

CAPÍTULO XVI

FACTORES NUTRICIONALES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL GANADO BOVINO BAJO CONDICIONES DE PASTOREO EN EL TRÓPICO

- I INTRODUCCIÓN
- II CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LOS BOVINOS EN EL TRÓPICO AMERICANO
- III LOS RECURSOS ALIMENTICIOS Y SU DISPONIBILIDAD PARA LA GANADERÍA MESTIZA
- IV POTENCIAL DE LOS PASTOS TROPICALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CARNE
- V PRODUCCIÓN DE LECHE POR VACA
- VI EXIGENCIAS NUTRITIVAS EN FUNCIÓN DE LOS PROCESOS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN
- VII REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES
- VIII UN MODELO DE ACTIVIDAD ENDOCRINA EN LA VACA POSTPARTO
- IX INFERTILIDAD POSTPARTO
- X EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE EL EJE HIPOTALAMICO HIPOFISIARIO
- XI SUGERENCIAS ALIMENTICIAS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN EN EL BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO
- XII LITERATURA CITADA

Julio Garmendia

I. INTRODUCCION

Los sistemas de producción de bovinos de doble propósito utilizan, generalmente, los forrajes como única fuente de nutrientes para fines de mantenimiento y producción de carne y leche. Por otro lado, las actividades fisiológicas de la lactación, crecimiento y reproducción demandan un aporte continuo de nutrientes para garantizar un adecuado comportamiento animal. Bajo estas premisas se considera necesario establecer un manejo eficiente de los recursos alimenticios, como fuente de nutrientes, para garantizar una oferta suficiente de los mismos para satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales en las diversas etapas del proceso productivo y reproductivo. Sin embargo, las condiciones del clima y el suelo del trópico imponen limitaciones muy importantes sobre la planta, lo que determina, en la mayoría de los casos, un bajo suministro de biomasa forrajera asociado a un pobre suministro de nutrientes, lo que conduce, finalmente, a una respuesta animal deficiente en términos productivos y reproductivos.

El proceso de producción de carne y leche requiere un suministro continuo de proteínas, minerales, vitaminas y de energía. La cantidad de leche producida y la ganancia de peso, determinan la necesidad de cuantificar los nutrientes requeridos, ya que bajo las condiciones de subnutrición los animales no están en capacidad de responder adecuadamente.

Si esta limitación es severa y constante, el animal no sólo deja de producir, sino que enferma y, finalmente muere.

Los objetivos de la presente revisión son caracterizar los componentes del sistema de producción con bovinos de doble propósito relacionados con la pastura, sus limitaciones nutricionales, cómo se afecta el sistema productivo-reproductivo y finalmente establecer algunas sugerencias para disminuir el impacto de la limitación nutricional sobre los animales.

II. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE LOS BOVINOS EN EL TRÓPICO AMERICANO

En las regiones tropicales, la capacidad productiva y reproductiva de los bovinos, está marcadamente influenciada por la disponibilidad y cali-

dad de los pastizales y los nutrientes. Aproximadamente el 80% de las áreas tropicales reciben un poco más de 300 mm de lluvias al año, cantidad mínima a partir de la cual puede haber cierto desarrollo ganadero basado en el uso de los pastizales. En la mayoría de las áreas tropicales las lluvias se concentran en ciertos meses del año. Esto afecta la oferta cualitativa y cuantitativa de nutrientes en el pastizal, y por ende, la producción animal.

El impacto de la subnutrición es consecuencia, fundamentalmente, de un manejo deficiente de los sistemas de explotación de bovinos que se practican en el trópico. Bajo éstas condiciones, la alimentación depende, generalmente, de la disponibilidad natural del forraje, generándose un estado de subnutrición durante la época de escasez de forraje, seguido por un rápido crecimiento del animal que se logra por el aprovechamiento de las altas producciones de la biomasa vegetal durante la época de abundante disponibilidad forrajera. Generalmente, la escasez de forraje se asocia con la temporada seca, pero en suelos mal drenados se puede presentar una restricción del aporte forrajero durante la temporada de lluvias.

Las altas temperaturas del trópico actúan como limitantes de la producción bovina, ya que inciden directamente en la digestibilidad de la materia seca, reducen el consumo voluntario animal y disminuyen la utilización de la energía ingerida, afectándose además en diferentes formas la eficiencia reproductiva, tanto en machos como en hembras.

El sistema de producción que se desarrolla en nuestras sabanas se caracteriza por tener índices productivos y reproductivos muy pobres con vacas produciendo un becerro cada dos años con una tasa de parición entre 40 y 50%. Los animales alcanzan la edad de matanza entre 3 y 5 años con pesos que oscilan entre 350 y 450 Kgs. La tasa de extracción es de 13%, aproximadamente, con una producción anual de carne, en relación a la producción del rebaño, de solamente 25 Kgs por animal (4). Además, existe una alta tasa de mortalidad y baja tasa de crecimiento. Estas cifras no han sufrido modificaciones considerables en los últimos años. Por otro lado, la productividad por unidad de superficie es también baja, con un promedio de carga animal de 4 a 5 Has. por animal y una producción de carne de 5.1 Kgs por Ha/año. En las sabanas, varios cruces de Cebú x Criollo representan el principal genotipo animal que sustenta la industria lechera, con producción cercana a 1750 Kgs de leche por lactancia en los mejores rebaños mantenidos a pastoreo.

Gran parte de las explotaciones pecuarias, generalmente de doble propósito, se encuentran próximas a los centros urbanos, donde existe amplia

demanda por leche y carne. Sin embargo, los niveles de producción láctea promedian sólo 2 a 2.5 litros de leche/día durante la época seca y 3 litros durante la época de lluvias. La temporada de monta en estas explotaciones es preferentemente continua en lugar de ser estacional.

La distribución de las lluvias limita el consumo de nutrientes durante la época seca y reduce la productividad animal. Esta tendencia se acentúa en las sabanas subfértiles. Consecuentemente, la baja fertilidad del suelo y la estacionalidad de la precipitación, asociadas al corto ciclo vegetativo de las gramíneas, constituyen las principales limitantes de la producción y reproducción animal en las regiones tropicales de América, determinando una marcada desigualdad durante el año en la calidad, cantidad y también en la aceptabilidad de los pastos, lo que ocasiona una gran variabilidad en la capacidad de sustentación de los pastizales.

Debido a que el pasto es el recurso más abundante y a la vez más barato, como aporte de nutrientes para la alimentación del bovino, su disponibilidad a lo largo del año constituye el eje central del sistema de producción, representando, cuando su única forma de oferta es la natural, el método extensivo tradicional de la producción ganadera en gran parte de América Tropical, siendo a la vez el principal determinante de los bajos índices de productividad. Bajo éstas condiciones, es probable que la rectificación de la deficiencia alimenticia de los pastos disponibles, mediante el mejoramiento de su calidad y disponibilidad, conjuntamente con programas de suplementación alimenticia, pueda producir una mejora notable en la producción y reproducción animal. Los efectos de las enfermedades, parasitismo y potencial genético son secundarios a una nutrición inadecuada.

III. LOS RECURSOS ALIMENTICIOS Y SU DISPONIBILIDAD PARA LA GANADERÍA BOVINA

Como se dijo anteriormente, la ganadería tropical depende fundamentalmente del pastoreo para la obtención de nutrientes para fines de mantenimiento, producción y reproducción. Es por ello, que la producción de carne y leche, en la mayoría de las explotaciones extensivas y semi-intensivas del trópico depende casi exclusivamente de las extensas áreas de sabanas naturales que, en muchos casos, no son adecuados para otros usos que no sea el pastoreo.

La gran mayoría de las sabanas comprenden grandes extensiones cubiertas de pastos naturales que tienen, desde el punto de vista de la utilización por el animal, dos características en común: baja fertilidad del suelo y una estación seca muy severa, con deficiencias hídricas marcadas, aún cuando la precipitación total anual es generalmente elevada. En general, la mayoría de los pastos de estas sabanas tienen un corto ciclo vegetativo, con maduración temprana, por lo que la disponibilidad de forrajes de buena calidad está limitado a un corto período del año. Los pastizales son naturales y su manejo se restringe, generalmente al pastoreo y la quema.

Así, las gramíneas tropicales presentan niveles relativamente altos de proteína en los estadios iniciales de crecimiento, para luego disminuir marcadamente hasta antes de la floración. Esta reducción en el contenido proteico continúa hasta la madurez, momento en que el nitrógeno es trasladado de las hojas a los tejidos de reserva y a la semilla. Al igual que la digestibilidad y el contenido proteico, el consumo voluntario también se ve afectado negativamente por la madurez del forraje.

IV. POTENCIAL DE LOS PASTOS TROPICALES PARA LA PRODUCCION DE LECHE Y CARNE

El potencial de un pasto para la producción de leche y carne está determinado por su capacidad de producción de biomasa forrajera y por su calidad nutritiva. El factor calidad nutritiva del forraje se reflejará en la cantidad de leche producida por vaca o en la ganancia de peso por animal, mientras que su potencial de rendimiento se reflejará en la capacidad de soporte (carga) de la pastura, la cual se podría expresar como número de animales por hectárea. Del producto de la cantidad de leche producida por vaca y el número de vacas sostenidas por hectárea se obtiene la cantidad de leche producida por hectárea.

V. PRODUCCION DE LECHE POR VACA

Previamente, se ha indicado que la calidad nutritiva del forraje se refleja en la producción de leche obtenida por vaca. En el caso específico de los pastos tropicales pastoreados en estadios tempranos de crecimiento, los

niveles de producción de leche obtenidos han variado de 1800 a 2400 kg/vaca/año; en cambio, con pastos tropicales semi-maduros los niveles de producción de leche obtenidos se reducen hasta 1000 a 1400 kg/vaca/año.

La alimentación exitosa de los rumiantes durante la época seca depende del suministro de una cantidad adecuada y económicamente beneficiosa de nutrientes a los animales apropiados y en el momento oportuno. Por lo tanto, la decisión de la suplementación en forma estratégica es mucho más fácil para los animales que económicamente lo justifiquen como es el caso de animales de reemplazo y las vacas en primera gestación y lactación. En estos casos, el simple mantenimiento del peso o moderadas ganancias del mismo tienen un efecto económicamente significativo, a través del mejoramiento de la eficiencia reproductiva del rebaño.

VI. EXIGENCIAS NUTRITIVAS EN FUNCIÓN DE LOS PROCESOS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS CON LA REPRODUCCIÓN

El número de días requerido para concebir después del parto, es uno de los mejores criterios utilizados para evaluar la habilidad reproductiva de las vacas bajo condiciones de explotación de carne y leche. Por otro lado, el efecto de la gestación previa, el parto y el efecto del amamantamiento sobre el sistema neuroendocrino retardan frecuentemente el reinicio de la actividad ovárica postparto.

El período alrededor del parto es muy dinámico y relacionado con cambios endocrinos y metabólicos que ocurren durante el desarrollo fetal, desarrollo de las glándulas mamarias, parto, lactogénesis y restablecimiento de la función reproductiva postparto. Luego, el parto es seguido por un período variable de inactividad reproductiva. Durante éste momento, se presenta la involución uterina asociada a cambios endocrinos los cuales son eventos muy importantes y necesarios para el reinicio de la actividad ovárica postparto. La duración de éste período es afectado por muchos factores entre los cuales el plano nutricional, la condición corporal y el estímulo por amamantamiento son los más importantes.

El conocimiento de las bases fisiológicas del efecto de la nutrición sobre la reproducción, aparte de su acción sobre la secreción hormonal, se presta a especulación y posiblemente la acción se ejerce directamente por alteración del metabolismo celular de la utilización de los nutrientes a ni-

vel del sistema endocrino. Por lo tanto, es conveniente revisar la relación que existe entre la nutrición y la reproducción considerando los eventos que conducen al desarrollo y mantenimiento de la función sexual y los cambios endocrinos y de los metabolitos sanguíneos a nivel celular.

Los efectos nutricionales se presentan a través del concurso de muchas variables tales como la cantidad y calidad del alimento consumido, reservas nutritivas almacenadas y la competencia de nutrientes por otras actividades biológicas diferentes de la reproducción. Los efectos de la nutrición han sido generalmente evaluados usando la energía como variable.

La utilización de nutrientes para cubrir ciertas demandas fisiológicas establecen una preferencia de suministro de los mismos a través de la partición de nutrientes. En los rumiantes hay que considerar los siguientes aspectos. Primero, la innata capacidad de los rumiantes de convertir forrajes de baja calidad en proteína animal. Segundo, el exceso de nutrientes puede ser almacenado y luego utilizado posteriormente para mantener la producción. Sin embargo, largos períodos de restricción de la calidad y cantidad del alimento puede afectar la capacidad productiva de los animales. Finalmente, los nutrientes son repartidos según una prioridad para mantener, inicialmente, la vida del animal y la propagación de las especies. El orden aproximado de prioridad en la repartición de los nutrientes es como sigue: 1) metabolismo basal, 2) actividad voluntaria, 3) crecimiento, 4) reservas energéticas, 5) preñez, 6) lactación, 7) reservas energéticas adicionales, 8) ciclos estrales e inicio de la gestación y 9) almacenamiento del exceso de energía.

VII. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Los requerimientos nutricionales de los bovinos en el trópico no han sido determinados. Es por ello, que se han utilizado frecuentemente como guías las tablas de requerimientos de la National Research Council de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos, desarrolladas en otras condiciones climáticas, con diferentes tipos de animales y bajo condiciones de alimentación diferentes. Así, los requerimientos energéticos de los bovinos son reportados como la cantidad de energía necesaria para el desarrollo de un crecimiento y una producción aceptable.

El crecimiento del feto (o embrión) es un proceso que ocurre simultáneamente con la formación de las membranas fetales y con un considerable

aumento del tamaño del útero. Durante los estadios iniciales del desarrollo embrionario la cantidad de nutrientes depositados en el concepto son mínimos y es solamente en el último tercio de la preñez cuando es necesario hacer provisiones adicionales de nutrientes en la dieta de la hembra gestante para suministrar lo requerido para el crecimiento fetal.

En el cuadro I se puede apreciar cómo es la deposición de varios nutrientes y energía en el útero y la glándula mamaria de vacas a diferentes estadios de gestación.

Cuadro I. Deposición de diversos nutrientes en el utero en gestación

Días de concepción	Depositado en utero diariamente				Depositado en gl. mamaria Proteína (g)
	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)	
100	41	5	-	-	-
150	100	14	0.1	-	-
200	234	34	0.7	0.6	7
250	559	83	3.2	2.7	22
280	939	144	8.0	7.4	44
Requerido ^a	8365	70	8.0	12	

^a Para el mantenimiento de una vaca de 450 Kg.

En adición a los requerimientos fetales es necesario considerar los requerimientos energéticos de la glándula mamaria. Este desarrollo es más rápido durante el último trimestre de la gestación.

Las raciones que son adecuadas para cumplir los requisitos proteicos para mantenimiento aparentemente son suficientes para la iniciación del crecimiento fetal. Sin embargo, debido a que la materia seca del concepto consiste principalmente de proteínas es evidente que la necesidad proteica aumenta a medida que la gestación progresa. También se considera que las necesidades proteicas son mayores que las necesidades energéticas a medida que avanza la gestación. Es por ello que el consumo de proteína durante la gestación debería ser mayor a la suma de las necesidades de mantenimiento y formación de los productos de la gestación y en el caso de animales jóvenes gestantes se deberá considerar los requisitos para crecimiento.

La suplementación adecuada de minerales y vitaminas durante la preñez es necesaria para el desarrollo normal del feto. La etapa de la gestación en la cual ocurre la deficiencia influye en el tipo de anomalía presente: si ocurre en el primer tercio de la preñez, cuando la organogénesis es activa, pueden suceder anormalidades en el desarrollo o muerte fetal. Si ocurre en los dos últimos tercios de la gestación se producen anormalidades funcionales, muerte o descendencia no viable.

Los escasos reportes existentes que han evaluado los requerimientos de minerales para el crecimiento fetal indican que sus deficiencias reducen la viabilidad del recién nacido y, cuando la deficiencia es severa, se produce muerte prenatal. Por otro lado, bajo las mismas circunstancias, hay movilización de minerales desde la madre hacia el feto produciéndose severos casos de desmineralización ósea materna comprometiendo la lactación.

VIII. UN MODELO DE ACTIVIDAD ENDOCRINA EN LA VACA POSTPARTO

El inicio de la lactación, la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica postparto dependen de la adecuada función hipotalámica, hipofisiaria y ovárica. Durante la fase final de la preñez la síntesis y secreción de hormona luteinizante (LH), y la secreción de hormona foliculoestimulante (FSH) están deprimidas por altos niveles de estrógenos fetales y de progesterona materna y fetal. Después del parto, el útero está aumentado de tamaño, los ovarios inactivos y los niveles plasmáticos de estrógenos y progesterona son muy bajos. La involución uterina comienza inmediatamente y está asociada con aumentos en la producción uterina de prostaglandinas.

El reinicio de los ciclos ováricos y la normal ciclicidad (aproximadamente 25 a 35 días postparto) señalan el restablecimiento de la interacción hipotalámica, hipofisiaria, ovárica y uterina necesaria para la reproducción. Los factores que retardan o modifican la compleja relación de estos eventos hormonales disminuyen la eficiencia reproductiva. Así, muchos investigadores han coincidido en señalar que las deficiencias nutricionales y el amamantamiento frecuente retardan la manifestación natural del ritmo neuroendocrino que controla la liberación de las gonadotropinas y cuando ésta inhibición disminuye (por efectos nutricionales o por remoción del becerro) se restablece el ritmo en la frecuencia de secreción hormonal.

IX. INFERTILIDAD POSTPARTO

La reproducción es el principal factor que limita la eficiencia productiva de los bovinos en los trópicos. La falla de las vacas a concebir, dentro de un período razonable después del parto, limita de una manera considerable el número de becerros presentes en los rebaños. El anestro postparto ó el largo intervalo entre parto y celo determina la poca posibilidad de que las vacas conciban durante el período de servicios.

La infertilidad postparto es causada, generalmente, por cuatro factores: infertilidad general, inadecuada involución uterina, ciclos estrales cortos y anestro. La infertilidad general es común en los ciclos estrales y reduce la fertilidad potencial en un 20 a 30%. La involución uterina incompleta previene la fertilización durante los primeros 20 días postparto, pero no está relacionada con el anestro. Los ciclos estrales cortos previenen la fertilidad durante los primeros 40 días postparto a través del reinicio de la actividad estral antes de que ocurra el reconocimiento maternal de la preñez. El anestro es el mayor componente de la infertilidad postparto y es afectado ligeramente por factores tales como edad, raza, número de partos, distocias, presencia de toros y efectos de la preñez anterior. Sin embargo, existen otros factores, que influyen marcadamente en la duración del anestro postparto.

El amamantamiento y la nutrición son los factores que más influyen la longitud del anestro postparto. Así, la regulación del estímulo del mamado es una práctica viable de manejo para reducir el intervalo del reinicio de la actividad reproductiva de las vacas. De tal manera que el intervalo postparto puede ser reducido por la práctica del destete completo, destete parcial (48 horas) o por restricción del mamado durante el día. Sin embargo, la respuesta a ésta práctica está influenciada por factores tales como edad de la vaca, nutrición, genotipo de la vaca y edad del becerro.

Se han estudiado los eventos fisiológicos más importantes que determinan la posibilidad de reducir el intervalo parto-concepción (10). Para el reinicio de la actividad ovárica y lograr un servicio fértil se requiere : 1) la recuperación funcional de la glándula pituitaria y el útero del efecto del estado de gestación; 2) la liberación de la inhibición de la secreción de LH producida por el mamado; 3) el desarrollo folicular ovárico; 4) el estro; 5) la ovulación y 6) una función luteal adecuada.

El efecto limitante de la nutrición sobre la actividad ovárica podría ser debido a que se afecta alguno de los componentes del eje endocrino repro-

ductivo. En vacas lactantes, la aplicación de factores liberadores de gonadotropinas (LHRH), aumenta el número de ovulaciones. Esta respuesta es menor en vacas sujetas a una restricción nutricional durante el período preparto. El hecho de que la administración de LHRH induce pulsos de LH en todos los animales indica que los ovarios no responden al efecto de la LH en todas las vacas sometidas a un régimen de subalimentación. Se ha demostrado (12) que solamente muy pocas vacas lactantes ovulan en respuesta a la LHRH cuando su administración se efectúa en el período de un balance energético negativo. Este resultado soporta la hipótesis que algunos de los efectos de la subnutrición pueden incluir una reducción en la capacidad de respuesta de los ovarios.

Los efectos nutricionales se presentan a través del concurso de muchas variables tales como la cantidad y calidad del alimento consumido, reservas nutritivas almacenadas y la competencia de nutrientes por otras actividades biológicas diferentes de la reproducción (1).

El efecto de la nutrición sobre la reproducción depende en gran parte de cambios en el régimen alimenticio de las vacas en el momento alrededor del parto. En general, las diferencias que se pueden presentar en el parto, como consecuencia de cambios de condición al preparto, son más importantes que aquellos cambios que se presentan en el postparto (18). Los efectos de la condición corporal al parto sobre el intervalo postparto no son lineales, siendo mayores cuando la condición corporal es muy pobre, menores a medida que la condición del animal mejora, y muy marginal cuando la condición de la vaca al momento es excelente.

El consumo de alimento en el postparto puede alterar estas relaciones, pero las diferencias en la calidad de la dieta tienen su mayor efecto cuando la condición corporal al parto es menor a lo recomendado y cuando el consumo de alimentos es bajo al compararse con el nivel adecuado o el nivel adecuado contra el alto nivel de alimentación (5).

X. EFECTO DE LA NUTRICIÓN SOBRE EL EJE HIPOTALAMICO HIPOFISIARIO

Es obvio que el estado nutricional tiene un impacto en la reproducción a través del sistema endocrino. Cuando el estado nutricional es adecuado, otros factores modulan el sistema reproductivo. En cambio, cuando

existe una limitación nutricional, se suprime la recuperación endocrina. En esta situación de anestro, el status reproductivo de la hembra es similar a la de hembra prepuberal. En situaciones de pobre nutrición, el hipotálamo permanece muy sensible al feedback negativo del estradiol, por lo que la secreción de LHRH, de LH y de esteroides ováricos es muy baja.

Se desconocen los mecanismos por medio de los cuales las funciones endocrinológicas reproductivas son moduladas por la nutrición.

Una pregunta necesaria sería si la limitación nutricional afecta solamente la LH o la secreción de las otras hormonas de la pituitaria. En rumiantes, la baja nutrición afecta la secreción de LH. El efecto del status nutricional sobre la capacidad de respuesta de la pituitaria a la LHRH en vacas postparto ha sido objeto de muchos estudios. Se ha reportado que la restricción energética aumenta (20), disminuye (9, 15) o no afecta (3) la secreción de LH inducida por la LHRH en vacas postparto. Estas diferencias en respuestas puede ser atribuida a variaciones en el nivel de restricción de energía, el estado metabólico de la vaca o el tiempo de tratamiento postparto. Se ha demostrado (11) que tanto los días postparto como el estado nutricional influyen la LH almacenada en la pituitaria pero no afectan el número de receptores de LHRH en la glándula. Por lo tanto, la subnutrición parece afectar la secreción de las hormonas hipofisarias (2).

Otra pregunta lógica sería si la glándula pituitaria de animales limitados nutricionalmente (o aquellos animales en los cuales la secreción de LH ha sido reducida selectivamente) tienen suficiente LH para ser liberada. La concentración de LH en la pituitaria y la secreción hormonal es inferior en todos los animales limitados nutricionalmente. Para determinar si la pituitaria de éstos animales es capaz de secretar la LH, se inyecta GnRH. Se observa que no hay diferencias en la secreción inducida de LH cuando la GnRH se administra a animales bajo diferentes planos nutricionales (6). Sin embargo, la secreción hormonal es mayor en animales ovariectomizados (8). La administración pulsátil de GnRH a rumiantes alimentadas con una dieta baja en energía durante 4 meses restableció los valores de LH circulantes y en la pituitaria similares a los valores de los animales control (7). Basándose en esos resultados, se piensa que la pituitaria de animales subalimentados es capaz de responder a la administración de GnRH.

La siguiente pregunta sería si el hipotálamo contiene suficiente GnRH para producir la descarga de LH desde la hipófisis. Se ha observado que a medida que aumenta el grado de desnutrición en la hembra se aumentan las concentraciones de GnRH en el hipotálamo (14). Aparentemente, la

acumulación de GnRH en el hipotálamo se debe a insuficiente liberación de la hormona. Es por ello, que la nutrición inadecuada parece inhibir la reproducción a través de acciones ejercidas en neuronas hipotalámicas responsables de la descarga de GnRH.

La adquisición y mantenimiento de la capacidad reproductiva depende de una función continua e integrada de los centros nerviosos superiores, hipotálamo, glándula pituitaria y gónadas.

La ocurrencia o modificación de la liberación de GnRH dependerá de un orden jerárquico de signos nerviosos que a su vez dependerán del estado nutricional y fisiológico del animal.

Las vacas lactantes sometidas a un régimen de subalimentación presentan prolongados períodos de inactividad ovárica. La posibilidad de que una vaca conciba después del parto depende de su recuperación del estado de gestación, de su liberación de la inhibición de gonadotrofinas producida por los esteroides y por el estímulo del amamantamiento, del inicio del desarrollo folicular, presencia de celo con ovulación y adecuada duración de la vida luteal para el reconocimiento maternal de la preñez (10). Aunque las vacas subalimentadas pueden tener ausencia de actividad ovárica, los mecanismos nutricionales que controlan la actividad ovárica pueden estar actuando sobre el hipotálamo, la pituitaria u ovarios (3). Debido a que la función ovárica está controlada por la secreción de gonadotrofinas de la pituitaria, el sitio de la influencia nutricional está localizada probablemente en el eje hipotalámico-hipofisiario. El efecto negativo de la subnutrición sobre la reproducción de las hembras bovinas podría ser ejercido a nivel de ovario, hipófisis anterior y/o hipotálamo.

La reducción de la frecuencia de pulsos de LH que se observa durante la restricción energética representa, probablemente, uno de los medios más importantes por la cual la subnutrición limita la actividad reproductiva en las hembras bovinas. La mayor posibilidad que se presenta es que el efecto inhibitorio de la subnutrición en la secreción de LH envuelve mecanismos centrales que controlan la secreción de LHRH por el hipotálamo. Se conoce muy poco como el animal informa al sistema nervioso central de su status nutricional y como la información es transformada en una señal neuroendocrinológica. Muchos trabajos han señalado la importancia de las reservas energéticas en la determinación de la actividad reproductiva.

Existen varias hipótesis que explican como la condición corporal regula la secreción de LH. Las más importantes incluyen a la cantidad de grasa corporal en el animal y la presencia de signos metabólicos. Los cam-

bios en la cantidad de grasa corporal de alguna manera regulan la actividad reproductiva en vacas. La condición de la vaca al momento del parto está inversamente correlacionada con el intervalo entre el parto y la presencia de celos (13). Los animales que pierden peso al inicio del período postparto presentaban menores concentraciones basales de LH al compararse con aquellos animales que mantenían su peso (15). Debido a que las pérdidas de peso se deben inicialmente a la pérdida de grasa parece ser que la reducción de la frecuencia de los pulsos de LH asociada con una prolongada restricción energética esta relacionada con la pérdida de grasa. A pesar de la relación entre los patrones de secreción de LH y de la cantidad de grasa corporal, es dudoso que la cantidad de grasa por si mismo, relacione el status nutricional con la secreción de LH. No existe ninguna vía neuroendocrina que relacione la cantidad de grasa corporal con la producción de LHRH. Además, la complejidad del control bioquímico y metabólico de la absorción y metabolismo de nutrientes implican la competencia de muchos mecanismos. Parece ser que los cambios metabólicos resultantes de los cambios nutricionales y de la proporción de grasa corporal de alguna manera regulan la secreción de LH. Estos cambios metabólicos pueden influenciar la descarga de LH a través de signos como metabólicos y/o hormonas metabólicas. Por otro lado, los cambios en el status nutricional puede hacer variar la disponibilidad de metabólicos energéticos necesarios para el mantenimiento de la actividad de neuronas que controlan la descarga de LHRH (17).

El tiempo requerido para que la subnutrición pueda tener un efecto inhibitorio sobre la reproducción parece depender de la cantidad de reservas energéticas del animal. Este tipo de relación puede explicar porque es necesaria una condición corporal mínima al momento del parto para reiniciar la actividad ovárica postparto (13).

XI. SUGERENCIAS ALIMENTICIAS PARA MEJORAR LA PRODUCCION Y REPRODUCCIÓN EN EL BOVINO DE DOBLE PROPOSITO

El programa de alimentación es un factor muy importante a considerar cuando queremos reducir el anestro postparto. Los niveles nutricionales y la condición corporal tienen el impacto más grande en el anestro y en el

potencial de fertilidad en la vaca de doble propósito. La mejor manera de evaluar un programa nutricional es a través del seguimiento de los cambios de condición corporal de las vacas.

Cuando se diseña un programa de alimentación para alcanzar una determinada condición corporal al momento del parto es necesario considerar algunos factores tales como tipo de animal, producción láctea y así, logremos reducir la presencia de problemas asociados con inadecuadas condiciones corporales y los problemas productivos y reproductivos.

Debe considerarse la disponibilidad forrajera continua durante todo el año para garantizar un suministro constante de nutrientes para el rebaño. Si se presenta escasez de forraje, debe pensarse en la utilización de un programa de suplementación estratégica que ofrezca nutrientes para cubrir los requerimientos nutricionales. La utilización de un suplemento proteico-energético en cualquier forma, como harinas, bloques multinutricionales, o suplementos líquidos sería satisfactorio.

Bajo cualquier circunstancia es obligatorio el uso de un buen suplemento mineral. Pero, es necesario y, económicamente justificable, suplementar a aquellos animales que tienen altos requerimientos nutricionales como vacas y novillas gestantes, de primer parto, novillas en crecimiento y animales de acabado para evitar caídas de peso y de producción.

XII. LITERATURA CITADA

1. CANFIELD, R.W. y W.R. BUTLER. 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 69:740.
2. DUNN, T.G. y G.E. MOSS. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70:1580.
3. ENTWISTLE, K. D., y L.H. OGA. 1977. Effect of plane of nutrition on luteinizing hormone (LH), response to luteinizing hormone releasing hormone (LHRH) in anestrus postpartum beef cows. *Theriogenology* 8:190.
4. FAO (Food and Agriculture Organization). FAO Production yearbook. FAO. Rome.
5. GARMENDIA, J.C. 1984. Prepartum nutrition, plasma constituents and reproductive performance of range beef cows. Masters Thesis. Oklahoma State University. Stillwater.
6. GARMENDIA, J.C. 1986. Energy metabolites in blood, luteinizing hormone secretion and reproductive performance of beef cows. Ph.D. Thesis. Oklahoma State University. Stillwater.

7. KILE, J.P., B.M. ALEXANDER, G.E. MOSS y T.M. NETT. 1991. Gonadotropin-releasing hormone overrides the negative effect of reduced dietary energy on gonadotropin synthesis and secretion in ewes. *Endocrinology* 128:843.
8. KURZ, S.G., R.M. DYER, Y. HU, M.D. WRIGHT y M.L. DAY. 1990. Regulation of luteinizing hormone secretion in prepubertal heifers fed an energy-deficient diet. *Biol. Reprod.* 43:450.
9. LISHMAN, A.W., S.M. ALLISON, R.I. FOGWELL, R.L. BUTCHER y E.K. INSKEEP. 1979. Follicular development and function of induced corpora lutea in underfed postpartum anestrous beef cows. *J. Anim. Sci.* 48:867.
10. MALVEN, P.V. 1984. Pathophysiology of the puerperium: definition of the problem. *Proc. Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insemin.* 4:1111.
11. MOSS, G.E., J.R. PARFET, C.A. MARVIN, R.D. ALLRICH y M.A. DIEKMAN. 1985. Pituitary concentrations of gonadotropins and receptors for GnRH in suckled beef cows at various intervals after calving. *J. Anim. Sci.* 60:285.
12. PETERS, A.R., M.G. PIMENTEL y G.E. LAMMING. 1985. Hormone responses to exogenous GnRH pulses in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 75:557.
13. RANDEL, R.D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:853.
14. RASBY, R.J., R.P. WETTEMANN, R.D. GEISERT, J.J. WAGNER y K.S. LUSBY. 1991. Influence of nutrition and body condition on pituitary, ovarian and thyroid function of nonlactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 69:2073.
15. RUTTER, L.M. y R.D. RANDEL. 1984. Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 58:265.
16. SCHILLO, K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of LH secretion in cattle y sheep. *J. Anim. Sci.* 70:1271.
17. SCHNEIDER, J.E. y G.N. WADE. 1989. Availability of metabolic fuels controls estrous cyclicity of Syrian hamsters. *Science.* 244:1326.
18. SELK, G.E., R.P. WETTEMANN, K.S. LUSBY, J.W. OLTJEN, S.L. MOBLEY, R.J. RASBY y J.C. GARMENDIA. 1988. Relationships among body weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. *J. Anim. Sci.* 66:3153.
19. WETTEMANN, R. P., K.S. LUSBY, J.C. GARMENDIA, M.W. RICHARDS, G.E.SELK y R.J. RASBY. 1986. Nutrition, body condition and reproductive performance of first calf heifers. *J. Anim. Sci.* 63 (Suppl 1):61.
20. WHISNANT, C.S., T.E. KISER, F.N. THOMPSON y J.B. HALL. 1985. Effect of nutrition on the LH response to calf removal and GnRH. *Theriogenology* 24:565.