

Capítulo 12

EFFECTOS DE LOS BLOQUES MULTINUTRICIONALES EN LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y EN LA REPRODUCCIÓN DE VACAS CEBÚ, EN TRÓPICO BAJO.

Gonzalo García, MV, Esp¹; Liliana Mahecha, Zoot, MSc.²

Resumen

De todos los factores que determinan el anestro posparto, la nutrición es el de mayor incidencia. Sin embargo, aun no se conoce con claridad el hilo conductor entre la nutrición, el anestro posparto y el primer celo fértil de la vaca. Algunas aproximaciones han sido dilucidadas en los últimos años a través de la acción de la leptina como hormona reguladora del balance energético y el consumo.

Estas aproximaciones han conllevado a reconocer la necesidad de una adecuada alimentación de la vaca ya que los forrajes tropicales por sí solos, no ofrecen ninguna garantía para que las vacas manifiesten buena eficiencia reproductiva. Diversas alternativas se vienen evaluando con el fin de garantizar una adecuada nutrición; entre ellas la suplementación con bloques multinutricionales que permiten el aporte de micronutrientes a la flora bacteriana para que crezca en cantidad y calidad y haga un mejor aprovechamiento de los forrajes, además de mejorar el consumo voluntario.

Palabras clave: *Condición corporal, digestibilidad, anestro posparto, fermentación ruminal.*

1 Práctica privada

2 Profesora Universidad de Antioquia, Escuela de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias. AA. 1226 mahecha@agronica.udea.edu.co

Effects of multinutritional blocks on ruminal fermentation and on reproduction in zebu cows under low tropical conditions

Summary

Nutrition is one of the principal factors affecting anoestrus in cows. However, the link between nutrition and postpartum anoestrus remains unknown. Some approximations have been dilucidated around the action of leptine a hormone driving the energy balance and voluntary in take.

These approaches have lead to recognize the necessity of a correct supplementation of the cows because tropical forages alone do not offer a complete balance of nutrients to sustain an efficient reproduction. Several alternatives have been evaluated in order to obtain an appropriate nutrition. One of them is the supplementation with multinutritional blocks which offer nutrients to microorganims of the rumen improving their growth, and consequently the digestibility of forrage and the voluntary intake.

Key words: body condition, digestibility, postpartum anoestrus, ruminal fermentation

Introducción

Se ha reconocido que la principal deficiencia reproductiva de los bovinos en el trópico es ocasionada por el prolongado anestro posparto, lo cual genera una tasa de natalidad inferior a la de su potencial biológico, equivalente a una cría cada año (34).

Webb, *et al.* (44) consideran que en el trópico es difícil lograr el ideal fisiológico de una cría por año, debido a los múltiples factores que afectan el crecimiento y maduración folicular posparto. Así mismo, Ginther (17) menciona que durante el periodo posparto de los bovinos, la actividad reproductiva frecuentemente es afectada por múltiples factores internos y externos, los que por diferentes mecanismos y con diferente intensidad perturban el equilibrio neuro endocrino, prolongando el anestro posparto y disminuyendo la eficiencia reproductiva.

Entre los principales factores que afectan la eficiencia reproductiva se encuentra el manejo nutricional; siendo éste un motivo de preocupación para la ganadería ya que si las vacas no están bien alimentadas, no quedarán preñadas o lo harán tardíamente en el posparto, produciendo un impacto negativo sobre la rentabili-

dad de la empresa ganadera. Varios estudios han demostrado que la baja tasa de reproducción es la que mayor influencia tiene sobre la ineficiencia en la producción de ganado de carne en el trópico.

Existen dos trastornos reproductivos originados en la baja calidad nutricional de las hembras bovinas de carne, en el trópico; uno de ellos es la alta incidencia de anestro posparto que se prolonga por encima de los cinco meses y aún hasta el destete (25), afectando notablemente un parámetro zootécnico de gran repercusión económica como es el intervalo entre partos (IEP); el otro es la alta edad y el bajo peso al cual las novillas alcanzan su primer servicio (15).

González, *et al.* (20) mencionan que la crianza de animales de reemplazo es uno de los problemas que más afectan el desarrollo de la ganadería en Venezuela. Las hembras una vez destetadas, son criadas bajo condiciones de manejo y alimentación restringida, lo cual afecta el crecimiento, la pubertad y la edad al primer servicio. Así mismo, este autor señala que en condiciones de cría extensiva, con pastoreo de forrajes de baja calidad, un nivel nutricional insuficiente es la causa más común del retraso en el crecimiento y la iniciación de la actividad reproductiva de las novillas.

A pesar de que no hay duda de que el factor que más influye sobre la eficiencia reproductiva del ganado es la nutrición (4, 41), aún se desconocen muchos mecanismos a través de los cuales los componentes de la dieta afectan la síntesis y la secreción de las hormonas de la reproducción y la eficiencia reproductiva (21). Algunas explicaciones se refieren a la incidencia de la nutrición en la integración equilibrada del eje hipotálamo – hipófisis – gónadas, para que en un momento determinado se favorezca la maduración, la liberación y la unión de los gametos masculinos y femeninos para la continuidad de las especies.

El anestro a causa de la subnutrición está asociado con la supresión de la liberación de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y por lo tanto de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH). Por lo anterior una disminución en la liberación de LH determina la formación de un folículo de menor tamaño, que posiblemente no llegará a madurar (40). En este sentido, Henao (22) explica que paulatinamente y en un lapso de tiempo que varía de acuerdo a la oferta de nutrientes, la genética, el nivel de salud y de adaptación medio ambiental, se restablece el equilibrio energético y el hipotálamo reanuda la síntesis y liberación de pulsos altos y frecuentes de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), los cuales estimulan a la hipófisis a liberar un pico preovulatorio de LH para que se produzca la primera ovulación posparto.

Además de la subnutrición, el funcionamiento reproductivo del ganado bovino de carne en el trópico bajo, también es afectado por los desbalances nutricionales. En el anestro posparto por desbalance nutricional, la restricción alimentaria puede ser general o de cualquiera de los componentes de la dieta; la más común en las zonas tropicales es la de energía o la de proteína, pero también las hay combinadas de energía, proteína y minerales (9). Estos desbalances generalmente son ocasionados por la calidad de los forrajes tropicales, los cuales constituyen la principal fuente de alimento del ganado de carne en el trópico bajo.

La caracterización básica de los forrajes tropicales presenta una alta proporción de carbohidratos, contenidos relativamente elevados de lignina, bajos contenidos de proteína y con frecuencia carencias minerales, conformando en general un sustrato de limitada calidad nutricional para el crecimiento de la población microbiana en el rumen, lo que explica nuestros moderados índices de productividad ganadera (16).

Las anteriores características de los forrajes tropicales traen como consecuencias; un bajo consumo de forraje, baja digestibilidad, bajos índices productivos y reproductivos; parámetros éstos que podrían ser mejorados al proveer a los animales con todos los factores requeridos para que en su rumen se de una vigorosa y eficiente fermentación; además que de la fermentación resulte un balance cuantitativo adecuado entre la producción de energía y proteína (30).

Los rumiantes constituyen una especie animal que, en virtud de sus particularidades fisiológicas y metabólicas, disponen de los mecanismos necesarios para la transformación de los forrajes y materiales vegetales fibrosos, en proteína animal de alto valor biológico. Esta transformación bioquímica y metabólica es realizada gracias a la presencia de una variada flora ruminal, la cual, mediante su acción fermentativa sobre el alimento, provee al hospedero de nutrientes indispensables para su mantenimiento y producción, mientras que mutuamente recibe de éste las condiciones favorables que el rumen como hábitat brinda para su proliferación y actividad celulolítica. Sin embargo, factores tales como las limitaciones nutricionales de las gramíneas de trópico bajo, las consecuencias de la fermentación ruminal y la acción moduladora que sobre los compuestos nitrogenados ejerce la flora ruminal, justifican la fermentación ruminal como un mecanismo de optimización que contribuye a incrementar la eficiencia y la productividad de nuestro sistema de producción ganadero de trópico bajo (13).

Al respecto, la investigación científica ha encontrado, en la manipulación de la fermentación ruminal, una valiosa herramienta que mediante la alteración de la



propia flora ruminal o de los procesos fisiológicos y metabólicos en los que ella participa, permite incrementar el potencial de extracción de nutrientes de la dieta.

El éxito en la manipulación de la fermentación ruminal, depende del conocimiento de la ecología microbial del rumen: tipo de microorganismos, densidad poblacional, interrelación entre especies, condiciones ambientales del rumen para la fermentación y características químicas del forraje (12).

Preston y Leng (35) afirman que una deficiencia o un nivel subóptimo de un nutriente esencial para la flora ruminal reducirá la eficiencia del crecimiento microbial; esto significa que la cantidad y composición de la dieta son los factores determinantes con relación a la especiación, actividad y crecimiento de los microorganismos ruminales, lo que a su vez se reflejará en la velocidad y eficiencia con la que dichos sustratos serán fermentados. Por lo anterior, estos autores establecieron que la mejor estimación de la eficiencia ruminal la constituye la producción de la biomasa microbial.

Una de las formas de manipular la fermentación ruminal es a través de los bloques multinutricionales (BMN) lo cual se logra adicionando a dichos bloques, nutrientes críticos para el crecimiento microbial, con el propósito de lograr un efecto positivo sobre la eficiencia de la fermentación y por tanto sobre la digestibilidad y el consumo, lo que redundará en mayor aporte de nutrientes a la vaca con el consecuente resultado benéfico sobre la actividad reproductiva (14).

La manipulación de la fermentación ruminal, a través de un suplemento de bajo costo y de consumo regulado, como son los bloques multinutricionales, permite suplir las deficiencias de proteína, energía y minerales; estimular el consumo de la dieta básica y mejorar la digestibilidad del forraje. Los bloques multinutricionales se consideran un punto de apoyo para mejorar la eficiencia de los parámetros reproductivos. Lo anterior en razón de que la sincronía en el aporte de nutrientes críticos como carbohidratos fermentables y amonio, hace más eficiente la fermentación ruminal (28).

En este trabajo se hace una revisión de las bases nutricionales de la fermentación ruminal y la forma de manipularla con bloques multinutricionales. De igual forma, se recopila información sobre los efectos de esta manipulación sobre la disminución del intervalo parto-concepción en vacas cebú y sobre el tiempo que demoran las novillas en alcanzar la pubertad. El trabajo ha sido estructurado en tres partes, en la primera parte se expone información referente a la fisiología y

eficiencia reproductiva de vacas Cebú y su relación con la nutrición; en la segunda parte se tratan algunas bases nutricionales de la fermentación ruminal y maneras de manipularla, y en la tercera parte se presentan estudios de casos.

Fisiología y eficiencia reproductiva de vacas Cebú y su relación con la nutrición.

La eficiencia reproductiva de las vacas es considerada como la capacidad, efectividad, habilidad o aptitud con que un animal produce descendencia. En bovinos depende de la edad en que las hembras producen su primera cría y del número de terneros nacidos en un tiempo dado. La edad de las hembras a la primera cría depende a su vez de la edad a la que se alcance la pubertad y el primer servicio; Baldillo (1) menciona que uno de los factores que afectan la eficiencia reproductiva del ganado Cebú en el trópico es la avanzada edad a la que las novillas alcanzan la pubertad; siendo la nutrición, uno de los aspectos que marcan el retardo en el ganado Cebú, comparado con el ganado europeo. En un estudio realizado por uno de los autores (García) en 30 fincas de cuatro regiones del país, se encontró que las hembras Cebú alcanzan la pubertad entre los 23 y 24 meses de edad, y la primera preñez a los 30 meses. Esto ocasiona que la edad al primer parto esté alrededor de los 40 meses.

De igual forma, Perón y Tarrero (32 y 33) consideran que la alimentación juega un papel definitivo en la aparición de la pubertad de las hembras bovinas en el trópico, es así, que una restricción alimentaria con baja ingestión de energía y proteína durante la fase prepuberal, atrasa el momento de la maduración al inhibir el desarrollo y función del sistema endocrino y por lo tanto la actividad gonadal.

En cuanto a las vacas, el reparto de los nutrientes para las distintas funciones fisiológicas tiene diferentes prioridades. Las funciones de mantenimiento o lactancia tienen prioridad sobre las funciones reproductivas; por lo tanto pequeños desajustes nutricionales mostrarán primero sus consecuencias sobre la reproducción que sobre la producción de leche.

En algunas vacas que han tenido parto normal y se encuentran en un estado nutricional excelente se puede producir la maduración y la ovulación del folículo dominante de la primera cohorte y por eso muestran signos de estro en la tercera o cuarta semana posparto; sin embargo ésta no es la norma y al contrario, es mucho más frecuente encontrar vacas que no presentan estro durante el posparto temprano, llegando a permanecer varios meses en anestro (2). En



recientes observaciones, Ruiz y Olivera (39) estudiando los patrones de dinámica folicular en ganado *Bos indicus* en posparto (PP) hallaron un inicio de la actividad ovárica temprana desde aproximadamente 1,5 meses PP; con evidencia de desarrollo folicular y crecimiento en cohortes de 5 a 12 folículos, con diámetro entre 2 y 6 milímetros. Sin embargo, consideraron que es un tipo de dinámica muy lenta y anómala, caracterizada por la presentación de divergencia y la formación de un folículo dominante (primera onda folicular) hasta los 2.5 a 3 meses PP, luego de la cual hubo formación de nuevas ondas foliculares (2-3) igualmente lentas que duraron 15 a 20 días y que se distanciaron, unas de otras, dos o tres semanas. Sumado a esto, se encontró que los folículos dominantes formados no tenían la capacidad para ovular o lo hacía solo el de la última onda a los 5 o 6 meses PP con formación de cuerpo lúteo de duración normal (12-14 días) o corta (7-9) días. Lejos de tener una ciclicidad, los animales de este experimento presentaron una dinámica folicular atípica, que según los autores valdría la pena correlacionar con factores nutricionales.

Los resultados anteriores han dado origen a diferentes apreciaciones sobre la incidencia de la subalimentación en la reactivación ovárica posparto. Algunos autores consideran que una subnutrición ocasiona anestro posparto mientras que otros consideran que la reactivación ovárica se produce aún en condiciones de subnutrición y la prolongación de los días abiertos es causada por una inadecuada reactivación ovárica, con folículos que no alcanzan un tamaño ovulatorio (39).

Villa (46), Henao, *et al.* (23), Wilbank, *et al.* (45), mencionan que el desarrollo folicular se ve afectado durante el posparto por el grado de subalimentación antes o después del parto; lo anterior se refleja en los mecanismos involucrados en la maduración final del folículo y en la ovulación; además en los mecanismos que regulan el tamaño y dinámica del folículo dominante en desarrollo.

La subnutrición puede ocasionar fallas en los mecanismos que controlan el desarrollo folicular y la ovulación. Se postula que en casos de subnutrición se provoca inhibición de la producción alta, frecuente y pulsátil de LH. Muchos estudios en vacas muestran que los efectos de la subnutrición sobre el desarrollo y funcionalidad del folículo son similares a los ocasionados por una reducida secreción de LH o FSH. Aunque ninguno de estos estudios ha determinado si la nutrición puede modular la concentración de LH o FSH requerida para inducir estos efectos, y por lo tanto sensibilizar el ovario a la estimulación por gonadotropinas (26): algunos autores como Ruiz, *et al.* (38), mencionan que diversos factores como la disposición de energía, de vitaminas, de minerales y de ácidos grasos podrían influenciar la función reproductiva de los animales domés-

gicos por su doble efecto a nivel del eje hipotálamo-pituitaria y a nivel local en el ovario; el desarrollo del tejido adiposo junto con la producción y secreción de citoquinas y otras proteínas por los adipositos, serían puntos de control de diversos procesos metabólicos. Así, estos autores reportan que ha sido descubierta recientemente una hormona secretada por el tejido adiposo, la leptina, la cual parece jugar un papel preponderante sobre la regulación de la toma de alimento, el gasto energético y la secreción de gonadotropinas. Los sitios de acción y los diferentes efectos potenciales de la leptina sobre la reproducción están siendo elucidados.

Por otro lado, el establecimiento de pautas para evitar o minimizar estos trastornos requiere saber los mecanismos por los cuales el estado nutricional del animal interviene sobre el funcionamiento reproductivo. Los parámetros nutricionales que más influencia ejercen sobre la reproducción son la energía, la proteína y los minerales.

Después del parto hay una demanda considerable de nutrientes y una limitada capacidad de consumo, en muchos casos con pasturas de muy baja calidad de nutrientes llevando a la vaca a un balance energético negativo que limita el adecuado crecimiento de los folículos ováricos. A medida que se mejora el consumo y la disponibilidad de nutrientes y se restablece el equilibrio energético, se reinicia adecuadamente la actividad ovárica (22). Así mismo, Góngora y Hernández (19), reportan que la adecuada reactivación ovárica posparto en vacas de carne está ligada a la recuperación del balance energético negativo.

El balance energético negativo se puede evaluar de una manera práctica y fácil, interrelacionando el peso de la vaca con su condición corporal (5). La medición de la condición corporal es una práctica que se debe tener muy en cuenta para determinar el estado nutricional de la vaca, porque aunque es subjetivo, es de gran aproximación. La correlación entre la condición corporal y la eficiencia reproductiva ha sido ampliamente reconocida y se ha establecido que ambos factores dependen del estado nutricional (29). En las vacas de carne, para determinar el nivel de reservas corporales (grasa) y asignar una calificación de condición corporal, se debe remitir a la observación y palpación de la zona lumbar (apófisis transversas y espinosas de las vértebras lumbares). Además, se deben tener en cuenta otras zonas anatómicas que por orden de importancia son: la zona que rodea el nacimiento de la cola, la zona de la cadera, el ijar y el área inferior de las costillas (43).



Bases nutricionales de la fermentación ruminal y forma de manipularla

Consideraciones sobre el valor nutritivo de los forrajes. El valor nutritivo de los forrajes se define normalmente por la composición química (proximal o estructural) y su contenido de energía metabolizable. Si bien las medidas de digestibilidad y los análisis que cuantifican las diferentes fracciones celulares (contenido y pared celular) son de utilidad para estudiar las características fermentativas de los forrajes, generalmente estos parámetros guardan poca relación con el valor nutritivo (36). Consecuentemente, el valor alimenticio es mejor expresado por la eficiencia de utilización de un alimento que por su contenido de energía metabolizable. La eficiencia de utilización de la energía metabolizable, en los rumiantes, depende del balance de los nutrientes disponibles para los microorganismos del rumen que digieren el alimento y de la cantidad y balance de nutrientes disponibles al animal, a partir de la digestión del alimento, con relación a sus requerimientos (27).

Los pastos tropicales son insuficientes para una producción animal sostenida, tanto por las deficiencias y desbalances calórico-proteico, como por la generalizada deficiencia de fósforo y frecuentemente de otros minerales. Cuando estas deficiencias y desbalances se corrigen, aumenta considerablemente la eficiencia de utilización de la pastura, con incrementos significativos en la productividad. Esto es particularmente importante en animales estratégicos para el hato ganadero, como son las hembras de reemplazo y cría (9).

Principios nutricionales básicos de la fermentación ruminal. Los rumiantes tienen la habilidad para utilizar fuentes de carbohidratos estructurales no digestibles por los monogástricos: son capaces de utilizar el nitrógeno no proteico (NNP) y suplir sus necesidades de proteína a través del crecimiento microbiano en el rumen: hacen un uso eficiente de la proteína alimenticia de pobre calidad y de la de alto valor biológico; y, siempre y cuando esté protegida de la fermentación ruminal, utilizan eficientemente los lípidos en la dieta para propósitos productivos (18).

La característica principal del aparato digestivo de los rumiantes, es el rumen, el cual proporciona un ambiente capaz de mantener una población de microorganismos, que fermentan carbohidratos y otros nutrientes de la dieta (31). Los productos finales de la fermentación de los nutrientes por parte de los microorganismos del rumen son los ácidos grasos volátiles (AGV acetato, propionato y butirato), amonio (NH_3) dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4).

Además, hay liberación de energía que en parte es capturada en forma de adenosin trifosfato (ATP) para procesos de síntesis, utilizando los compuestos intermedios, producidos como resultado de la conversión del alimento en AGV, para el crecimiento y multiplicación de los microorganismos del rumen (8).

Para la utilización eficiente del ATP por parte de los microorganismos del rumen es indispensable contar con una fuente continua de carbohidratos y de nitrógeno que mantengan, tanto la fermentación como el suministro de precursores necesarios para el crecimiento bacteriano, por lo tanto, la tasa de fermentación debe estar sincronizada con la de consumo. Aparte del nitrógeno y de los carbohidratos para una eficiente fermentación ruminal los microorganismos requieren fósforo y azufre (42).

En el rumen los microorganismos fermentan la mayor parte de los azúcares y carbohidratos solubles, mucha de la celulosa, y un poco de hemicelulosa y pectina; la lignina y la sílice son completamente no digeribles. La proteína verdadera, así como el nitrógeno no proteico, son hidrolizados hasta su más simple expresión, amonio (NH_3), con excepción de una pequeña fracción de sobrepaso. Las bacterias capturan el amonio y en presencia de energía lo utilizan para la síntesis de sus propias células. A ciertos intervalos de tiempo, parte de la proteína bacteriana pasa del retículo-rumen al abomaso. En forma de una mezcla de componentes de las paredes celulares sin digerir y una suspensión de bacterias que entran en contacto con el ácido clorhídrico (HCL) para dar inicio a una digestión tipo monogástrico que continúa en el intestino delgado.

Los ácidos grasos de cadena larga, las vitaminas y los minerales son parcialmente utilizados por los microorganismos y buena parte de estos nutrientes pasan sin mayor transformación al intestino delgado donde son absorbidos (30). Como residuo de la fermentación ruminal resultan los AGV que son absorbidos a través de las paredes del rumen; estos constituyen la mayor fuente (hasta el 80%) de energía para el animal. Este se provee de aminoácidos (a.a.) y fundamentalmente de proteína bacteriana (hasta el 70%) y de la proteína dietética de sobrepaso (36).

En resumen la fermentación de las fuentes de energía (carbohidratos sencillos o complejos) y las fuentes de amonio (proteína verdadera o NNP), en el rumen puede o no suceder simultáneamente; el hecho es que las bacterias requieren energía proveniente de la fermentación de carbohidratos para atrapar y utilizar el amonio y para sintetizar la proteína bacteriana (31).



Manipulación de la fermentación ruminal. La manipulación de la fermentación ruminal se justifica en razón de que los sistemas de alimentación se establecen sobre la base de dietas, que por la calidad de los suelos y la estacionalidad en el régimen de lluvias, generan carencias, excesos o desbalance de nutrientes. Aquí radica, en gran medida, la ineficiencia y la baja productividad del sistema ganadero (13).

Chalupa (7) plantea que la manipulación de la fermentación ruminal puede ser considerada como un mecanismo de optimización del uso de la dieta. Existen tres objetivos básicos a considerar cuando se pretende manipular la fermentación ruminal con el propósito de mejorar la productividad: mejorar la digestibilidad de los carbohidratos en el rumen, aumentar la proporción de ácido propionico en los AGV, y equilibrar la proporción de energía:proteína en los productos finales de la digestión (36). El propósito de dicha manipulación es incrementar la eficiencia de crecimiento y la síntesis de proteína microbial, con el fin de mejorar la digestibilidad, el consumo y la relación proteína energía (30).

El criterio a tener en cuenta para manipular el ecosistema ruminal, a través de un suplemento, debe ser el de proveer los sustratos esenciales para un crecimiento microbial eficiente y la sincronización de la fermentación de carbohidratos con la liberación de amonio (30).

Los principios que determinan el desarrollo de los programas de suplementación se basan en identificar la disponibilidad y calidad del alimento ofrecido a los rumiantes; conocer las limitaciones asociadas con su utilización por los animales y formular suplementos con el propósito de optimizar la oferta de nutrientes a los animales que pastorean forrajes de bajo valor nutritivo (9).

La suplementación debe estar dirigida a resolver problemas carenciales en el rumen, por lo que el desarrollo del sistema de producción, particularmente en pasturas de bajo valor nutritivo, debe basarse en el uso adecuado del tipo y cantidad de suplemento para corregir las deficiencias del forraje a fin de aumentar el consumo, mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes, y hacer más eficiente la producción animal (24).

Es importante resaltar que el establecimiento de un programa de suplementación requiere del conocimiento del valor nutritivo de la dieta básica y los requerimientos del estado fisiológico del animal (16).

Efecto de bloques en la reproducción, en condición de trópico bajo

El bloque multinutricional fué introducido al país Thomas Preston en 1986. Sin embargo, ya había sido utilizado con éxito en Asia, África y Australia. Se ha denominado bloque multinutricional (BMN) a un material alimenticio, balanceado y sólido que provee constante y lentamente nitrógeno, proteína sobrepasante, energía y minerales (10). El uso de los BMN incrementa el consumo de la dieta basal, mejora la digestibilidad, aumenta la ganancia de peso diaria y la producción de leche (36).

Corredor y Jaramillo (6) definen a los BMN como una fuente de proteína, energía y minerales que en verano evita que el ganado pierda peso, mientras que en períodos normales ayuda a la producción animal. Espinel (11) por su parte los define como una mezcla de varios materiales que aportan nitrógeno no proteico, energía, fibra, proteína y minerales. Se utilizan para facilitar una digestión eficaz de la ración, lo cual permitirá mejorar el consumo de pastos fibrosos, especialmente en épocas secas, y cuando los animales consumen alimentos muy ricos en fibras y azúcares. El bloque es una especie de panelón o ladrillo que los bovinos deben lamer para obtener un suministro permanente de nutrientes.

Ramírez y Benítez (37) manifiestan que el uso de los BMN tiene que ver con la estrategia de hacer disponible el N fermentable en una forma que cualquier productor pueda manejar, y de esta forma incrementar el nivel amoniacal en el rumen, satisfaciendo así los requerimientos amoniacales de las bacterias ruminales.

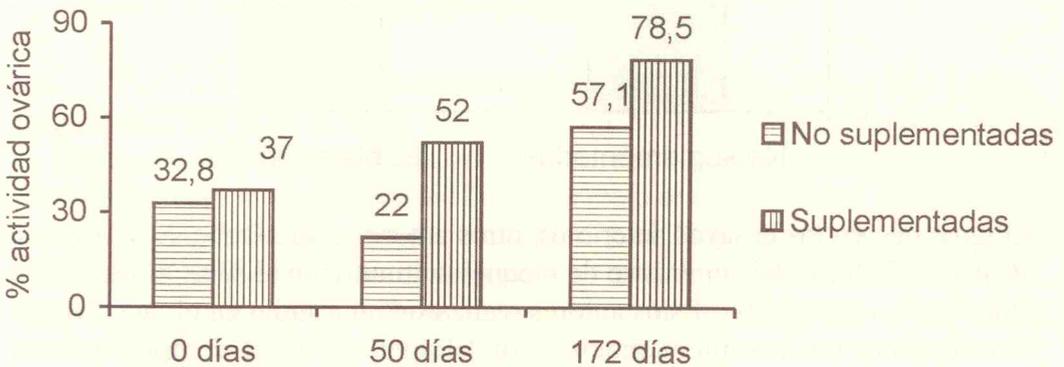
La composición nutricional básica de un BMN está compuesta por una fuente de nitrógeno no proteico, principalmente urea; una fuente de carbohidratos rápidamente fermentables, en especial melaza; una mezcla de minerales, un solidificante como la cal viva y una fuente de fibra como el bagacillo de caña (37). Sin embargo, la estructura del BMN se facilita para el suministro de nutrientes adicionales como proteína sobrepasante, ionóforos, levaduras, vermífugos etc. Es decir, los bloques pueden ser, terapéuticos, o multinutricionales, con suplementos minerales, o de entretenimiento (25).

Entre los principales beneficios aportados por los BMNs, Gallo (13) menciona los siguientes:

- La úrea contenida en el BMN incrementa la eficiencia del proceso de fermentación en el rumen y la suple de precursores de glucosa.

- Al estimularse la digestibilidad del pasto se aumenta inmediatamente el consumo.
- Los BMNs con o sin suplementación extra de proteína sobrepasante favorecen el índice de concepción y por lo tanto el intervalo entre partos.
- La suplementación con BMN permite al animal mantener su peso corporal en épocas en que tradicionalmente pierden peso. En algunos casos se han encontrado ganancias adicionales significativas de 100 a 200 gramos por animal por día.

Figura 1. Actividad ovárica en novillas suplementadas y no suplementadas con bloque multinutricional (Herrera *et al.*, 25).

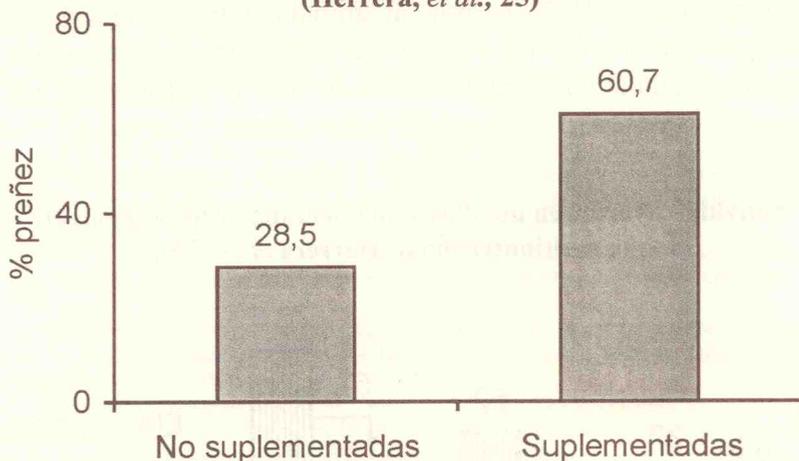


En un trabajo realizado por Herrera, *et al.* (25) en sabanas de *Trachypogon sp.*, con novillas en crecimiento, se evaluó el efecto de la suplementación con BMN y semilla de algodón entera durante la época de transición de lluvia a sequía (agosto, 1993 a Febrero, 1994), con dos tratamientos: un testigo (To) y un tratamiento con suplementación (T1) Los animales suplementados mostraron una tendencia hacia mejor peso y condición en el periodo del ensayo, lográndose que a diferentes tiempos de suplementación, un mayor número de animales estuviesen con actividad ovárica. Se observó que mejoran las condiciones de este grupo, con relación a los animales no suplementados (T1 = 78.57 v.s. To = 57.14 % de animales con actividad ovárica). Tal como se evidencia en la Figura 1, esta práctica permite incorporar al servicio a novillas de menor edad.

En otro ensayo realizado por los mismos autores, los animales fueron sometidos a una estación de monta, por un periodo de 90 días, para ver el efecto de la suplementación sobre el índice de preñez. Desde este punto de vista, se lograron diferencias considerables en cuanto al porcentaje de preñez del grupo suplementado con bloque respecto al no suplementado (T1 = 60.7 vs. To = 28.6 %

de preñez), (ver Figura 2). Los autores consideran necesario resaltar que la presencia de actividad ovárica, por sí sola, no garantiza la preñez.

Figura 2. Efecto de la suplementación con bloques sobre la preñez (Herrera, *et al.*, 25)



Al igual que en los ensayos anteriores, otros autores como Birbe, *et al.* (3) han evaluado el efecto del suministro de bloque multinutricional sobre el desarrollo reproductivo de novillas. Estos autores realizaron un estudio en el que evaluaron el efecto de la suplementación con bloques sobre el comportamiento reproductivo de novillas mestizas Gyr x Simmental, suplementadas a dos edades (22 y 30 meses). Se utilizaron tres tratamientos: T1 no suplementado; T2 animales suplementados a los 22 meses; T3 animales suplementados a los 30 meses. De acuerdo con los resultados obtenidos, la suplementación con BMN tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento, el cual se refleja en la ganancia de peso diaria (Tabla 1), con una tendencia a ser superior a los demás grupos. Sin embargo, cuando se analiza el peso a la primera actividad ovárica detectada en el experimento, se observa como los animales suplementados a los 22 meses (T2) son los que presentan el mayor peso vivo. Un mejoramiento del crecimiento permitió alcanzar más rápidamente el peso de servicio. La condición corporal a la primera actividad ovárica detectada, aunque superior en los animales suplementados, no fue significativamente diferente. El T2 respondió a la suplementación temprana con una menor edad al primer parto, significativamente diferente a T1 y T3. Los resultados de este experimento indican que el suministro de BMN a novillas que pastorean sabanas bien drenadas, puede mejorarles significativamente el comportamiento reproductivo, determinado por una edad más temprana al servicio y al parto.

Tabla 1. Efecto de la edad a la suplementación con BMN, sobre el comportamiento reproductivo de novillas mestizas en condiciones de sabana (Birbe. *et al.*, 3).

Observaciones (n)	T1	T2	T3
Edad a la suplementación (meses)	—	22	30
Ganancia de peso diario preservicio g/a/d	0.282	0.309	0.271
Cambio de condición corporal	0.526 b	0.714a	0.494ab
Edad a la primera actividad ovárica (días) *	1354b	1212.15a	1281.26ab
Peso vivo a la 1 ^a actividad ovárica (Kg.)	275.82b	309.67a	293.85ab
Condición corporal a la primera actividad ovárica	2.25a	2.47a	2.44a
Edad al 1er parto (días)	1655.3e	1481.55c	1607.22 d

*Primera actividad ovárica detectada por muestreo de progesterona durante el experimento

**Letras diferentes en las mismas filas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Gallo y García (14) llevaron a cabo un estudio de campo en la Hacienda Egipto, localizada en la región del Bajo Cauca Antioqueño, y aunque a este trabajo no se le realizó análisis estadístico, se mostró un efecto positivo del suministro de BMN en la reproducción de vacas. En este trabajo se seleccionó un lote de vacas blancas (Cebú comercial) paridas entre el 1° y el 30 de Marzo de 1999, todas con cría macho. Se conformaron al azar 2 grupos, cada uno compuesto por 38 vacas de dos o más partos y 8 novillas de primer parto; en cada grupo se incluyeron 2 toros de fertilidad conocida. Los dos grupos se ubicaron en potreros similares en cuanto a tamaño, topografía y suministro de agua y tipo de pastura (*B. Humidicola*). A un lote de animales (Grupo 1), se les ofreció a voluntad sal mineralizada. Al otro lote (Grupo 2), se les ofreció a voluntad sal mineralizada y BMN. Tanto la sal mineralizada de los dos lotes como los bloques multinutricionales fueron producidos de acuerdo con los análisis foliares de la época y con los requerimientos de ese estado fisiológico. El propósito del trabajo fue cuantificar los efectos del BMN sobre la ganancia de peso de las vacas en el posparto (condición corporal), el peso de las crías al destete y el retorno al celo posparto (días abiertos). Los dos lotes de animales recibieron la suplementación correspondiente hasta el día 24 de abril como periodo de acostumbamiento y reconocimiento, tomándose como día 1° del trabajo, el día 25; ese día, las vacas y los terneros fueron pesados, además, a las vacas se les realizó un chequeo genital para evaluar el tracto reproductivo. Los animales suplementados con BMN presentaron mejores parámetros en todas las variables evaluadas, como puede apreciarse en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Ganancia de peso en vacas y peso al destete de terneros, con y sin bloque multinutricional (Gallo y García,14).

Tratamientos	Suplementadas con bloques multinutricionales	No suplementadas
Resultados		
Ganancia diaria de peso de las vacas a los 60 días posparto	264 gramos	120 gramos
Peso de los terneros al destete (8.5 meses)	206 kilogramos	190 kilogramos

Tabla 3. Porcentaje de preñez a los 135 y a los 260 días posparto (Gallo y García,14).

Tratamientos	n	% de preñez a los 135 días	% de preñez a los 260 días
Suplementadas con BMN	46	71	91
No suplementadas	46	38	64

Herrera, *et al.* (25) evaluaron el efecto de la suplementación con BMN sobre el comportamiento reproductivo de vacas Holstein x Cebú y Cebuínas. Se utilizaron los siguientes tratamientos: T1 Vacas Cebuínas (VC) con minerales comerciales *ad libitum*; T2 Vacas Holstein x Cebú con tendencia europea (VE) con minerales comerciales *ad libitum*; T3 VC con BMN; T4 VE con BMN. Se observó que el T3 fue significativamente superior al T2 y sin diferencias significativas con los demás grupos (T1 y T4). Sin embargo, se observó una clara tendencia de los grupos suplementados a ser superiores a los no suplementados (tabla 4).

Tabla 4. Promedio de condición corporal en las vacas durante el experimento y porcentaje de actividad ovárica folicular a los 94 días (Herrera, *et al.*, 25).

Tratamientos	No. Animales (0-94 días)	Condición corporal (94 días)	Animales en actividad ovárica (94 días)	Porcentaje en actividad ovárica
T1	9	1.666a	2b	22.2
T2	11	1.545 a	3ab	27.2
T3	11	1.773 a	6a	54.5
T4	11	1.681a	3ab	27.2

a, b: letras diferentes en las mismas columnas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)



Los beneficios biológicos de la suplementación con BMN en animales en crecimiento son evidentes, al igual que en vacas de cría con forrajes de baja calidad. De lo anterior se desprende la importancia de la suplementación a este grupo de animales para buscar una reducción del intervalo entre partos y una mayor productividad del hato, en kilogramos de ternero desteto por vaca año (20).

Conclusiones

La fermentación ruminal de las fuentes energéticas (carbohidratos) y de la fuente de amonio (proteína o NNP) suministradas en conjunto, a través de un BMN, mejora la eficiencia de la dieta básica constituida generalmente por praderas o forrajes de bajo valor nutritivo, en nuestro trópico bajo.

El suministro de BMN en novillas induce un mejoramiento del crecimiento de los animales que permite alcanzar la pubertad y el primer servicio a una edad más temprana.

Las investigaciones referenciadas en este documento indican un efecto positivo del suministro de BMN en la reproducción de las vacas, evidenciado por una mejora en la edad y peso a la primera actividad ovárica y en el intervalo entre partos.

Referencias

1. Baldillo, G. Parámetros reproductivos promedios de hembras Cebú en 30 fincas de cuatro regiones Colombianas. En: Revista El Cebú 1996.
2. Beam, S.W. And Butler W.R. Energy Balance, metabolic hormones, and early postpartum follicles development in dairy cows fed pilled lipids. J. Dairy Sci.1997; 81:121-131.
3. Birbe, B. Herrera, P. Martínez, Hernández, N. Y Mata, D. Manejo de novillas suplementadas en condiciones de sabana y comportamiento reproductivo a dos edades de suplementación con bloques multinutricionales Universidad Simón Rodríguez. Estación Experimental La Iguana. Valle de Pascua. Proyecto FAO 1997.
4. Butler, W. R. and Smith R.D. Interrelationship between energy balance and postpartum reproductive function. J. Dairy Sci. vol 72 (1989) p 767 – 772.
5. Corpoica. Condición corporal de vacas doble propósito. Suplemento divulgativo. 1999 15P.
6. Corredor, J. y Jaramillo, G. Suplementación de vacas doble propósito con bloques multinutricionales. Suplemento divulgativo. Federación de Cafeteros. 1989.
7. Chalupa, W. Manipulation rumen fermentation. J. Animal Sci. 1977. 46: 585 – 599.
8. Church, D.C. The ruminant animal the digestive physiology and nutrition. Prentice hall, Englewood cliffs, New Jersey 1988. p 564.
9. Chicco, C.F., Godoy S. y Obispo, N 1998 Corrección de los factores nutricionales que limitan la producción de bovinos a pastoreo. Instituto de Investigaciones Zootécnicas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay-Venezuela. En: XIV Cursillo sobre bovinos de carne Octubre 22 y 23.
10. Echemendia, M. 1990. Metodología para la elaboración de bloques multinutricionales. Tesis de especialista en alimentación y manejo de ganado bovino. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba p44.
11. Espinel, R.G. Alimentación del ganado para fincas campesinas. Cartilla Divulgativa FAO CIPAV. Junio 1995 14P.
12. Fondevilla, M. Procesos implicados en la digestión microbiana de los forrajes de baja calidad. Rev. Fac. Agron. (luz) 1998, 15:87-106.
13. Gallo, J. A. Los bloques multinutricionales y su impacto en la productividad ganadera. En: Estrategias de alimentación en la ganadería y su impacto en la productividad, Grupo Cebú, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Medellín, Mayo 9-10 de 2002.

14. Gallo, J. A. y García, G. Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales en vacas de cría pastoreando *Brachiaria Humidicola*. Informe de trabajo de campo empresa Dorasal Ltda., 1999.
15. García, M.; Huanca, W.; Echeverría, I.; Reproductive performance of purebred and crossbred Zebu cattle under artificial insemination in the tropics. *Animal Production*. 1990, 50: 41 – 49.
16. Garmendía, J. 1994 Uso de bloques multinutricionales en la ganadería a pastoreo de forrajes de pobre calidad. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia-Venezuela*. 11 (2): 224 – 237.
17. Ginther, O.J.; Kot, K.; Kulick, L.J. and Wiltbank, M.C. Sampling follicular fluid without altering follicular status in cattle: Oestradiol concentration early in a follicular wave. *J. of Reproduction and Fertility* 1997, 109:181-186.
18. Godoy, S.; Chicco, C.F.; Capo, E. Obispo N y Carnevali, A. 1986 Suplementación nitrogenada restringida de bovinos alimentados con pastos de pobre calidad. IV Jornadas Nacionales Veterinarias, Barquisimeto-Venezuela. Programa de resúmenes. 26 pp.
19. Góngora, A. Y Hernández, A. Fisiología del estro y factores que afectan su expresión en bovinos a nivel del trópico. *Revista Cebú*. 320 pp. 20 – 26 2000.
20. González, S., Soto, E. Goicochea, J. González, R. Y Soto, G. 1988 Identificación de los factores causales y control del anestro, principal problema reproductivo en la ganadería mestiza de doble propósito. Universidad del Zulia. Facultad Agronomía y Ciencias Veterinarias. 90 pp.
21. Gwazdauskas, F. C.; Kendrick K. W. ;Prior A. W. and Bailey T.I. Symposium folliculogenesis in bovine ovary. Impact of follicular aspiration on folliculogenesis as influenced by dietary and stage of lactation. *J. Dairy Sci.* vol. 83 (2000) p. 1625 – 1634.
22. Henao G. 2001 Reactivación ovárica posparto En: Memorias curso de educación continuada: Nutrición y alimentación de la vaca en transición. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de ciencias Agropecuarias. Medellín 20-22 de Junio.
23. Henao G., Maldonado J.G., Olivera Ángel M., Dinámica folicular durante el anestro posparto y primer celo estral en vacas Cebú con y sin amamantamiento. Grupo Biogénesis. Corporación Ciencias Básicas Biomédicas. Universidad de Antioquia. *Rev Col. Cienc Pec*, Vol 12 suplemento 1999.
24. Herrera P., Birbe, B. y González, A. 1990 Diagnostico de alternativas alimenticias para aves, cerdos y rumiantes, con materias primas producidas en el sur oriente del estado Guarico –Venezuela. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Dirección de desarrollo rural integral. unidad de producción La Iguana.
25. Herrera, P.; Birbe, B. Martínez, N. 1995 Suplementación estratégica con bloques multinutricionales, En: D. Plasse, N. Peña y J. Arango (Eds) XI cursillo sobre bovinos de carne, Universidad Central De Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela pp. 129-152.
26. Jolly, P.D., Mc Dougall S., Fitzpatrick, L.A. Macmillan, K.L. and Entwistle K.W. Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J. of Reproduction and Fertility* suplement. 1995; 49:477-492.
27. Leng, R. A. 1991 Further observation on the efficiency of feed utilization for growth in ruminants feed forage based diets. In recent advances in animal nutrition in Australia D. J. farrel (Ed.) Univ. New England. Armidale., Australia pp. 28 – 47.
28. Mata, D. y Herrera, P. 1994. Uso de bloques multinutricionales en pasturas naturales. En: A. Cardozo y B. Birbe (Eds. 1ª Conferencia Internacional Sobre Bloques Nutricionales. Guanare, Venezuela pp. 43-55.
29. Osorio, K. Manejo de las reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de producción de carne con vacas madres establecidas en zonas húmedas. *Inv. Agra. Producción y Sanidad Animal* 1989; 4: 1 – 27.
30. Owen, A.A. Fermentación en el rumen, sus productos y el balance de nutrientes al tejido animal. En: Curso nacional de ganado de leche, Instituto Colombiano Agropecuario I.C.A. Tibaitata. Octubre 22 – 27 1990 a.
31. Owen, A.A. La importancia de los productos de la fermentación de los carbohidratos y de los productos nitrogenados en la nutrición de bovinos. En XIII programa para el desarrollo de capacitación científica en investigación para la producción y utilización de pastos tropicales. CIAT, Cali Colombia, Febrero 26 al 4 de Mayo 1990b.
32. Perón, R.; Tarrero R. Efecto de un régimen de subalimentación durante el crecimiento para novillas, en la edad y peso a la pubertad. *Revista Cubana de Reproducción Animal* 1982a 8: 33.
33. Perón, N.; Tarrero R. Edad y peso a la pubertad en novillas Holstein, Cebú y ¾ Cebú X ¼ Holstein. *Revista Cubana de Reproducción Animal* 1982b. 8: 1.
34. Plasse, D. Factores que influyen en la eficiencia reproductiva de bovinos de carne en América Latina tropical y estrategias para mejorarla. Manejo de la reproducción bovina en condiciones tropicales. Seminario Internacional. Memorias. Cartagena, 1994; 82-12.
35. Preston, T. R. and Leng, R. A. Matching ruminant. Production systems with available resources in the tropics and subtropics 1987. Penambul books Australia. 312p.
36. Preston, T. R. Y R. A. Leng 1989 Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición del rumiante en el trópico. Consultoría para el desarrollo rural integrado en el trópico. (CONDRIT) Ltda. Cali Colombia 312p.
37. Ramírez, M. y Benítez, U. Estándares alimenticios adecuados a las exigencias del trópico. En: Nuevas bases para la producción animal en el trópico. pp. 104-175.

- 
38. Ruiz Z., Murphy B., Olivera Ángel M., Interacción reproducción-nutrición en los animales domésticos: es la leptina la clave. *Rev Col Cienc Pec* Vol 12:2 1999.
39. Ruiz Z., Olivera Angel M., Ovarian follicular dynamics in suckled Cebu cows monitored by real time ultrasonography. *Anim Rep Sci.* 54.
40. Schillo, K.K. Effect of dietary energy of control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 1992 70: 1271 – 1282.
41. Thatcher, W.W.; de La Sota, R.L.; Schmitt, E.J.; Diaz, T.C.; Badinge, L.; and Drost, M. Control and management on ovarian follicles in cattle to optimise fertility. En: *Reprod. Fert. Dev.* Vol. 8 (1996); p. 203-217.
42. Van Soest. P. J. *Nutritional ecology of the ruminant* 1994 Cornell University press. Ithaca. N.Y.
43. Velásquez, J. Evaluación de la condición corporal en ganado de carne. *Revista El Cebú.* 311: 18 – 24. 1999.
44. Webb, R.; Gosden, R.G.; Telfer, E.E. and Moor, R.M. Factors affecting folliculogenesis in ruminants. En: *Animal Science* 1999; 68: 257-284.
45. Wilbank M.C., Gumen A., Sartori R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology* 57 (1):21-53, 2002.
46. Villa, N. A. Alteraciones metabólicas y su efecto en reproducción, estudio de casos, segundo seminario internacional en reproducción y metabolismo de la vaca lechera, Universidad de Caldas, Manizales 1999.

