Juan de los Morros: Universidad Rómulo Gallegos, Programa de Reproducción Animal.
- Gallegos, S.J., Pérez, H.P. & Sánchez, C. (2001). Anestro postparto y alternativas de amamantamiento en vacas doble propósito en trópico. *Investigación Agropecuaria Sanidad Animal*, 16, (2), 257-267.
- Henao, G. & Trujillo, L.E. (2000). Establecimiento y desarrollo de la dinámica folicular bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, (13), 108-120.
- Martinez, M.F., Bó, G.A., Caccia, M. & Mapletoft, R.J. (2003). Ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* and *Bos taurus* beef cattle. En *Theriogenology submitted*.
- Montaño, L. & Ruiz, T. (2008). ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano? *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18, (2), 127-135.
- Reeves, J.J. (1989). Endocrinología de la reproducción. En E. Hafez (1989). *Reproducción e inseminación artificial en animales* (p. 91). México: Mc Graw-Hill Interamericana.

Foto: Camilo Gutier

