MANEJO NUTRICIONALES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD DEL GANADO

Marcos Colazo, Amir Behrouzi, Irene López Helguera
Alberta Agriculture and Forestry, Edmonton, Canada
E-mail: marcos.colazo@gov.ab.ca; mgcolazo@yahoo.com

Introducción

En los sistemas de producción de leche intensiva, el aumento de la producción de leche por vaca y del tamaño corporal de las vacas, en los últimos años, ha sido traducido en un aumento de las necesidades de energía y proteína bruta, que indirectamente impacta en la fertilidad general de la granja. Además, la ingesta insuficiente de vitaminas y micro y macro minerales ha sido asociada con el pobre rendimiento reproductivo del ganado lechero. El balance energético negativo (BEN) es, quizás, el factor nutricional más importante relacionado con una mala función reproductiva en vacas lecheras. Aunque las vacas de carne no experimentan un período de balance energético negativo tan severo como las vacas lecheras, tienen que mantener una buena condición corporal en el periparto para reanudar rápidamente los ciclos estrales de alta fertilidad después del parto. Por lo tanto, la ingesta insuficiente de nutrientes y/o las reservas corporales inadecuadas antes del parto y durante la lactancia temprana son los principales factores que afectan el comportamiento reproductivo en las vacas de carne. Esta revisión se centrará principalmente en la información disponible proveniente de las investigaciones sobre la nutrición y la reproducción en bovinos y proveerá discusiones sobre el suministro de diferente nutrientes durante el pre y posparto que podrían contribuir a una mejora de la eficiencia reproductiva del ganado.

Ditas Preparto

El objetivo final durante el período de secado en la **vaca de leche** es evitar la sobrealimentación que resulte en vacas con alta condición corporal (CC) al parto. Muchos de los trastornos metabólicos que afectan a las vacas durante el posparto temprano, que tienen un impacto indirecto sobre la reproducción, están relacionados con la dieta alimentada durante el preparto. Desde un punto de vista del manejo nutricional, por lo general el período preparto se divide en dos fases: 1) Far-off (del inglés “lejos”), desde el secado hasta 3 semanas antes del parto, y 2) Close-up (del inglés “cerca”), las últimas 3 semanas de gestación. En el primer período, se utiliza una dieta baja de energía (1,25 Mcal/kg de NEL) para minimizar un aumento de la CC. En el segundo período, el nivel de energía de la dieta se debe aumentar entre 1,54 a 1,62 Mcal/kg de NEL (Overton y Waldron, 2004). Sin embargo, este concepto ha sido recientemente cuestionado con la estrategia de formular y alimentar las llamadas dietas de energía controlada (EC), que proporcionan relativamente una baja densidad de energía (1,30 a 1,38 Mcal de NEL/kg de MS) durante todo el período seco (Janovick y Drackley, 2010). Basado en datos de 7 estudios en los que las dietas preparto se clasificaron como EC o de alta energía (AE; se les permitió consumir > 100% de su requerimiento) alimentados con dietas durante ambos períodos de secado, las vacas alimentadas con dietas EC tuvieron un intervalo más corto parto-concepción (157 vs. 167 días), lo que puede explicarse por el aumento de la ingesta de NEL y menor incidencia de enfermedades durante el posparto temprano (Cardoso et al., 2013).

Otros investigadores han estudiado el potencial de restringir la ingesta de energía mediante la restricción del consumo de materia seca (CMS) en el período close-up. La restricción de ingesta preparto aumentó el CMS después del parto, disminuyó las pérdidas de peso corporal (Agenäs et al., 2003), y las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (NEFA) fueron inferiores en comparación con las vacas con alta ingesta de energía (Holtenius et al., 2003). Nosotros investigamos los efectos de la

restricción alimenticia y la adición de semillas de canola, lino o linola en la dieta preparto sobre el rendimiento reproductivo postparto de vacas lecheras (Colazo et al., 2009). Los tratamientos fueron *ad libitum* (AL) o una restricción del 24% (FR) en combinación con 1 de 3 suplementos de semillas oleaginosas al 8% de la materia seca de la dieta: canola (C), linola (L), o lino (F) para enriquecer las raciones con ácidos grasos oleico (n9), linoleico (n6), o linolénico (n3), respectivamente. Una alimentación restringida, obviamente, disminuyó el CMS preparto y los animales perdieron más peso corporal. Aunque el balance energético (Mcal/d) preparto fue negativo en estas vacas, el BEN posparto fue menos severo. La suplementación con semillas oleagionasas no afectó el balance energético. Las vacas AL tuvieron una mayor incidencia de infecciones uterinas (10/37 vs 2/35) pero tendieron a tener un menor número de quistes ováricos (2/37 vs 7/35) que las de FR. El intervalo entre el parto y la involución uterina no fue diferente entre las dietas (26.8 $\pm$ 1.8 d). El intervalo entre el parto y la primera ovulación fue mayor en las vacas alimentadas con C que en aquellos alimentados L o F (34.7 $\pm$ 3.1> 23.7 $\pm$ 3.2 y 21.0 $\pm$ 3.1 d, respectivamente). Un mayor porcentaje de vacas AL concibieron a la primera IA (47.1 vs 18.8%) y consecuentemente tuvieron un menor promedio de días abiertos (157 $\pm$ 10.8 vs 191 $\pm$ 10.1) que las vacas FR. El efecto perjudicial de una alimentación restringida preparto también se ha reportado en vacas lecheras en sistemas pastoriles (Burke y Roche, 2007). Ingesta restringida de pastura (4.8 vs. 11.9 kg de MS/d) de 29 ± 7.7 días antes del parto, redujo la CC y tendió a prolongar el intervalo a la primera ovulación (39 vs 32 días). El efecto de la baja ingesta de pasto preparto se caracterizó con una reducción de la IGF-I y un aumento de la GH.

En conclusión estos estudios sugieren que una dieta preparto de EC puede mejorar la fertilidad y que la suplementación con ácidos grasos del tipo n6 o n3 pueden acelerar la reanudación de la ciclicidad. Sin embargo, la disminución de la ingesta energética mediante la restricción del CMS o el acceso a las pasturas es perjudicial para la fertilidad a la primera inseminación.

Efecto del CMS o nivel de la alimentación sobre la reproducción

Las **vacas lecheras** son sometidas a enormes retos para adaptarse a los cambios homeorréticos que ocurren durante el período periparto. Uno de esos retos es la disminución gradual del 30 al 40% del CMS en las últimas 3 semanas de gestación (Grümmer, 1995), con el 89% de esa disminución en la última semana de gestación (Hayirli et al, 2002). Por lo tanto, el CMS debe ser considerado el primero y más importante factor que afecta el consumo de energía en el posparto temprano de las vacas lecheras (Grant y Albright, 1995). El CMS durante los primeros 35 días después del parto se asoció positivamente con un intervalo a la primera ovulación más temprano (Colazo, datos no publicados). Por lo tanto, en vacas lecheras de alta producción un aumento del CMS mejora el balance energético y aumenta la probabilidad de una reanudación más temprana de la ciclicidad y una mayor fertilidad durante el servicio. Por el contrario, las vacas con alta eficiencia bruta (kg de leche corregido por grasa dividido por los kg de CMS) se han asociado con un aumento en los días abiertos (Vallimont et al., 2013), probablemente porque utilizan más reservas corporales y son más propensas a sufrir un BEN más severo. Ésta es una situación inusual donde la alta eficiencia alimenticia no es beneficiosa, ya que se asocia con una baja eficiencia reproductiva

La reducción del CMS disminuye la ingesta total de energía, por lo tanto, también disminuye la frecuencia de pulsos de LH, que a su vez afecta la maduración del folículo y la ovulación. Por otra parte, las fluctuaciones a corto plazo en la ingesta de energía no solo tienen un efecto perjudicial sobre la ovulación (Mackey et al., 1999), sino también sobre la tasa de supervivencia embrionaria (Dunne et al., 1999). Una reducción aguda de una ingesta de energía de 2.0 M a 0.8 M por dos semanas a partir del día de la inseminación resulto en una tasa de supervivencia de los embriones del 38%. Cuando el consumo de energía durante este mismo período se mantuvo o se aumentó, la tasa de supervivencia de los

embriones se mantuvo dentro de un rango del 65 al 71% (Dunne et al., 1999). Además, la desnutrición inhibe el comportamiento estral mediante la reducción de la capacidad de respuesta del sistema nervioso central al estradiol reduciendo el contenido del receptor de estrógeno α en el cerebro (Hileman et al., 1999).

En general el aumento de CMS mejorará el rendimiento reproductivo y la salud, sin embargo, el aumento del CMS o la alimentación de altos niveles energéticos también puede afectar al metabolismo hormonal esteroideo y reducir la supervivencia de los embriones. Una alimentación alta en energía en ovejas se asoció positivamente con la tasa metabólica de la progesterona y se asoció negativamente con las concentraciones plasmáticas de progesterona durante el diestro tardío que es cuando el embrión es extremadamente sensible a los niveles bajo de progesterona (Parr, 1992; Parr et al., 1993). Más recientemente, se ha planteado la hipótesis de que la baja concentración circulante de progesterona y estradiol en las vacas lecheras de alta producción se debe en parte a las grandes cantidades de alimento que estos animales deben consumir para producir grandes cantidades de leche (Wiltbank et al., 2006). A mayor flujo de sangre a través del hígado debido a un mayor consumo de alimento en, resulta en un mayor metabolismo de las hormona esteroides (estrógeno y progesterona) y una disminución en la concentración plasmática de ambas (Wiltbank et al., 2006).

Efecto del balance energético negativo (BEN) sobre las hormonas, perfiles metabólicos y reproducción en vacas lecheras posparto

La reducción del CMS poco antes del parto, el aumento de la demanda de energía en el momento del parto y el retraso en la recuperación de CMS posparto en comparación con la demanda de energía debida a la producción de leche son los principales motivos que resultan en un BEN en el **vacuno lechero**. En el vacuno de carne, aunque también se produce una reducción del CMS preparto, el hecho de no estar sometidas a una producción lechera, hace que el problema del BEN sea menos relevante. La movilización de grasa y músculo corporal durante los primeros días de la lactación se refleja en los perfiles hormonales y metabólicos de las vacas. Las reservas lipídicas se movilizan rápidamente en forma de NEFAs, que son absorbidos por el hígado para la conversión a fuentes de energía. Alternativamente, los NEFAs también puede ser oxidados o exportarse como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) para ser utilizadas para la síntesis de la grasa de la leche o como fuentes de energía por parte de otros tejidos (Grummer, 1995). Una movilización severa de la grasa puede resultar en un aumento de los niveles circulantes de β-hidroxibutirato (BHB; un cuerpo cetónico asociado a la cetosis) y/o la acumulación excesiva de triglicéridos en las células hepáticas que causan el síndrome de hígado graso (Grummer y Carrol, 1988). Una disminución de las concentraciones de glucosa, IGF-1, insulina (Leroy et al., 2008; Matoba et al., 2012) y leptina (Block et al., 2001) están asociadas también a la movilización de grasas y al BEN durante el posparto temprano.

El BEN, a su vez, deprime la liberación de GnRH de los centros hipotalámicos en el cerebro (revisado en Schillo, 1992), disminuye las concentraciones de LH en plasma, y reduce el número de folículos y la producción de estradiol por el folículo dominante (Lucy et al., 1992). Además, la respuesta ovárica a la estimulación de LH se encuentra disminuida durante el BEN (Butler, 2003). La supresión de la frecuencia de los pulsos de LH tiene efectos perjudiciales sobre la secreción de estradiol, por el folículo dominante, que se necesita para inducir un aumento preovulatorio de las gonadotropinas (Roche et al., 1999). La concentración de insulina, también, se correlaciona con el balance energético, por lo tanto, se ha sugerido como una señal metabólica que puede influir en la secreción de LH (Butler y Smith, 1989). El BEN también puede suprimir la síntesis de IGF-I (Lucy, 2000). Tanto la IGF-I como la LH se requieren para el desarrollo funcional del folículo dominante y una reducción de ambas hormonas pueden afectar el crecimiento folicular y la ovulación (Lucy, 2001). La circulación elevada de GH y la disminución de IGF-I

que acompaña al BEN también puede alterar la función ovárica. En este sentido, la IGF-I que estimula la esteroideogénesis por parte de las células de la granulosa y luteales, es más bajo en vacas con un BEN más severo (Spicer et al., 1990).

Butler et al. (1981) reportó que la ovulación se retrasa una media de 2.75 días por cada 1 Mcal de BEN durante los primeros 20 días después del parto. Por lo tanto, no es sorprendente que las vacas con un severo BEN pierdan más CC durante los primeros 30 días de la lactación y tengan intervalos más largos a la primera ovulación (Butler, 2005a). Britt (1992) propuso que los efectos metabólicos del BEN pueden afectar el desarrollo de los folículos ováricos más allá de los 60 días posparto. Estos folículos producen ovocitos que podrían ser menos fértiles y cuerpos lúteos (CL) que secretarían menos progesterona (Britt, 1992). En apoyo a la teoría de Britt, Jorritsma et al. (2004) observaron que las altas concentraciones de NEFAs redujeron la proliferación in vitro de células de la granulosa, retrasaron la maduración del ovocito y redujeron la producción de blastocitos. También, el efecto tóxico de la alta concentración de NEFA en período perinatal sobre la maduración y competencia de los ovocitos se ha observado más allá de los 80 a 120 días después del parto (Kruip et al., 2001). El BEN durante los primeros 9 días después del parto resulto en la reducción de los niveles séricos de progesterona durante los tres primeros ciclos estrales (Villa-Godoy et al., 1988), lo que sugiere un efecto a largo plazo del BEN sobre la función del CL, lo que fundamentaría aún más la teoría de Britt. En otro estudio, las vacas que tuvieron menores concentraciones séricas de NEFA y más altas de glucosa y en los primeros 3 días posparto tuvieron una mayor tasa de concepción a la primera inseminación artificial (Garverick et al., 2013). Un BEN severo también impide una respuesta inmune eficaz al reto microbiano después del parto, lo que prolonga el tiempo de recuperación del útero y compromete la fertilidad posterior (Wathes et al., 2007). Alimentar raciones con alta energía o la suplementación de determinados nutrientes es una estrategia para reducir el BEN y potencialmente mejorar la eficiencia reproductiva en vacas lecheras.

La CC del ganado bovino y su relación con la fertilidad

La CC se utiliza para estimar la proporción de grasa corporal que el animal posee, y es reconocida por científicos, técnicos y productores como una herramienta importante en el manejo nutricional del ganado (Roche et al., 2009). Esta CC influye de manera determinante en la reproducción en ganado lechero, pero sobre todo en el **ganado de carne**, donde en ocasiones se descuida la nutrición de las vacas preñadas pudiendo comprometerse su eficiencia reproductiva tras el parto.

Varios estudios han reportado una interacción entre la CC al parto y la nutrición sobre la reanudación de la ciclicidad ovárica (Wright et al., 1992; Beam y Butler, 1999: Wetteman et al., 2003). Las vacas lecheras con CC bajas al parto (<2,5 en una escala de 5 puntos) o los que pierden ≥ 1 unidad de CC en el posparto temprano son las más propensas a tener un periodo de anestro prolongado debido a la baja frecuencia de pulsos de LH y reducida concentración plasmática de insulina e IGF-I (Beam y Butler, 1999). La CC al parto y la nutrición posparto juegan un papel importante en la determinación del momento del inicio de la actividad estral después del parto, la normalidad de su tasa de expresión y los porcentajes de preñez en el ganado de carne y leche. Wettemann et al. (2003) señaló que la CC al parto es uno de los factores más importantes que influyen la tasa de preñez en el ganado vacuno, ya que afecta la respuesta a la ingesta nutricional pospartoEn un estudio realizado en los años 90 alimentaron vacas de carne de primer parto que diferían en CC (6 vs. 4; escala de 9 puntos) al momento del parto para ganar ya sea 0,85 o 0,44 kg/día durante el posparto(Spitzer et al., 1995). El porcentaje de vacas con CC de 6 que presentaron celo durante los primeros 20 días después del parto aumentó de 40 a 85% cuando se las alimento para una ganancia superior, mientras que el porcentaje de vacas con CC de 4 que mostraron celo sólo aumentó de 33 a 50%.

Mientras una baja CC al parto es perjudicial para el rendimiento reproductivo en vacas de carne, en vacas Holstein la CC al parto es un controlador importante de la magnitud del balance energético negativo (BEN) durante el posparto temprano. Vacas Holstein sobrecondicionadas al parto suelen perder más CC, tener un reducido consumo de materia seca (CMS) y son más difíciles de preñar (Jorritsma et al., 2003). El efecto de los cambios de CC después del parto en la reproducción ha sido bien caracterizado en vacas lecheras. Una pérdida de ≤ 0,5 en CC durante los primeros 30 días en leche (DEL) resulta en el 90% de las vacas ciclando a los 60 DEL (Butler, 2013). Sin embargo, perdidas de CC > 0,5 unidades durante la lactancia temprana están asociadas a períodos anovulatorios prolongados y una disminución de la fertilidad (Butler, 2013). Como regla general, la tasa de concepción disminuye 10% por cada 0,5 unidades de pérdida de CC durante el posparto temprano (Butler, 2013). Por lo tanto, teniendo en cuenta que las vacas modernas Holstein se han seleccionado indirectamente para perder CC y así sustentar la producción de leche, la recomendación actual es que la CC al parto debería ser 2.75-3 (Overton y Waldron, 2004) en lugar de recomendación anterior de 3-3.5 (Buckley et al., 2003).

En vacas de carne, una CC óptima al parto estaría entre 5 a 7 (en una escala de 9). Sin embargo, las vacas de carne suelen parir en CC bajas porque los productores de carne a menudo creen que niveles excesivos de energía y proteína durante el último trimestre de la gestación aumenta el peso al nacer de los terneros y la predisposición a la distocia. Selk (2000) resumió una serie de estudios realizados para determinar el efecto de alimentar cantidades adecuadas [más o aproximadamente el 100% de la dieta recomendada por el Consejo Nacional de Investigación (NRC)] o inadecuadas (por debajo del 100% NRC) de energía y proteína en la dieta preparto sobre la dificultad al parto y la performance reproductiva de la vaca y el crecimiento del ternero. Las conclusiones de esa publicación son: 1) la reducción de ingesta de energía durante el preparto no afectó a la incidencia de distocia, 2) un aumento de la ingesta de energía aumento el peso al nacimiento de los terneros, pero no aumento la tasa de distocia, 3) el aumento de la ingesta de proteínas puede llegar a aumentar el peso al nacer de los terneros pero no tuvo ningún efecto sobre la incidencia de distocia, y 4) la reducción de la ingesta de proteína cruda puede comprometer la salud del ternero y el desempeño reproductivo de la vaca.

La nutrición antes y después de la inseminación

El aporte de nutrientes durante todo el periodo pre y post-inseminación es crucial para la correcta fecundación e implantación del embrión, siendo el nivel de energía el factor determinante (Bridges and Day 2013). Por ello, una práctica común en el **ganado de carne** es aumentar la suplementación energética (flushing) antes de la temporada de servicio en combinación con protocolos para la IA a tiempo fijo. Sin embargo, se ha visto que realizar el flushing únicamente durante el periodo previo a la inseminación es insuficiente y debe mantenerse durante al menos 21 días después de la inseminación para que tenga un efecto positivo sobre la fertilidad (Arias et al., 2012). Una práctica muy frecuente en vacuno de carne es inmediatamente después de la inseminación artificial mover las novillas y vacas de los corrales a campo abierto con los sementales. De esta manera se pretende aprovechar el abundante pasto de primavera y cubrir la reinseminación de los animales vacíos. A pesar de las ventajas económicas que esto pueda suponer, se ha visto que este cambio tan repentino de la nutrición (cambio en el método de alimentación y/o calidad y cantidad de nutrientes) afecta negativamente al metabolismo y a la eficiencia reproductiva de estos animales. En un estudio realizado en 2009 se comparó el crecimiento de novillas que habían permanecido en pasto antes y después de la IA, con novillas que habían sido trasladadas del corral al pasto tras el momento de la IA (Perry et al., 2009). Los resultados del trabajo muestran que las novillas que habían sufrido el cambio perdían peso durante la primera semana post-IA (1,5 kg/día) en comparación con las que no se habían movido (las cuales ganaron peso). El efecto del cambio nutricional no solo se vio reflejado en la ganancia de peso, sino también en la fertilidad, viéndose reducida la tasa de concepción en las vacas trasladadas en

comparación con las que no se movieron (45% vs 57%). En un experimento posterior, se suplementaron las novillas que provenían de los corrales con granos de destilería (DDGs) (suplemento de 2,27 kg/día; 76%) cuando eran trasladadas al pasto post-IA, previniendo así el descenso en la tasa de preñez que se observó en los animales no suplementados. Probablemente este efecto beneficioso de la suplementación sea debido a un menor impacto del cambio sobre la ganancia de peso, mitigándose los efectos del cambio metabólico en estos animales. Por todo ello, es importante considerar en el ganado de carne una suplementación con alta energía y proteína en el caso de que vayamos a mover los animales durante el periodo previo y posterior a la inseminación, evitando así un descenso de la fertilidad.

Efecto del aumento de los hidratos de carbono no estructurales en la ración

Los carbohidratos no estructurales, principalmente el almidón, se incrementan típicamente a través de la inclusión de granos en la dieta, pero también se puede aumentar mediante la alimentación del ensilado de cereales en lugar del ensilado de leguminosas. Dietas con alto contenido de almidón aumentan la insulina, que media en la expresión de GHR-1A, que estimula la secreción de IGF-I en vacas lecheras. Tanto la insulina y IGF-I son pertinentes para la fertilidad de las vacas lecheras (Armstrong et al., 2001). La insulina desempeña un papel central en el metabolismo mediante la estimulación de la utilización de glucosa por el tejido muscular y adiposo (mediante la promoción de la acumulación de reservas de glucógeno y lípidos), y además es una señal metabólica que influye en la función ovárica. El aumento de las concentraciones circulantes de insulina y IGF I se han asociado positivamente con las tasas de ovulación y el crecimiento folicular en vivo (Armstrong et al., 2001; 2003). Una dieta rica en almidón (26%) aumentó la concentración de insulina en plasma (0,32 vs. 0,21 ng/ml) y la proporción de animales que ovularon dentro de los 35 DEL (55 vs. 90%), y redujo el intervalo a la primera ovulación 48-34 días en vacas de alto valor genético (Gong et al., 2002). Los resultados de un estudio (Dyck et al., 2011) de nuestro grupo de investigación son similares a los hallazgos por Gong et al. (2002). Vacas alimentadas con dietas más alta en almidón (27%) tuvieron un intervalo más corto a la primera ovulación (31 d vs. 38 d) que aquellas vacas alimentadas con dietas bajas (23%) en almidón. Una observación muy interesante en este estudio fue que la incidencia de ovulaciones dobles fue mayor en vacas alimentadas con dietas con alto contenido de almidón (46%) en comparación con vacas alimentadas con dietas con bajo contenido almidón (0%). Sin embargo, no hubo efecto de la dieta sobre la concentración de hormonas metabólicas, la frecuencia o la amplitud de los pulsos de LH, la dinámica folicular ovárica, o las concentraciones de progesterona y estradiol durante el ciclo estral (Dyck et al., 2011). En un siguiente estudio, Subramaniam et al. (2012) alimentaron vacas en lactación con dietas formuladas para contener 19 (baja) o 29% (alta) de almidón. Ambas dietas fueron isoenergética e isoproteicas. Las dietas no afectaron el intervalo a la primera ovulación (promedio general 32,3 d), pero una proporción significativamente mayor de vacas en la dieta con alto contenido de almidón presentaron ovulaciones múltiple (≥ 2 folículos) en comparación con las vacas en la dieta de bajo contenido de almidón (40 vs. 20%). La concentración plasmática de insulina fue mayor y la de NEFA menor en las vacas alimentadas con dietas altas en almidón. Además, las vacas en las dietas con bajo contenido de almidón tuvieron menores concentraciones de IGF-I en el fluido folicular de folículos preovulatorios, lo que sugiere que esta hormona metabólica podría estar implicada en el aumento de la tasa de ovulación asociada a dietas con alto contenido de almidón. A pesar de un claro efecto del contenido de almidón en la dieta sobre la reducción del intervalo a la primera ovulación, el aumento de los hidratos de carbono fermentables en la ración puede aumentar el riesgo de doble ovulación y, por lo tanto, de gemelos.

También hay evidencias de que el aumento de los hidratos de carbono no estructurales en la ración puede afectar negativamente la competencia del ovocito. Adamiak et al. (2005) y Fouladi-Nashta et al.

(2005) reportaron que los ovocitos obtenidos de novillas alimentadas con dietas que generan alta concentración plasmática de insulina o vacas alimentadas con dietas con alto contenido en almidón, resultaron en una producción de blastocisto significativamente menor después de la fertilización in vitro. Por lo tanto, alimentar dietas para estimular un aumento en la concentraciones de insulina más allá de los 30 DEL podría reducir la proporción de vacas preñadas a los 120 DEL (Garnsworthy et al., 2009). Además, las dietas altas en almidón también pueden aumentar el riesgo de acidosis ruminal subaguda (SARA), debido a su efecto negativo sobre la fermentación ruminal y la reducción en el pH a niveles inferiores a 5,8 (Beauchemin y Yang, 2005). Por lo tanto, hay que tener en cuenta que el beneficio de dietas con alto contenido de almidón sobre la reducción del intervalo a la primera ovulación podría solaparse con un impacto negativo sobre la fertilidad si estas dietas se extienden más allá de las primeras 5 semanas posparto.

Efecto de la adición de grasa a la dieta

Se han hecho intentos para reducir el grado de BEN y acortar el intervalo entre el parto y la primera ovulación mediante el aumento energético a través de dietas suplementadas con semillas oleaginosas o grasas protegidas (bypass). En general, la suplementación con grasa ha demostrado afectar positivamente a la función reproductiva de los órganos y tejidos más importantes, incluyendo el hipotálamo, la hipófisis, el ovario y el útero (para una revisión más completa leer Williams y Stanko, 1999; Santos et al., 2008; McKeegan y Sturmey, 2011). Las dietas suplementadas con grasa han resultado consistentemente en folículos dominantes más grandes y mayores concentraciones de progesterona plasmática, pero su efecto sobre la tasa de concepción a la primera IA en vacas lecheras lactantes sigue siendo debatible (Santos et al., 2008). La cantidad de grasa necesaria para provocar un efecto positivo sobre la función reproductiva es en gran parte desconocida. Algunos estudios indicaron que una suplementación con el 2 (Bellows et al., 2001), 3 (Staples et al., 1998) o 4% (Stanko et al., 1997) de grasa en la dieta (sobre MS) producirían una respuesta positiva sobre la función reproductiva. Sin embargo, no se recomienda la alimentación de cantidades mayores del 5% del total de MS, debido a los efectos negativos sobre la digestibilidad de la fibra y la reducción en el CMS (Coppock y Wilks, 1991).

Las dietas suplementadas con semillas de oleaginosas o grasas bypass que aumentan los niveles circulantes de ácidos grasos del tipo n6 (por ejemplo ácido linoléico) aumentan la síntesis de prostaglandina F2α (PGF; Petit et al., 2004). Por lo tanto, Thatcher et al. (2006) han planteado la hipótesis de que una dieta con ácidos grasos n6 se debería utilizar durante la lactación temprana para aumentar la producción de PGF en el útero y mejorar la competencia inmune y así reducir las infecciones uterinas y acelerar la involución uterina, con el consiguiente efecto positivo sobre la fertilidad. Sin embargo, el tipo de grasa suplementada durante la época de servicio debería ser n3 (por ejemplo, ácido α-linolénico) con el fin de reducir la síntesis de PGF (Mattos et al., 2004), lo que podría beneficiar la supervivencia embrionaria. Varios estudios han explorado los efectos de ambos ácidos grasos en la fertilidad de vacas lecheras (Ambrose et al., 2006; Fuentes et al., 2008; Staples y Thatcher, 2005; Petit y Twagiramungu, 2006). Ambrose et al. (2006) encontraron que una dieta suplementada con 0,75 kg de lino (una fuente rica en ácido α-linolénico; C18: 3, n3) aumentó el tamaño del folículo preovulatorio y la tasa de preñez y redujo la mortalidad embrionaria comparado a una dieta suplementada con semillas de girasol (una fuente rica en ácido linoleico; C18: 2, n6). Aunque, una respuesta similar a la alimentación de ácidos grasos del tipo n3 sobre el porcentaje de preñez no ha sido observado en otros estudios (Fuentes et al., 2008; Petit y Twagiramungu, 2006), consistentemente las pérdidas de preñez se redujeron en vacas lecheras alimentadas con dietas suplementadas con ácidos grasos n3 comparado con n6 (Petit y Twagiramungu, 2006; Ambrose et al.; 2007). Una mejora en la supervivencia embrionaria en el ganado alimentado con ácidos grasos n3 podrían estar asociado al hecho de que estos lípidos pueden suprimir la síntesis y la secreción uterina de PGF (Mattos et al.,

2004), tal vez, rescatando embriones de inferior calidad durante el reconocimiento materno de la preñez.

Otros estudios han investigado el efecto de dietas suplementadas con ácidos grasos insaturados (monosaturados o PUFA) en el desarrollo embrionario en vacas lecheras. En vacas lecheras superovuladas la alimentación con una dieta suplementada con semillas de girasol o semilla de lino mejoro la calidad embrionaria (basado en el número de blastómeros por embrión) en comparación con la alimentación de una dieta suplementada con, sebo, una fuente de grasa saturada (Thangavelu et., al, 2007). Del mismo modo, la tasa de fertilización y la calidad embrionaria en vacas lecheras no superovuladas fue superior en vacas alimentadas con dietas suplementadas con C18:2 (n6) y C18:1 (n9) (Cerri et al., 2009). Los efectos de las dietas enriquecidas en ácidos oleico (n9), linoleico (n6) y α-linolénico (n3) sobre la respuesta superovulatoria y producción de embriones fueron también investigados en vacas Holstein no lactantes (Salehi et al., 2013). Una dieta enriquecida en n6 redujo el número de ovocitos no fertilizados y tendió a aumentar el número de embriones transferibles, mientras que una dieta enriquecida en n3 redujo el número de embriones degenerados. Colectivamente, todos estos estudios indicarían que tanto los ácidos grasos de tipo n3 y n6 influyen positivamente el desarrollo temprano del embrión pero quizás los ácidos grasos de tipo n3 tengan un mayor impacto en etapas más tardías del desarrollo embrionario.

Impacto de las proteínas y algunos aminoácidos específicos sobre la performance reproductiva

Las vacas lecheras requieren grandes cantidades de aminoácidos metabolizables para la síntesis de proteínas de la leche, la reproducción y su mantenimiento en general. Las dietas con limitada proteína cruda (PC) pueden comprometer el crecimiento y la fermentación microbiana ruminal, que a menudo se refleja en una disminución del CMS y de la producción de leche. Por lo tanto, las dietas típicas para vacas lactantes contienen entre 16 a 18% de PC en base a MS (Butler, 2005b). Las proteínas de las dietas consumidas por la vaca lechera contienen proteína verdadera (aminoácidos) y nitrógeno no proteico (NNP). Esta proteína dietética se clasifica además como proteína degradable (RDP) o no degradable (RUP) en el rumen. La RDP, que es la proteína proveniente de la alimentación que se degrada en amoníaco (y otros productos NNP) en el rumen, es usada por los microbios del rumen para hacer proteína microbiana. La RUP escapa a la degradación en el rumen y fluye hacia el abomaso, donde es hidrolizada en aminoácidos, que luego serán absorbidos a través de la pared del intestino delgado. Por lo tanto, la proteína metabolizable (PM), que corresponde a los aminoácidos absorbidos por el intestino delgado, tiene dos orígenes: la proteína microbiana y la RUP.

La alimentación del ganado con un exceso de proteínas ha resultado en el aumento de las concentraciones de amoníaco y urea en sangre y leche (Butler, 1998). La urea que circula en el torrente sanguíneo se mide como nitrógeno de urea en plasma o suero (US), esta urea pasa fácilmente desde la sangre a la leche en la glándula mamaria y se mide como nitrógeno de urea en leche (UL). La urea en sangre, y más recientemente la UL se ha utilizado como indicador del nivel de proteínas en la dieta y su posible relación con la fertilidad en vacas lecheras. El monitoreo de la UL es más práctico y su medición ya se ofrece a los productores lecheros en USA y Canadá. En general, con un aumento de la concentración y/o de la degradabilidad de la proteína en la ración, los niveles de US y UL aumentan (Butler, 1998). En este sentido, las tasas de preñez se redujeron en un 20% cuando la concentración de la US o UL fue > 19 mg/dl (Butler et al., 1996). Otros resultados sugieren que el impacto sobre la fertilidad puede ser minimizado cuando las concentraciones de la UL se mantienen entre 9 y 16 mg/dl. Sin embargo, la ingesta de una cantidad fija de CP o RDP en la dieta no da lugar a los mismos niveles de US (Barton y Caroll, 1992). Por lo tanto, otros factores pueden contribuir a los niveles de US y UL que dificultan la interpretación de los niveles de PC o RDP en la dieta sobre la fertilidad en las vacas lecheras.

Aunque se cree que dietas con exceso en proteína metabolizable tienen menores consecuencias sobre la fertilidad de las vacas lecheras comparado con el exceso de RDP, una dieta con alta proteína metabolizable a menudo incrementa la producción de leche y exacerba el BEN. El efecto de dietas altas en RUP sobre el rendimiento reproductivo en el ganado sigue siendo controvertido. En este sentido, hubo un aumento significativo en el intervalo al primer estro cuando una dieta alta en RUP se alimentó a vacas de carne con cría que tenían una CC baja (Sinclair et al., 1994). Por otro lado, Triplett et al. (1995) alimentaron vacas de carne posparto con suplementos que contenían diferente porcentaje de RUP (bajo, 38.1%; moderado, 56.3 %; o alto, 75.6%). Las vacas que recibieron suplementos con bajo RUP tuvieron una menor tasa de concepción al primer servicio que las vacas que recibieron suplementos con moderado o alto RUP (29.2 vs. 57.6 vs. 54.6%, respectivamente).

También, el efecto de altas concentraciones de PC en la dieta en la performance reproductiva del ganado ha sido tema de debate. Por ejemplo, Carroll et al. (1988) reportaron que vacas de primera lactancia alimentadas con una dieta con 20% de PC tuvieron un intervalo más largo a la primera ovulación que aquellas vacas alimentadas con una dieta con el 13% de PC (30 vs. 18 días). En otro estudio, Barton et al. (1996) evaluaron el impacto de la PC en la dieta de vacas Jersey y Holstein. Las vacas alimentadas con una dieta con el 20% de PC tuvieron una media de US de 21,0 mg/dl en comparación con una media de 8,6 mg/dl en vacas alimentadas con una dieta con el 13% de PC. Sin embargo, parámetros reproductivos como el intervalo al primer celo y la ovulación, la tasa de concepción al primer servicio, servicios por concepción y días abiertos no fueron afectados por el nivel de proteína en la dieta.. El efecto negativo de una dieta con elevada proteína sobre el tracto reproductivo podría deberse a un efecto sobre el pH uterino (Elrod et al., 1993) aunque otros estudios *in vivo* e *in vitro* sugieren que el amoníaco y la urea tendrían un efecto directo sobre el ovocito y el embrión (Blanchard et al., 1990; Sinclair et al., 2000; Ocon and Hansen 2003; Rhoads et al., 2006).

Efecto de las vitaminas y los minerales en la reproducción

Una mejora de la actividad reproductiva del ganado se ha asociado con la administración de suplementos vitamínicos y minerales. Los minerales son esenciales para el crecimiento y la reproducción y están involucrados en un gran número de procesos enzimáticos, biosintéticos, y metabólicos del cuerpo. Los minerales se agrupan en dos categorías: los macro-minerales (calcio, fósforo, magnesio, potasio, azufre y sal) y los traza o micro-minerales (cobalto, cobre, yodo, hierro, manganeso, selenio y zinc. El selenio trabaja con la vitamina E para prevenir y reparar el daño celular y sus funciones se describirán más detalladamente. Mientras que una cantidad adecuada de todos los micro-minerales mencionados anteriormente son importantes para la reproducción, el cobre y el zinc tienen el mayor impacto sobre la reproducción, ya que son más propensos a ser deficientes en la dieta.

- Calcio: La hipocalcemia (o fiebre de la leche) es un problema importante en el ganado lechero en todo el mundo. Ocurre cuando las vacas no son capaces de compensar el dramático aumento del calcio necesario para la producción de calostro después del parto. La manifestación clínica (sangre Ca total <1.4 mmol/L) de la fiebre en leche, así como la subclínica (sangre Ca total 1,4-2,0 mmol/l) son las dos formas de hipocalcemia (de Garis y Lean, 2008) que están asociada al aumento del riesgo a la retención de membranas fetales (RMF), desplazamiento de abomaso y mastitis y a la disminución de la producción de leche (Curtis et al., 1983; Block, 1984; Gröhn et al., 1989). Las dietas de las vacas lecheras al comienzo de la lactancia deberían proporcionar cantidades suficientes de calcio (Ca:P; entre 1,5:1 y 2.\,5:1) para maximizar la producción y reducir la incidencia de enfermedades metabólicas que pueden afectar indirectamente a la fertilidad. Un estudio reciente, informó que las vacas con hipocalcemia subclínica

fueron 3,2 veces más propensas a sufrir metritis y tuvieron una media de días abiertos (124 vs. 109) más largo que las vacas con niveles normales de Ca (Martínez et al., 2012).

- Vitamina E y selenio: La influencia de la ingesta de selenio y de vitamina E y los efectos de una suplementación adecuada de ambos antioxidantes sobre trastornos reproductivos como la infertilidad, RMF, la metritis y los quistes ováricos han sido reportados previamente (Goshen y Shpigel, 2006; Smith y Akinbamijo, 2000). La vitamina E es un antioxidante soluble en grasa que actúa a nivel celular y se obtiene exclusivamente de la dieta (Herdt y Stowe, 1991). Las deficiencias de vitamina E y selenio están vinculadas a la acumulación de radicales libres y la interrupción de varios procesos tales como la esteroidogénesis y el desarrollo embrionario (Smith y Akinbamijo, 2000). Los efectos beneficiosos de una suplementación combinada con vitamina E y selenio unas pocas semanas antes del parto, ya sea por inyección o por vía oral, han sido bien documentados. La administración de 3.000 a 5.000 UI de vitamina E en la última semana antes del parto promueve la función de los neutrófilos que son el principal mecanismo de defensa inmune del útero después del parto (Bondurant, 1999; Hogan et al., 1992; Weiss et al., 1990).

- Cobre y Zinc: La deficiencia de cobre puede ser un grave problema en animales en pastoreo en algunas zonas del mundo. La deficiencia de cobre puede resultar en un retraso en la manifestación del estro, disminución de las tasas de concepción, infertilidad y muerte embrionaria temprana (Hostetler et al., 2003; Wilde, 2006). Los altos niveles de hierro, azufre o molibdeno en el agua de bebida o en los suplementos alimenticios pueden causar una deficiencia secundaria de cobre y exagerar aún más sus efectos sobre la reproducción (Phillipo et al., 1987). El zinc es esencial para la madurez sexual y el reinicio del estro después del parto. Los niveles adecuados de zinc son vitales para la reparación uterina después del parto, volver a los ciclos estrales normales y la implantación exitosa del embrión. La deficiencia de zinc puede provocar aborto, momificación fetal y parto prolongado (Hostetler et al., 2003; Wilde, 2006). Ambos minerales también afectan la salud de la pezuña que es vital para la movilidad del ganado e indirectamente podría afectar la eficiencia reproductiva.

Resumen final

Una baja CC al parto disminuye la performance reproductiva en vacas de carne, pero en vacas Holstein la CC al parto es un factor importante que determinará la magnitud del BEN durante el posparto temprano. Los cambios en CC > 0,5 unidades durante la lactancia temprana se asocian a períodos anovulatorios prolongados y disminución de la fertilidad en las vacas lecheras. La recomendación actual es que la CC al parto debe ser 2,75 a 3 (escala de 5 puntos) para vacas lecheras Holstein y 5 a 7 (escala de 9 puntos) para el ganado de carne.

Dietas de energía controlada durante preparto pueden mejorar la fertilidad y la suplementación con ácidos grasos del tipo n6 o n3 aceleran la reanudación de la ciclicidad en vacas lecheras. Sin embargo, una ingesta energética restringida durante el preparto a través de la restricción del consumo de materia seca es perjudicial para la fertilidad al primer servicio. En general, un aumento del consumo de materia seca en el posparto temprano y un aumento del nivel de alimentación en la época de servicios mejorará la fertilidad del ganado lechero y de carne, respectivamente. Alimentar dietas de alta energía con un alto contenido de carbohidratos no estructurales reduce el intervalo a la primera ovulación después del parto, pero puede afectar negativamente la competencia del ovocito y el desarrollo embrionario. Las dietas suplementadas con semillas de oleaginosas o grasas bypass que aumenten los niveles circulantes de ácidos grasos n6 se traduciría en un aumento de la síntesis de PGF y serían muy beneficiosas durante el posparto temprano. En cambio, las dietas suplementadas con ácidos grasos n3 reducen las pérdidas de preñez y por lo tanto se aconseja su uso durante el servicio. La alimentación de dietas con un exceso

de proteína se asocia a un aumento de las concentraciones de amoníaco y urea en la sangre, la leche y otros compartimentos como el fluido folicular. Por lo tanto, un aumento de la PC o RDP en la dieta disminuye el porcentaje de preñez; Sin embargo, si existe o no asociación entre la concentración de urea (en la leche o sangre) y la fertilidad parece ser aún discutible. Los efectos indirectos y directos de la alimentación con cantidades adecuadas de vitamina E y calcio sobre la reproducción son elocuentes.

Referencias

Fuente.
https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Colazo/publication/280881764_Manejos_nutricionales_que_afectan_la_fertilidad_del_ganado/links/56436f4308ae451880a33d85/Manejos-nutricionales-que-afectan-la-fertilidad-del-ganado.pdf?origin=publication_detail



MÁS ARTÍCULOS