

Nutrición y reproducción en rodeos lecheros

Michael W. Overton ⁽¹⁾

Introducción

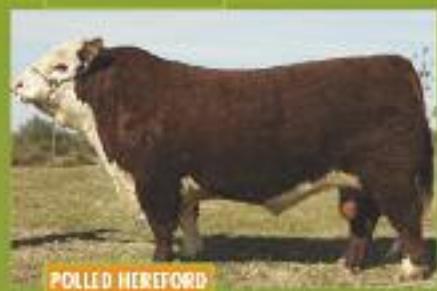
La nutrición y la reproducción son dos piedras angulares en la productividad y rentabilidad de la lechería, teniendo la nutrición un impacto enorme en la eficiencia reproductiva. La industria toda realizó un excelente trabajo para “eficientizar” la reproducción, adecuando las instalaciones para reducir el estrés ambiental, aumentando la disponibilidad y digestibilidad del forraje y mejorando el manejo nutricional global para responder a los altos niveles de producción lechera. No obstante, numerosos trabajos han correlacionado el gran aumento en la producción individual de leche con una aparente declinación de la eficiencia reproductiva y han sugerido que ambas variables están vinculadas. Si bien hay muchas investigaciones que han establecido que la alta producción de leche puede afectar negativamente a la fertilidad, uno debe ser muy cauto en la interpretación de las asociaciones observadas. Considerando el aumento en los parámetros como los días abiertos e intervalo entre partos, se podría concluir que ha habido una disminución en la eficiencia reproductiva en los últimos años, pero esta afirmación es discutible. Una de las razones que dificulta dicha aseveración es el aumento en la duración de la lactancia en las vacas de alta producción de la actualidad y el aumento de los registros. Las vacas de alta produc-

ción permanecen en el rodeo más tiempo y reciben más inseminaciones que anteriormente, mientras que las vacas menos productoras tienden a quedar preñadas o son descartadas del rodeo antes. Trabajos recientemente presentados por LeBlanc y col. ⁽³⁶⁾, utilizando datos canadienses, revelaron que a nivel de la vaca individual, hubo menos efectos negativos del nivel de producción sobre el momento de la preñez. A nivel de rodeo, los establecimientos de punta tuvieron mayores tasas de preñez, sugiriendo que los esfuerzos del manejo para lograr mayor producción pueden ser compatibles con una buena eficiencia reproductiva.

La selección genética ha sido clave en el aumento de la producción lechera y ese ganado de mayor producción tiene mayores riesgos de experimentar una subnutrición, especialmente durante la lactancia temprana. Los requerimientos metabólicos de vacas de alta producción conducen frecuentemente a un elevado balance energético negativo (BEN), que afecta la eficiencia reproductiva por un retraso en el reinicio de la ciclicidad, alteración de la calidad del ovocito, cuerpo lúteo y/o embrión, e impacto negativo sobre el mantenimiento de la preñez. Los esfuerzos en el manejo nutricional para reducir la influencia de la producción lechera sobre la reproducción típicamente apuntan a mantener o incrementar el consumo de materia seca (MS),

(1) Food Animal Health and Management Program. Department of Population Health. College of Veterinary Medicine. University of Georgia, College of Veterinary Medicine, Athens, U.S.A. moverton@uga.edu

Conferencia dictada durante las “Séptimas Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica” organizadas por el Colegio de Veterinarios de la Provincia de Buenos Aires (CVPBA), 2 y 3 de septiembre de 2011, Mar del Plata, Argentina.

PUM!**POLLED HERFORD****TAURA****BRAFORD****CACIQUE****BRAFORD****TABACO****ANGUS****PATRIOTA****BRANGUS****TRÉBOL ROJO****BRANGUS****TATA****BRAHMAN****LUCHO****BRAFORD 3/4****MONZÓN****ANGUS****LEÓN****BRAFORD****TODO TERRENO****ANGUS****NUEVO****IMBATIBLE****LIMANGUS****NUEVO**

En Buenos Aires: Arenales 2438
10° piso "D" - (1124) Capital Federal
Teléfono: 0054-011-4825-0598



Administración: Dr. Silva 302
(2826) Urdinarrain - Entre Ríos
Teléfono: 0054-3416-180067

Venta de semen congelado en pellets y pellets de toros superiores con información y consultoría genética.

Implementación y asesoramiento integral de programas de inseminación.

Venta de materiales para uso en inseminación artificial, nitrógeno y termos.

Pensionado y congelado de semen de toros de terceros para su propio uso.

Asesoramiento en selección manejo sanitario y reproductivo bovino.

Diagnóstico precoz de preñez bovina por ecografía.

Control y evaluación de semen con tecnología de avanzada.

Dos cursos al año para técnicos en inseminación artificial de bovinos.

clia@urdi.com.ar
www.clia.com.ar

manipulando las fracciones de hidratos de carbono, manteniendo una adecuada fibra efectiva, suplementado con grasa, evitando el exceso de proteína, optimizando los niveles de vitaminas y minerales y reduciendo el riesgo de toxinas conocidas como el gospol.

Nutrición e interacciones durante el parto

Mucho del éxito o fracaso en términos de producción durante la lactancia temprana es resultado del manejo de la vaca durante el parto, por lo que debería ponerse más énfasis en el adecuado manejo nutricional de estas vacas para minimizar el riesgo de enfermedades metabólicas.

Parecería que muchos de los consejos que han sido dados clásicamente relativos a maximizar la ingesta e incrementar la densidad energética inmediatamente antes del parto no serían respaldados por las investigaciones recientes. A pesar de la gran reducción en el consumo de MS, que puede variar hasta un 30-45%, dependiendo de la condición corporal, tipo de dieta, estación del año, carga animal y otros factores de manejo, la mayoría de las vacas no experimentan un BEN significativo inmediatamente antes del parto^(30,31). La recomendación empleada por muchos consultores respecto a “maximizar la ingesta de materia seca antes del parto” parecería ser incorrecta. La mejor recomendación sería minimizar la caída en la ingesta que ocurre en los 7 a 10 días previos al parto. Los trabajos en esta área fueron inconsistentes, pero el patrón emergente sería que la restricción del consumo de energía total durante el período de vaca seca tendría efecto sobre los ácidos grasos no esterificados (AGNE), el β hidroxibutirato (BHB), los triglicéridos hepáticos y la performance durante la lactancia temprana^(19,17). El exceso de energía parece no ser beneficioso y la reducción en la densidad energética en las dietas de vaca seca de acuerdo a las recomendaciones de la NRC (~ 0,57-0,6 Mcal NE_L/lb) puede ayudar a reducir problemas sanitarios (y presumiblemente, mejorar la eficiencia reproductiva posterior). Las vacas que tuvieron libre acceso a dietas de energía moderada en los trabajos de Drackley y col.⁽¹⁷⁾ tuvieron mayores concentraciones de insulina con similares niveles de glucosa.

Una de las medidas de manejo que se han generalizado es el uso de dietas aniónicas (dietas formu-

ladas para lograr una diferencia negativa de catión-anión de aproximadamente -10 meq/100 g de MS de ración)^(46,47). Como consecuencia del uso de dietas aniónicas, el impacto negativo de las hipocalcémias clínica y subclínica ha sido marcadamente reducido en la mayoría de los rodeos que han adoptado adecuadamente esta herramienta en el parto. Brevemente, se seleccionan alimentos que proveen niveles de potasio aceptablemente bajos, para lograr niveles cercanos al 1,5%. El Ca es agregado alrededor del 1-1,2%. El Mg, P y S son agregados a niveles de 0,4% y las sales de cloruro son incorporadas para lograr la dieta aniónica. Como regla general, el Cl es agregado a niveles de 0,5% menores que los niveles de K de la ración, asumiendo que los otros minerales están balanceados.

No debe olvidarse que el Cl (y otros aniones) no es muy palatable, por lo que se debe asegurar que la suplementación con CL sea al 1-1,2% o menos, de ahí la necesidad de reducir la fuente de K tanto como sea posible. Uno de los riesgos de las dietas aniónicas es la baja palatabilidad. Sin embargo, como se dijo, si la ingesta se reduce pero se mantiene por encima de un nivel adecuado durante el parto, el desempeño de la vaca será bueno.

La meta de las dietas aniónicas es alcanzar un nivel adecuado de calcio en el postparto inmediato. El beneficio de la normocalcemia es una función normal en la musculatura lisa (del tracto gastrointestinal para mejorar la ingesta de MS y del útero para una normal contractilidad, salud e involución). Otro hallazgo interesante relacionado con la hipocalcemia es su relación con la función inmune. Kimura y col.⁽³⁵⁾ describieron una asociación entre la reserva de Ca intracelular y la función de los macrófagos y neutrófilos en sangre periférica. En este trabajo, los autores demostraron que los niveles de Ca extracelular en vacas lecheras preparto afectan el flujo de Ca intracelular en células que son críticas para la adecuada función inmune. Por lo tanto, al menos parte de la inmunosupresión observada en vacas lecheras puede ser debida a una función reducida de los glóbulos blancos en sangre periférica como consecuencia de la alteración en los niveles de Ca. Consecuentemente, mantener la normocalcemia y la ingesta de MS durante el parto puede ayudar a mejorar la respuesta inmune a nivel celular así como a reducir el riesgo del complejo retención de placenta (RP) y metritis/endometritis, permi-

tiendo una mejor sanidad, producción de leche y fertilidad.

El mayor factor de riesgo para metritis, RP o ambas es un compromiso de la función inmune. Mientras no están claras las causas de inmunosupresión específica, una variedad de factores nutricionales puede contribuir, como caída en el consumo preparto, pobre nivel de vitaminas y minerales, hipocalcemia, excesiva movilización de grasa y proteína ^(27, 34). Las vacas con RP y metritis han mostrado mayores niveles de AGNE, menor consumo de MS y compromiso de la función neutrofílica antes del parto ⁽²⁹⁾.

En base a diferentes estudios, las vacas que paren con RP tienen 4-6 veces más metritis y muchas de ellas desarrollan endometritis clínicas o subclínicas más tarde. El riesgo de incidencia de RP y metritis en la lactancia media es de 8,6% y 10,1%, respectivamente ⁽³³⁾, aunque en la experiencia del autor, los riesgos de metritis típicas son mucho mayores en la mayoría de los rodeos. La metritis está altamente asociada con fertilidad reducida. Lee y col. ⁽³⁷⁾ demostraron que vacas afectadas por metritis tienen un riesgo de reducción de la concepción del 30% y un incremento en los días abiertos de 13-15 días. Debido a que la RP, metritis y endometritis son enfermedades vinculadas a un compromiso de la función inmune, la nutrición debería enfocarse a mantener una adecuada alimentación en el periparto y a mantener niveles apropiados de los dos nutrientes clave relacionados con la función inmune: el selenio y la vitamina E ⁽³⁶⁾.

El selenio debería ser agregado a las dietas por encima del límite de 0,3 ppm y la vitamina E debería alcanzar un nivel de 2.000 UI/vaca/día.

El período postparto es un tiempo de rápido aumento de los requerimientos de energía para producción de leche y un lento aumento del consumo. El balance energético (BE), definido como la diferencia entre el consumo de energía utilizable y la energía consumida para el mantenimiento y producción de leche, se hace negativo debido a la discrepancia entre los ingresos y egresos de energía ⁽³⁾. Bauman y Currie ⁽²⁾ describieron los factores de homeorexis y homeostasis relacionados con la priorización de nutrientes en vacas lecheras, quienes priorizan la producción (ej. alimentar al ternero que debería estar al pie) sobre la reproducción (producción de la próxima generación). En vacas en lactancia, los mecanismos homeoréticos coor-

dinan la distribución de nutrientes hacia la producción de leche, hasta el punto de la movilización de reservas corporales de grasa y proteína para cubrir las demandas, resultando en que más nutrientes sean utilizados de los que puedan ser consumidos, generando un BEN. Este BEN alcanza su punto más negativo (nadir del BEN) durante las primeras 2 semanas postparto en vacas normales, pero puede ocurrir mucho más tarde en aquellas que sufren enfermedades peripartales o factores estresantes adicionales, tales como el hacinamiento pre o postparto. Después del nadir del BEN, el aumento en la ingesta de energía por el mayor consumo normalmente lleva a un BE positivo. La mayoría de las vacas lecheras normales alcanzan un BE positivo a los 45-60 días en leche, pero puede demorarse hasta las 10-12 semanas o aún más ⁽²⁸⁾. Sin embargo, la poca sensibilidad en la evaluación de la condición corporal (CC) puede hacer que no se reconozcan los cambios positivos en la CC hasta los 120 días en leche o más tarde.

El reinicio de la ciclicidad depende del restablecimiento de la pulsatilidad normal de LH. Los pulsos de FSH reinician dentro de los 2-7 días postparto en la mayoría de las vacas. La ciclicidad (primera ovulación postparto) típicamente reasume antes de alcanzar el BE positivo, pero después del nadir del BEN. Canfield y Butler mostraron que el tiempo a la primera ovulación es función de los días al nadir del BEN (primera ovulación = $10,4 + 1,2 \times \text{días al nadir}$, $r^2 = 0,77$) ^(10, 11). En este trabajo, el nadir ocurrió a los 14 días en leche y la primera ovulación alrededor de los 27 días postparto.

Se ha prestado mucha atención para encontrar una señal directa o vínculo entre el BE y el reinicio de la pulsatilidad de LH. Durante los períodos de BEN, las vacas catabolizan sus reservas grasas para cubrir los requerimientos, pero esta utilización de grasa no logra un incremento neto en la glucosa. La movilización de grasa provoca un incremento en los niveles de AGNE. El aumento de AGNE y la disminución de glucosa pueden tener efectos negativos directos sobre la calidad del ovocito o del embrión, pero las mayores evidencias de un efecto negativo sobre la secreción de LH recaen en el factor IGF-I. Se han descrito receptores de IGF-I en el hipotálamo e hipófisis anterior y una asociación positiva entre la frecuencia pulsátil de IGF-I y LH, lo que indica que la IGF-I podría actuar como mediador de la recuperación ovárica ⁽⁵⁷⁾.

Impacto del BEN sobre la eficiencia reproductiva y el manejo

El BEN durante la lactancia temprana es el principal factor que genera desórdenes reproductivos vinculados con la nutrición. Lopez-Gatius y col. ⁽⁴⁰⁾ demostraron un severo efecto negativo del BEN durante la lactancia temprana, evaluado por cambios en la CC, sobre el porcentaje de preñez a primer servicio y el número de días abiertos. Las vacas que experimentaron una reducción en la CC mayor a 1 punto tuvieron una reducción en 10% en la concepción a primer servicio y 11 días abiertos extras en promedio que las que redujeron 0,5 punto en la escala. Otros autores demostraron que las vacas que perdían más de 1 punto de CC tenían una probabilidad de concepción al primer servicio de 17% comparada con el 53% de aquellas que sólo perdían 0,5 a 1 punto desde el parto al primer servicio ⁽²⁵⁾. Trabajos más recientes ⁽⁵⁶⁾ también demostraron el impacto del BEN y el efecto de la condición anovulatoria postparto sobre la eficiencia reproductiva. Utilizaron cerca de 1.300 vacas procedentes de 18 rodeos, las que fueron clasificadas como anovulatorias cuando los niveles de progesterona medidos a partir de muestras de leche

tomadas con 14 días de intervalo entre los 46 y 60 días postparto fueron menores a 1 ng/ml. Las vacas anovulatorias inseminadas a tiempo fijo tuvieron 55% menos probabilidades de concebir al primer servicio y tuvieron una mediana de días abiertos de 156 días, versus los 126 de las vacas cíclicas.

El BE puede ejercer su influencia negativa sobre la eficiencia reproductiva de varias maneras. Una de ellas es a través de la inhibición de la secreción de GnRH desde el hipotálamo, generando una inadecuada secreción de LH desde la adenohipófisis. Hay evidencias que la frecuencia de pulsos de LH puede ser ajustada o regulada por las concentraciones séricas de insulina e IGF-I. Estos compuestos normalmente reflejan el estatus de nutrientes de la vaca, aumentando a medida que el consumo de MS se eleva durante el postparto ⁽⁴⁾. Por lo tanto, puede haber una combinación de escenarios en la vaca que sale de su BEN. Uno puede ser que exista una inadecuada pulsatilidad de LH para el normal crecimiento folicular. Existe la emergencia de pequeños folículos en una nueva onda folicular ya que los niveles de FSH no están afectados, pero la inadecuada secreción de LH hace que esos pequeños folículos no pue-

Protección Global de la Salud Animal

pluset®
LA SUPEROVULACIÓN
A LA MÁXIMA POTENCIA

Laboratorios Calier de Argentina, S.A.
Maurin 2745 - (1416) Ciudad de Buenos Aires - Tel / Fax : 54-11-4582-9666 / 3997 - calier@calier.com.ar - www.calier.com.ar

Genética De la Pastura al Plato™

DUFF TARGET

29AN1817

Duff Basic Instinct 6501 x DCC New Look 101



Optimiza eficiencia de conversión aportando estilo.

DUFF STANDOUT

29AN1715

DCC 002 Outlook 472 x OCC Hercules 941 H



Mejora musculatura y área de ojo de bife con fácil terminación a campo.

TENDER TEN

29AN1755

B3R 0004 Electra 8082-8017 x Finks 5522-6148



La mejor y más segura facilidad de parto del mercado.



dan continuar creciendo y se atresien a los pocos días de iniciar la onda folicular. Mediante ultrasonido se ha visto que vacas con inadecuados niveles de LH tienen ovarios pequeños y “estáticos” con muy poca actividad folicular o alternativamente, múltiples pequeños folículos menores de 8 mm de diámetro ⁽²³⁾.

En el segundo escenario hay una recuperación parcial del hipotálamo/GnRH con adecuada pulsatilidad de LH, pero falla en lograr un pico. Como consecuencia, es posible encontrar folículos grandes (10-25 mm de diámetro o mayores) y/o quistes foliculares (estructura folicular ≥ 25 mm que persiste por 10 días o más, en ausencia de un CL) ⁽²²⁾. En este caso, hay un inadecuado crecimiento y pobre calidad folicular. La función estrogénica también está comprometida en las vacas en anestro anovulatorio. Son vacas con pequeños folículos que recambian rápidamente y que no llegan a manifestar signos de celo y vacas con grandes folículos o quistes foliculares que tendrían potencial estrogénico pero probablemente no expresen celo debido a la ausencia del *priming* de progesterona en el centro de comportamiento del cerebro. Si estos folículos son forzados a ovular a través de la administración exógena de GnRH, la fertilidad es menor a la inseminación.

El BEN también puede afectar la calidad del ovocito y el desarrollo de competencia del embrión en la etapa inicial. Las vacas con BEN tienen diferentes niveles de cetosis clínica y subclínica y la presencia de BHB, o quizás, más importante, niveles reducidos de glucosa, lo que puede afectar directamente la calidad embrionaria luego de la fertilización. Los folículos en crecimiento bajo condiciones de cetosis clínica o subclínica (bajos niveles de glucosa con elevados niveles de BHB) tienen un inadecuado desarrollo embrionario, que incluye bloqueo de la expansión del cúmulus y una menor formación de blastocisto ⁽³⁹⁾. Otros trabajos han demostrado los efectos negativos del BEN, AGNE y BHB sobre la esteroidogénesis folicular en las células de la granulosa ^(39, 55). Las células de la granulosa dan origen a las células luteales grandes luego de la ovulación y luteinización, y junto con la teca (células luteales pequeñas) son las células del CL que producen progesterona. Si la esteroidogénesis está alterada, la producción posterior de progesterona está disminuida, resultando en menor fertilidad. Por ejemplo, menor calidad folicular,

signos de celo menos intensos, menor probabilidad de fertilización y mayor riesgo de mortalidad embrionaria.

Existe un camino totalmente distinto por el que el BEN reduce la fertilidad, que es el efecto sistémico sobre el hígado y la función inmune global. Las vacas que deben movilizar excesiva cantidad de proteína y grasa indudablemente experimentan cetosis, alteración de la función hepática y de la función neutrofílica. Las vacas están diseñadas para conservar la glucosa y utilizar las cetonas, pero en determinadas cantidades. Si hay una caída en los triglicéridos como consecuencia de la demanda energética, los AGNE en sangre aumentan. En circulación, los AGNE tienen tres destinos principales: 1) ser utilizados por la glándula mamaria para la síntesis de grasa butirosa, 2) ser utilizados por tejidos como fuente de energía (pero sin producción neta de glucosa) o 3) ser reesterificados por el hígado a triglicéridos. En el hígado, estas grasas pueden ser incorporadas a lipoproteínas de baja densidad para salir del hepatocito o pueden ser acumuladas debido a una salida lenta o impedida. Lamentablemente, la acumulación de grasa en el hígado es la secuela más común debido a una capacidad limitada para producir apoproteína B, un componente necesario para la salida de grasa del hepatocito. El balance negativo de proteínas combinado con la deficiencia energética puede llevar a la acumulación de cetoácidos en sangre, inhibición de la función de linfocitos, neutrófilos y macrófagos. El resultado es un hígado graso, con disminución de su función y mayores riesgos de metritis, endometritis y menor fertilidad.

Alimentación grasa y función reproductiva

La utilización de grasa en la dieta durante el parto para mejorar la eficiencia reproductiva es un tema complejo y controvertido. Por un lado, el exceso de grasa reduce la ingesta de MS ⁽⁴⁾. El autor sugiere que la depresión en el consumo podría deberse a muchos efectos, tales como la acción sobre el centro de la saciedad el cerebro, reducción en la fermentación ruminal y motilidad intestinal, menor palatabilidad de la dieta, *feed back* de hormonas intestinales tales como la colecistoquinina, o *feed back* de productos finales de oxidación sobre el hígado. Sin embargo, la mayoría de las dietas utilizadas no contienen niveles de ácidos grasos totales superiores al 5,5 a 6%, como fue común en el

conjunto de datos revisados por Allen ⁽¹⁾, y las sugerencias actuales respecto a la suplementación de grasa, especialmente a niveles superiores al 5%, típicamente involucra el uso de múltiples fuentes de grasa (ej. ingredientes comunes + aceite de semilla + grasa animal + sales de calcio de ácidos grasos) dado que el impacto negativo de la alimentación con grasa es mayor cuando se emplean fuentes libres de ácidos grasos insaturados).

Por otra parte, existen algunos efectos positivos del uso de grasa en la dieta, especialmente fuentes de ácidos grasos dirigidos. Sobre la base de las revisiones de Staples y col. ⁽⁵³⁾ y Jenkins y Overton ⁽³²⁾, el agregado de ácidos grasos poliinsaturados puede tener un efecto beneficioso sobre la fertilidad, mediante distintos caminos:

- *Mayor producción de prostaglandina F₂α (ácidos grasos omega 6 tales como el ácido linoleico).*

El ácido linoleico es convertido en ácido araquidónico en los tejidos. El ácido araquidónico es un intermediario clave para las respuestas inflamatoria e inmune. Uno de los efectos del aumento de ácido araquidónico es el aumento en los agentes proinflamatorios tales como citoquinas, interleuquinas y prostaglandina F₂α. Estos agentes facilitan parcialmente una más rápida involución uterina postparto por mejorar la función de ciertos glóbulos blancos. El aumento de la producción de estos agentes desde el parto hasta los 40 a 60 días en leche ayudaría a controlar las infecciones y permitiría una mejor salud uterina y mayor fertilidad. Trabajos realizados comparando sales de Ca de aceite de cártamo (64% de ácido linoleico) con sales de Ca de aceite de palma (47% de ácido palmítico, una grasa saturada) utilizadas desde los 30 días preparto hasta los 30 días postparto ⁽⁵²⁾, se vio que las vacas alimentadas con sales cálcicas de aceite de cártamo tuvieron mejor función neutrofílica y mejor respuesta inmune general.

- *Inhibición de la producción de prostaglandina F₂α por reducción de la producción de ácido araquidónico (ácido graso omega 3).*

Un efecto positivo y deseable luego del servicio podría ser debido a una disminución parcial de la producción de prostaglandina F₂α, lo que podría prolongar la sobrevivencia embrionaria. Para mantener la preñez, el embrión debe producir

cantidades suficientes de interferón Tau para bloquear la cascada luteolítica que ocurre los días 15-17 postservicio. Los ácidos grasos omega 3 han demostrado reducir la liberación uterina de prostaglandina F₂α durante la preñez temprana ⁽⁴²⁾. La menor secreción de prostaglandina F₂α por suplementación con dietas con ácidos grasos omega 3 puede actuar junto con el interferón Tau para aumentar la sobrevivencia embrionaria y mejorar la performance reproductiva ⁽⁵⁴⁾.

- *Folículos más grandes y más progesterona*

Antes de la ovulación, el folículo dominante crece durante unos 7-10 días hasta alcanzar 15-20 mm de diámetro. Luego de la ovulación, el folículo se convierte en un CL que es crítico para la producción de progesterona. La progesterona es importante para preparar al útero para recibir al embrión y mantener la preñez. Hay una asociación positiva entre la tasa de aumento de progesterona durante los 7-10 días post ovulación y la subsecuente capacidad para mantener la preñez. Los folículos más grandes y saludables tienden a producir CL más grandes y saludables, y presumiblemente, niveles más altos de progesterona. Trabajos previos han mostrado que la alimentación de vacas lecheras con grasa está asociada con folículos dominantes más grandes ^(3,41) y en otros estudios, que la alimentación con grasas omega 6 (linoleico) u omega 3 (linoléico) estuvo asociada con folículos dominantes más grandes comparados con los de aquellas vacas alimentadas con grasas ricas en ácido oleico ⁽⁶⁾.

- *Mejor balance energético durante el periparto (reducción de la duración y severidad del BEN y período de anestro/anovulación)*

Las vacas pueden experimentar un BEN menor al administrárseles energía adicional a través de la grasa, y por lo tanto iniciar la ciclicidad antes. La fertilidad es mayor cuando las vacas ciclan 2 o 3 veces antes de la primera inseminación. Este beneficio se daría cuando el agregado de grasa reduce los AGNE por menor movilización de grasa. Sin embargo, este efecto estaría presente sólo cuando la grasa agregada aporta energía sin disminuir la eficiencia de digestión del resto de los ingredientes, tales como hidratos de carbono estructurales y no estructurales. Cuando se

reduce la digestibilidad total por el agregado de grasa, el beneficio de la energía extra puede no lograrse. Contrariamente, el agregado de grasa adicional puede realmente aumentar los niveles de lípidos circulantes. Una revisión de Drackely sugirió que la grasa de la dieta no evita la movilización lipídica, y de hecho demostró que hay un incremento en la concentración de AGNE debido a un mayor consumo de ácidos grasos en vacas en lactancia ⁽¹⁸⁾.

Nutrición proteica y reproducción

La proteína en la dieta y los niveles relativos de proteína degradable en el rumen (PDR) han sido asociados con la fertilidad de las vacas lecheras ⁽²¹⁾. Frecuentemente, pero no consistente en todos los estudios, un aumento en la proteína cruda (PC), y específicamente de la PDR, fue asociado con una menor fertilidad, fundamentalmente en vacas de alta producción ⁽⁶⁾. Durante la digestión normal, las PDR son degradadas a amonio que puede ser utilizado por los microbios ruminales para la síntesis de proteínas microbianas. Niveles excesivos de PDR o inadecuados niveles de hidratos de carbono fermentable puede llevar a un exceso de amonio que

difunde a través del rumen y entra a la circulación portal y es detoxificado en el hígado y transformado en urea. Parte de esta urea es reciclada a través de la saliva dentro del rumen, pero la mayoría es excretada por los riñones. Antes de ser excretada por los riñones, la urea circulante tiende a equilibrar el exceso ingresando en una variedad de tejidos, incluyendo al útero. El exceso de urea tiene un potencial impacto negativo sobre la reproducción por varios caminos. Por un lado, impactando sobre el BE, especialmente en la vaca postparto. El hígado utiliza energía para detoxificar el amonio procedente del rumen. El exceso de PDR durante el postparto puede aumentar el BEN y retrasar aún más el reinicio de la ciclicidad.

Mientras que algunos nutricionistas prefieren aumentar la proteína en la dieta durante el postparto para proveer aminoácidos precursores de la gluconeogénesis y para la reparación de tejidos, la administración de una mayor cantidad de proteína que escapa al rumen y la restricción de la duración del período de alto consumo a los primeros 7-10 días parece prudente.

La mayoría de los trabajos que analizan el impacto de la PC sobre la fertilidad sugieren que las

La importancia de trabajar siempre con calidad garantizada y confianza




GESTIÓN DE LA CALIDAD
R.1. 9000-1305
Sistema de Gestión de Calidad Certificado
Por IRAM


Net



Laboratorio Azul
Líder en Diagnóstico Veterinario

Tel 02281-43.1770 líneas rotativas
Av. 25 de Mayo n° 479/485 - B7300FXE Azul - Buenos Aires Argentina
labazul@speedy.com.ar - www.laboratorioazul.com.ar

esaote
piemedical

Conozca al **Líder Mundial**
en Diagnóstico por Imágenes en Veterinaria



Aquila VET PRO

MyLab30 Gold

MyLabFive

Tringa Linear VET

MyLabOne VET

DP3300 Vet
DP6600 Vet

DP2200 Vet

M5 Vet
Full Doppler Color

mindray™

Excelente Calidad al Mejor Precio del Mercado

concentraciones de nitrógeno ureico por encima de 19 mg/dl están asociadas con menor fertilidad⁽⁸⁾. Se cree que es debido al aumento de las concentraciones de urea en el oviducto, útero y fluidos vaginales, concentraciones alteradas de magnesio, potasio, fósforo o zinc en las secreciones uterinas, o quizás debido a cambios en el pH uterino⁽⁴⁵⁾. No obstante, hay trabajos que han demostrado poco o ningún efecto de la urea sobre la fertilidad^(24, 25).

Un trabajo de McCormick y col.⁽⁴³⁾ realizado en un rodeo pastoril analizó el impacto de los niveles de PC y proporciones de PDR y proteína no degradable en el rumen (PND) durante la lactancia temprana. Los animales alimentados con PC en exceso (23,1%) pero limitada cantidad de PND (25% de PC) tuvieron menor preñez al primer servicio (24 vs 41%) y menor preñez acumulada (53 vs 75%) que las vacas alimentadas con PC moderada (17,7%) y limitada PND (28% de PC) o moderada PC (17,2%) y alta PND (40% de PC).

En este estudio, la suplementación con PC se realizó con harina de soja, que parece ser la forma de suplementación más utilizada en los trabajos que analizaron el impacto del exceso de PC sobre la fertilidad. Sin embargo, hay que ser cuidadoso en la interpretación. El aumento de PC por mayor nivel de harina de soja tiene el potencial de aumentar el riesgo de fitoestrógenos en la dieta, lo que puede provocar alteración en la fertilidad. Los fitoestrógenos son compuestos de origen vegetal que pueden provocar comportamiento similar al estrógeno endógeno o estradiol. Cultivos de tejidos han demostrado que los fitoestrógenos pueden tener efectos deletéreos sobre la función del oviducto, lo que es bastante diferente a los efectos del estradiol⁽⁴⁹⁾. Por lo tanto, es posible que algunos de los efectos negativos de la PC elevada puedan haber sido confundidos con los efectos de los fitoestrógenos, dependiendo de la fuente y tipo de suplemento de PC utilizado en la dieta.

Lo resaltable es que respecto a la proteína de la dieta todavía hay mucho por aprender sobre los efectos de los niveles proteicos y de las fracciones de proteína sobre la fertilidad del ganado lechero. Un adecuado balance de las raciones para optimizar la proteína metabolizable y los perfiles de aminoácidos sirven para limitar la cantidad de PC necesaria para una alta producción lechera. Al reducir la PC en las raciones también se crean oportunidades para incorporar más carbohidratos

estructurales y no estructurales. Los beneficios de aminoácidos específicos sobre la eficiencia reproductiva todavía no están claros, pero ciertos aminoácidos como la metionina, cisteína e histidina parecen jugar un papel importante en la integridad estructural de la pared de la pezuña y puede reducir el riesgo de laminitis, y por lo tanto mejorar la expresión de celo, el BE y, presumiblemente, la eficiencia reproductiva. Además, las vacas de alta producción durante el postparto son incapaces de producir adecuadas cantidades de proteína metabolizable, reduciendo la producción de leche pero también la calidad de la pezuña.

Misceláneas

• *Monensina*

Es un aditivo muy empleado en muchos rodeos lecheros. Reduce la producción de metano y la población de bacterias productoras de ácidos acético y butírico. Como resultado, la monensina produce un aumento de ácido propiónico, una reducción de la relación acetato/propionato y una disminución general de las pérdidas de energía por digestión, lo que lleva a un aumento en la producción de leche, con menor grasa butirosa y menor consumo. Duffield y col. recientemente publicaron un meta-análisis reuniendo 20 ensayos y no reportaron efectos de la monensina sobre la eficiencia reproductiva, evaluada en base a la preñez a primer servicio o días a la concepción⁽²⁰⁾.

• *Biotina*

Es una vitamina B hidrosoluble sintetizada en el rumen y que juega un rol como cofactor de un sistema enzimático requerido para la gluconeogénesis, síntesis de proteínas y lipogénesis. Además, ha demostrado ser un factor esencial como sustancia de cemento intracelular de la queratina de las pezuñas y contribuye a una mejor sanidad de las mismas⁽⁵⁾. Durante el pico de producción, la suplementación con biotina puede ser deseable dado que la disminución del pH ruminal que normalmente se produce como consecuencia de la degradación de carbohidratos disminuye la capacidad de producción de biotina. La suplementación con 20 mg/día ha demostrado aumentar la producción de leche y reducir el intervalo parto-concepción en vacas lecheras⁽⁵⁾.

- *Colina*

Es un nutriente soluble en agua, frecuentemente ubicado por error en el grupo de las proteínas hidrosolubles. Es utilizada para la formación de fosfatidilcolina, que es necesaria para la síntesis de lipoproteínas tales como la apolipoproteína B en rumiantes. Los dos caminos de síntesis de fosfatidilcolina son: 1) combinación de colina con diacilglicerol o 2) metilación de la fosfatidiletanolamina con s-adenosilmetionina como donante de metilo ⁽¹⁴⁾. Se ha sugerido que la provisión de colina no degradable en el rumen durante la transición podría asegurar una adecuada fuente de colina, la que junto a donantes de metilo como la metionina, resultaría en un mayor transporte de ácidos grasos al hígado, una mayor oxidación hepática de los ácidos grasos y consecuentemente una mayor gluconeogénesis como resultado de una mejor función hepática. Investigaciones han sugerido que la colina no degradable en el rumen podría prevenir y potencialmente aliviar la acumulación hepática de ácidos grasos en vacas en transición ^(14, 48). Probablemente, si el hígado está más sano, la gluconeogénesis sería mayor y la vaca tendría una mejor transición desde el período de seca hasta la lactancia, resultando en una más rápida ciclicidad y una mejor eficiencia reproductiva postparto. Trabajos a campo tendieron a mostrar una mayor producción de leche pero el impacto sobre la fertilidad necesita mayores estudios. Reportes técnicos de Balchem (<http://balchem.com/images/pdfs/TechResearchRpt2005-2.pdf>) describieron un ensayo en Tulare, Canadá, que demostró un aumento en la preñez a primer servicio y una tendencia a un mayor porcentaje de vacas preñadas a los 6 meses.

- *Gosipol*

Es un compuesto polifenólico tóxico encontrado en el algodón, que se encuentra tanto en forma libre como unido a proteínas. La forma libre es más tóxica y puede variar de planta en planta y entre variedades de algodón. La forma libre está más en la semilla entera, variando de 0,01 a 1,7% o más. El gosipol rompe la membrana celular, altera el metabolismo mitocondrial y aumenta la fragilidad de los glóbulos rojos. Afecta a muchos animales, pero es más

tóxico en monogástricos, rumiantes jóvenes y pollos. Clásicamente causa daño cardíaco, renal, hepático y reproductivo. En rumiantes, el umbral de toxicidad es mayor que en monogástricos para todos los sistemas excepto para la función reproductiva en toros. En los toros se ha observado daño en los túbulos seminíferos y anomalías en la pieza media luego del consumo de 8 g/día de gosipol libre ^(12, 13). Si se incorpora semilla entera al 15% de la dieta en MS y el consumo es de 14 kg, los toros pueden consumir más de 10 g/día de gosipol libre resultando en baja movilidad y mayores anomalías espermáticas y menor fertilidad. Si bien el impacto en las hembras es menor, los altos niveles de gosipol también redujeron la concepción y alargaron el intervalo parto-concepción en ganado Holstein ⁽⁵¹⁾. El enfoque del autor sobre el uso de semilla de algodón es limitar el producto total (semilla y harina) a un 10% o menos de la ración en MS y asegurar que haya una adecuada fibra efectiva para retener la semilla entera en el rumen para aumentar la digestibilidad y mejorar la unión del gosipol a proteínas dentro del rumen.

Conclusiones

La nutrición juega un rol clave en el manejo reproductivo. Obviamente, altas deficiencias de nutrientes pueden tener un efecto negativo directo sobre la fertilidad, primariamente mediadas a través de energía insuficiente y sus efectos sobre la ciclicidad. Mejorar el BE poniendo especial atención en los niveles de nutrientes específicos, incluyendo carbohidratos estructurales y no estructurales (manteniendo una suficiente fibra efectiva para asegurar la salud, el buen funcionamiento ruminal y el consumo, a la vez de balancear los sustratos fermentables para una cantidad suficiente de propiónico y cubrir los requerimientos de energía metabolizable), así como proveer una proporción adecuada de PDR y PND para cubrir los requerimientos proteicos sin déficit ni excesos, es clave. Para maximizar el retorno a la ciclicidad en vacas en lactancia, el período de BEN debe ser acortado y disminuido en magnitud. Si bien hay muchas opiniones respecto a la combinación más apropiada de aditivos, ácidos grasos, y nutrientes protegidos, la meta general es minimizar la depresión del consumo preparto y maximizar el consumo postparto. Es

necesario lograr raciones bien balanceadas y una adecuada distribución (espacio en los comederos y confort en las vacas) para lograr alta producción y reproducción. La provisión dirigida de nutrientes (ácidos grasos), y la adición de vitaminas (A y E) o microminerales (selenio) durante la transición y la lactancia temprana llevan a mejorar el estado sanitario y la eficiencia reproductiva, además de aumentar los niveles de producción.

Bibliografía

- Allen, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J Dairy Sci* 2000;83:1598-1624.
- Bauman, D.E., Currie, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci* 1980;63:1514-1529.
- Beam, S.W., Butler, W.R. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J Reprod Fertil Suppl* 1999;54:411-424.
- Beam, S.W., Butler, W.R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol Reprod* 1997;56:133-142.
- Bergsten, C., Greenough, P.R., Gay, J.M. Effects of biotin supplementation on performance and claw lesions on a commercial dairy farm. *J Dairy Sci* 2003;86:3953-3962.
- Bilby, T.R., Block, J., do Amaral, B.C. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. *J Dairy Sci* 2006;89:3891-3903.
- Butler, W.R., Smith, R.D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1989;72:767-783.
- Butler, W.R. Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1998;81:2533-2539.
- Campbell, M.S., Hand, K., Kelton, D.F. The association of level of milk production with reproductive performance. *J Dairy Sci* 2009;Vol. 92, E-Suppl. 1
- Canfield, R.W., Butler, W.R. Energy balance and pulsatile LH secretion in early postpartum dairy cattle. *Domestic Animal Endocrinology* 1990;7:323-330.
- Canfield, R.W., Butler, W.R. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J Animal Sci* 1991;69:740-746.
- Chenoweth, P.J., Chase, C.C., Jr., Risco, C.A.. Characterization of gossypol-induced sperm abnormalities in bulls. *Theriogenology* 2000;53:1193-1203.
- Chenoweth, P.J., Risco, C.A., Larsen, R.E. Effects of dietary gossypol on aspects of semen quality, sperm morphology and sperm production in young Brahman bulls. *Theriogenology* 1994;42:1-13.
- Cooke, R.F., Silva Del Rio, N., Caraviello, D.Z. Supplemental choline for prevention and alleviation of fatty liver in dairy cattle. *J Dairy Sci* 2007;90:2413-2418.
- Dann, H.M., Litherland, N.B., Underwood, J.P. Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. *J Dairy Sci* 2006;89:3563-3577
- Dann, H.M., Morin, D.E., Bollero, G.A. Prepartum intake, postpartum induction of ketosis, and periparturient disorders affect the metabolic status of dairy cows. *J Dairy Sci* 2005;88:3249-3264.
- Drackley, J.K., Dann, H.M. New concepts in nutritional management of dry cows. *Advances in Dairy Technology* 2005;17:11-23.
- Drackley, J.K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J Dairy Sci* 1999;82:2259-2273.
- Drehmann, P. Should we rethink our close-up rations? *Hoard's Dairyman* 2000;145:641.
- Duffield, D., Rabiee, A., Lean, I.J. Use of Rumensin in lactating dairy cattle - results of a recent meta-analysis. proceedings of the Southwest Dairy Nutrition and Management Conference 2009;64-70.
- Ferguson, J.D. Diet, production and reproduction in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 1996;59:173-184.
- Garverick, H.A. Ovarian follicular cysts in dairy cows. *J Dairy Sci* 1997;80:995-1004.
- Ginther, O.J., Bergfelt, D.R., Beg, M.A. Follicle selection in cattle: role of luteinizing hormone. *Biol Reprod* 2001;64:197-205.
- Godden, S.M., Kelton, D.F., Lissemore, K.D. Milk urea testing as a tool to monitor reproductive performance in Ontario dairy herds. *J Dairy Sci* 2001;84:1397-1406.
- Godden, S.M., Lissemore, K.D., Kelton, D.F. Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. *J Dairy Sci* 2001;84:1128-1139.
- Goff, J.P., Horst, R.L. Implications of health problems in the early lactation dairy cow - factors to concentrate on to prevent periparturient disease in the dairy cow with special emphasis on milk fever. *Ruminant Nutrition Workshop* 1998;15-34.
- Goff, J.P., Horst, R.L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J Dairy Sci* 1997;80:1260-1268.
- Grummer, R.R., Rastani, R.R. Review: When should lactating dairy cows reach positive energy balance? *Professional Animal Scientist* 2003;June.
- Hammon, D.S., Evjen, I.M., Dhiman, T.R. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet Immunol Immunopathol* 2006;113:21-29.
- Hayirli, A., Grummer, R.R., Nordheim, E.V. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *J Dairy Sci* 2002;85:3430-3443.
- Hayirli, A., Grummer, R.R., Nordheim, E.V. Models for predicting dry matter intake of Holsteins during the pre-fresh transition period. *J Dairy Sci* 2003;86:1771-1779.

32. Jenkins, T.C., Overton, T.R. Fat Utilization in the Transition Cow. proceedings of the Southeast Dairy Conference 2005.
33. Kelton, D.F., Lissemore, K.D., Martin, R.E. Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. *J Dairy Sci* 1998;81:2502-2509.
34. Kimura, K., Goff, J.P., Kehrli, M.E. Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle. *J Dairy Sci* 2002;85:544-550.
35. Kimura, K., Reinhardt, T.A., Goff, J.P. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *J Dairy Sci* 2006;89:2588-2595.
36. LeBlanc, S.J., Duffield, T.F., Leslie, K.E. The effect of prepartum injection of vitamin E on health in transition dairy cows. *J Dairy Sci* 2002;85:1416-1426.
37. Lee, L.A., Ferguson, J.D., Galligan, D.T. The use of survival analysis to quantitate days open: advantages and applications. *Acta VetScandSuppl* 1988;84:433-435.
38. Leroy, J.L., Vanholder, T., Mateusen, B. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction* 2005;130:485-495.
39. Leroy, J.L., Vanholder, T., Opsomer, G. The in vitro development of bovine oocytes after maturation in glucose and beta-hydroxybutyrate concentrations associated with negative energy balance in dairy cows. *Reprod Domest Anim* 2006;41:119-123.
40. Lopez-Gatius, F., Yaniz, J., Madriles-Helm, D. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology* 2003;59:801-812.
41. Lucy, M.C., Staples, C.R., Michel, F.M. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2 alpha, luteinizing hormone, and follicular growth. *J Dairy Sci* 1991;74:483-489.
42. Mattos, R., Staples, C.R., Thatcher, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *RevReprod* 2000 Jan;5(1):38-45 2000;5:38-45.
43. McCormick, M.E., French, D.D., Brown, T.F. Crude protein and rumen undergradable protein effects on reproduction and lactation performance of Holstein cows. *J Dairy Sci* 1999;82:2697-2708.
44. McDougall, S., Blache, D., Rhodes, F.M. Factors affecting conception and expression of oestrus in anoestrous cows treated with progesterone and oestradiol benzoate. *Anim Reprod Sci* 2005;88:203-214.
45. Melendez, P., Donovan, A., Hernandez, J. Milk, plasma, and blood urea nitrogen concentrations, dietary protein, and fertility in dairy cattle. *J Am Vet Med Assoc* 2003;223:628-634
46. Moore, S.J., Vandehaar, M.J., Sharma, B.K. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. *J Dairy Sci* 2000;83:2095-2104.
47. Oetzel, G.R. Management of Dry Cows for the Prevention of Milk Fever and Other Mineral Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2000;369-387.
48. Piepenbrink, M.S., Overton, T.R. Liver Metabolism and Production of Cows Fed Increasing Amounts of Rumen-Protected Choline During the Periparturient Period. *J Dairy Sci* 2003;86:1722-1733.
49. Reinhart, K.C., Dubey, R.K., Cometti, B. Differential effects of natural and environmental estrogens on endothelin synthesis in bovine oviduct cells. *Biol Reprod* 2003;68:1430-1436.
50. Risco, C.A., Chenoweth, P.J., Larsen, R.E. The effect of gossypol in cottonseed meal on performance and on hematological and semen traits in postpubertal Brahman bulls. *Theriogenology* 1993;40:629-642.
51. Santos, J.E., Villasenor, M., Robinson, P.H. Type of cottonseed and level of gossypol in diets of lactating dairy cows: plasma gossypol, health, and reproductive performance. *J Dairy Sci* 2003;86:892-905.
52. Silvestre, F.T., Carvalho, T.S.M., Crawford, Cl. Effects of differential supplementation of calcium salts of fatty acids on dairy cows. *J Anim Sci*, 86(E-Suppl 1):T22 2008.
53. Staples, C.R., Santos, J.E.P., Thatcher, W.W. Lipid-fatty acid supplements and reproduction/ health implications. proceedings of the Dairy Cattle Reproduction Council 2008;53-62.
54. Thatcher, W.W., Bilby, T.R., Staples, C.R. Effects of polyunsaturated fatty acids on reproductive processes in dairy cattle. proceedings of the Southwest Dairy Nutrition and Management Conference 2004:125-137.
55. Vanholder, T., Leroy, J.L., Van Soom, A. Effects of beta-OH butyrate on bovine granulosa and theca cell function in vitro. *Reprod Domest Anim* 2006;41:39-40.
56. Walsh, R.B., Kelton, D.F., Duffield, T.F. Prevalence and risk factors for postpartum anovulatory condition in dairy cows. *J Dairy Sci* 2007;90:315-324.
57. Zurek, E., Foxcroft, G.R., Kennelly, J.J. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *J Dairy Sci* 1995;78:1909-1920.