

Artículo original:

AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA VACA LECHERA DURANTE EL PERÍODO DE TRANSICIÓN

Advances in the knowledge of dairy cattle during the transition interval

A. Meikle(1); D. Cavestany(1); M. Carriquiry(2); A. Mendoza(3); P. Chilibroste(2)

(1) *Facultad de Veterinaria, Universidad La República, Uruguay*

(2) *Facultad de Agronomía, Universidad La República, Uruguay*

(3) *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay*

E-mail:

daniel.cavestany@gmail.com

Palabras Clave:

vaca lechera transición pastoreo, reproducción

RESUMEN

La transición del estado preñada no lactante al no preñado lactante es un período de cambios dramáticos para la vaca, la cual debe adaptar su metabolismo a las fuertes exigencias que le demanda la producción. Del equilibrio con que la vaca resuelva este proceso dependerá la capacidad de maximizar la producción y la calidad de la leche, evitar enfermedades metabólicas y asegurar la siguiente preñez. La mejora nutricional, la selección genética y el manejo animal han aumentado la producción de leche en las últimas décadas, y esto se asocia a una disminución del desempeño reproductivo y al aumento de problemas sanitarios. Esta revisión resume trabajos realizados, enfatizando en el manejo diferencial de nutrientes, los mecanismos endocrino-moleculares de la partición de nutrientes y su relación con la fertilidad en vacas lecheras. Se concluye que los estudios integrados en problemas de relevancia nacional es la respuesta necesaria a sistemas biológicos complejos como lo es la vaca lechera en pastoreo en transición.

ASPECTOS LIMITANTES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN LECHERO PASTORIL

El consumo de materia seca (MS) en sistemas de pastoreo es usualmente más bajo que en sistemas de confinamiento y podría ser insuficiente para sostener la alta producción de leche que puede lograrse con el potencial genético (Kolver y Muller 1998; Chilibroste *et al.* 2012). En investigaciones nacionales el análisis de las curvas de lactancia sugiere que los animales no logran expresar su potencial productivo, seguramente en respuesta al desacople entre requerimientos-oferta de nutrientes y ambiente productivo (Chilibroste *et al.*, 2012).

El conflicto en el desempeño productivo vs. el reproductivo está en gran parte condicionado por el manejo diferencial en el que se puede incidir especialmente durante el período de transición. A la alta demanda metabólica por producción de leche se le suma la disminución (30%) del consumo previo al parto (Grummer, 1995) que promueve la movilización de reservas corporales, es decir, el balance energético negativo (BEN). Los cambios que ocurren durante este período están directamente relacionados a los procesos de adaptación del sistema digestivo a la alimentación que recibirán luego del parto y del metabolismo. Los cambios en el metabolismo de los tejidos/órganos del cuerpo necesarios para apoyar una función fisiológica específica (Teleoforesis, Bauman y Currie 1980), aseguran la uniformidad del flujo de nutrientes en apoyo de la lactancia.

Esta partición de nutrientes es comandada por señales hormonales que en conjunto con los perfiles metabólicos pueden ser utilizados como herramientas predictivas del estado de salud de rodeo. En ese estado fisiológico las vacas lecheras de alta producción tienen una utilización de nutrientes por parte de la glándula mamaria superior a la del resto del cuerpo, a tal extremo que Brown (1969) ha sugerido que la vaca debe ser concebida como un apéndice de la ubre y no viceversa.

Este tiempo de sub-alimentación experimentado por los animales al inicio de la lactancia no solo afecta la magnitud de la respuesta residual de producción en toda la lactancia, sino que agrava el desempeño reproductivo. Es en este período que se concentran las enfermedades metabólicas o tecnopatías de la producción de leche actual. Del equilibrio con que la vaca resuelva este proceso dependerá la capacidad de maximizar la producción de leche, evitar enfermedades metabólicas y asegurar la siguiente preñez (Grummer 1995).

La fragilidad del organismo se refleja en la actividad del sistema inmune de la vaca que está fuertemente deprimida alrededor del parto. Se ha descrito una disminución transitoria importante de células de defensa después del parto causado por un importante pasaje de neutrófilos hacia el tracto reproductivo. La capacidad de los linfocitos para responder y la producción de anticuerpos

se ve también afectada alrededor del parto (Kehrli *et al.*, 1989), por lo que se reportó una disminución dramática de los niveles séricos totales de IgG e IgM en el período entre la semana 8 previa al parto y la cuarta semana postparto (Herr *et al.*, 2011). Aún se desconoce el mecanismo fino que determina la depresión del sistema inmunológico en el periparto pero se acepta que factores endócrinos y nutricionales estarían fuertemente involucrados (Goff y Horst, 1997; Vangroenweghe *et al.*, 2005). Estos hallazgos podrían explicar la alta incidencia de enfermedades infecciosas durante este período.

Es por lo tanto el período de transición donde se concentran los problemas sanitarios del rodeo lechero y la base radica en la presión metabólica que implica los altos niveles de producción de leche potenciales del rodeo lechero actual desfasada con la capacidad de ingesta. La clínica individual carece de efecto preventivo y representa un enfoque erróneo de la problemáticas sanitarias. Cuando las vacas se enferman, la leche ya se perdió y la intervención clínica -si bien necesaria- supone un esfuerzo tardío que en ocasiones tiene un magro impacto en controlar las pérdidas económicas que representan estas patologías (Ramos, 2007). Además, la buena imagen de la industria láctea pastoril asociada al bienestar animal y productos saludables se ve comprometida por la presencia de enfermedades en los rodeos lecheros actuales. La necesidad de conocimiento original que permita comprender los procesos biológicos que subyacen a la relación ambiente-animal-producto es esencial para maximizar la relación costo-beneficio de la empresa.

PERÍODO DE TRANSICIÓN

La gran movilización en condición corporal (CC) que ocurre en el pre y posparto temprano se acompaña de una pronunciada elevación de ácidos grasos no esterificados (NEFA) (Meikle *et al.* 2004; Cavestany *et al.*, 2005, 2009; Adrien *et al.*, 2012; Rupprechter *et al.*, 2011), que se asociaron con una mayor abundancia de los transcritos en hígado de enzimas reguladoras de la β -oxidación (Carriquiry *et al.*, 2010). A este aumento de NEFA le sigue frecuentemente un aumento de -hidroxibutirato (BHB) el cual refleja la importante lipólisis y déficit energético que frecuentemente se mantiene elevado posiblemente debido a la hidroxilación ruminal del butirato.

La pérdida de condición corporal es en general más abrupta en vacas primíparas que múltiparas (Meikle *et al.*, 2004; Meikle *et al.*, 2005; Adrien *et al.*, 2012) y se acompaña con una disminución en las concentraciones de leptina lo cual es consistente ya que ésta es sintetizada por los adipocitos y varía con cambios en el porcentaje de depósitos grasos (Delavaud *et al.* 2000). Las vacas lecheras frecuentemente pierden más del 60% de su grasa corporal durante la lactación temprana (Tamminga *et al.* 1997). La leptina inhibe el consumo y aumenta la tasa metabólica por lo que se sugiere que esta disminución es estratégica para estimular el consumo de la vaca lechera posparto y para disminuir el consumo periférico de nutrientes (disminución de la tasa metabólica). En el mismo sentido las hormonas tiroideas (T3, T4) disminuyen drásticamente antes del parto y las concentraciones, observadas

durante el posparto no se recuperan comparativamente con las del preparto (Meikle *et al.*, 2004).

Los metabolitos nitrogenados disminuyen alrededor del parto y están vinculados a la dieta (datos no mostrados, Cavestany *et al.*, 2005, 2009; Meikle *et al.*, 2004, 2006; Pereira *et al.*, 2010; Adrien *et al.*, 2012). Vacas con dietas pobres en proteína compensan en parte el déficit a través de la movilización de sus reservas corporales y la disminución de la eliminación renal de urea, lo que se refleja en pérdidas de peso, CC y disminución de la producción láctea. Por otro lado, el aumento de proteína plasmática durante el posparto está correlacionado positivamente con el consumo de MS que gradualmente se incrementa durante el posparto. Las concentraciones de insulina e IGF-I están disminuidas alrededor del parto (Meikle *et al.* 2004, Cavestany *et al.*, 2009, Pereira *et al.*, 2010, Adrien *et al.*, 2012; Astessiano *et al.*, 2012), consistente con la reducción de la ingesta y el balance energético negativo que caracteriza este período. Estos datos son consistentes con el conocimiento generado respecto la partición de nutrientes del período de transición de la vaca lechera. La hormona del crecimiento (GH) es la hormona teleforética por excelencia, que promueve el uso de estos nutrientes por la ubre, ya que “apaga” el consumo del combustible esencial (glucosa) por parte de los tejidos periféricos. Una de las estrategias utilizadas por la vaca lechera de alta producción es desacoplar el eje somatotrófico, es decir, insensibilización hepática a la GH (menores concentraciones del receptor de GH, GHR) que se traduce en menores concentraciones de su mediador, el factor insulina-simil I (IGF-I), (Kobayashi *et al.*, 1999). La expresión hepática de los transcritos de GHR-variente 1A e IGF-I disminuyeron en el pre al posparto en vacas lecheras sobre pastoreo (Astessiano *et al.*, 2012), pero en menor medida en vacas alimentadas con raciones totalmente mezcladas (TMR). El desacople del eje GH-IGF-I repercute en varios órganos y tejidos, pero se destaca que la falta de retroalimentación negativa sobre la GH, promueve una mayor concentración circulante de ésta hormona y por lo tanto, una mayor acción teleforética. Asimismo, menores concentraciones de IGF-I e insulina, favorecen el catabolismo periférico que soporta a la lactancia. Por otro lado, la insulina y el IGF-I son las mismas hormonas que estimulan el desarrollo folicular y el reinicio a la ciclicidad ovárica luego del parto. Una mejor CC al parto (3) se asocia con concentraciones de IGF-I más altas y anestros pospartos más cortos (Meikle *et al.*, 2004). La relación insulina/GH/IGF-I y el día del nadir de balance energético influyen el crecimiento folicular y primera ovulación posparto (Beam y Butler, 1999). El reestablecimiento del BEN se refleja en el aumento de insulina e IGF-I y se asocia con el comienzo del aumento de la ingesta y con el fin del desacople del eje somatotrófico.

Las vacas primíparas presentan mayor dificultad para recuperarse del BEN, reflejado esto a través del perfil metabólico y endócrino más desbalanceado y peores índices reproductivos que las múltiparas (Meikle *et al.*, 2004, 2005; Cavestany *et al.*, 2009; Adrien *et al.*, 2012), proceso probablemente agravado por el estrés que implica su primera lactancia. Esto puede ser el resultado de que estos animales están en desarrollo, aunque también bajo condiciones pastoriles, el efecto de dominancia por la

disponibilidad de comida está presente (Grant y Albright, 2001). Además, se ha observado que la actividad durante la sesión de pastoreo es baja y se observan muy bajas tasas de bocado en vacas primíparas recién paridas (Chilibröste *et al.*, 2012).

La inmunodeficiencia que caracteriza al período de transición se puede observar en la disminución marcada de las globulinas (re-dirección calostro) y está asociada al marcado incremento de las patologías infecciosas reproductivas, mamarias, podales u otras (Blowey 2005; De Torres 2010). Además de las consideraciones respecto al diagnóstico, la inmunosupresión existente en este período podría modificar la carga de posibles patógenos presentes en la madre durante el periparto, es decir, el animal podría perder la capacidad de controlarlos, reactivando la infección y originando como consecuencia un aumento de su carga con las consecuencias obvias en el propio animal y en el rodeo.

NUTRIENTES: énfasis en memoria metabólica y manejo nutricional diferenciales en el periparto

Vacas con mayor condición corporal, movilizan más reservas y presentan mayores concentraciones de NEFA que vacas con pobre CC en el parto o al parto (Meikle *et al.*, 2004, Adrien *et al.*, 2012). Esta mayor oferta de reservas energéticas se visualizó en mayores producciones de leche corregida por grasa y de ácidos grasos polinsaturados (PUFA), como los omega 3 (n-3) y CLA conocidos por su rol beneficioso en la salud humana. Las dietas pastoriles presentan una alta proporción de PUFA (50–75%) de los ácidos grasos totales (Dewhurst *et al.*, 2001), y por lo tanto vacas con alta CC presentan un mayor consumo de pasturas que no solo redundaría en contenidos más altos de PUFA ingeridos sino en una tasa de pasaje mayor que limita la hidrogenación ruminal de los mismos (Artegoitia *et al.*, 2012).

Las concentraciones de IGF-I se asocian a su vez a un reinicio de la ciclicidad posparto más corto; las vacas con alta CC presentan un anestro más corto que las de baja CC (Adrien *et al.*, 2012). El reinicio a la ciclicidad ovárica afecta drásticamente los indicadores reproductivos de interés económico; en un estudio poblacional con determinaciones de progesterona en leche dos veces por semana durante los primeros 90 días posparto en aprox. 900 vacas lecheras se determinó que si un animal no reinicia la ciclicidad ovárica durante los primeros 60 días posparto presenta un alargamiento del intervalo parto primer servicio de 67 días frente a otro que presente sus muestras positivas a progesterona (datos no publicados).

En Uruguay, se han realizado numerosos trabajos de suplementación pre y posparto pero relativamente pocos trabajos incluyeron la determinación del anestro y los perfiles endocrinos. Ofertas de forraje diferenciales (7.5, 15 y 30 kg de materia seca (MS)/vaca/día) y TMR proporcionada ad libitum provocaron niveles de producción de leche y CC acorde a la oferta de nutrientes (Chilibröste *et al.*, 2012).

Otros reportes en Uruguay, han utilizado la suplementación

estratégica para la mejora de los índices reproductivos. Cavestany *et al.* (2009) suministrando una suplementación energética tres semanas preparto, reportaron un anestro 12 días más corto en el grupo suplementado. La adición de la semilla de girasol a la dieta durante los primeros dos meses posparto promovió la ovulación en vacas primíparas, pero esto no se observó en vacas múltiparas (Mendoza *et al.*, 2008), confirmando una vez más la relevancia de la categoría animal en el desempeño reproductivo, incluso aún en respuesta a tratamientos nutricionales.

Finalmente y como se mencionó anteriormente si bien los kits comerciales de marcadores moleculares están presentes en nuestro país y se utilizan, no hemos encontrado reportes de los mismos en sistemas productivos de leche sudamericanos. Nuestros avances respecto marcadores moleculares, caracteres fenotípicos de interés y endocrinología metabólica se han centrado en la hormona del crecimiento (GH-AluI) y su mediador, el IGF-I (IGF-I-Snab I) (Rupprechter *et al.* 2011). Estos marcadores no presentaron efectos relevantes en parámetros productivos, a pesar de que el genotipo de IGF-I afectó el intervalo parto primer servicio en vacas primíparas, presentando las vacas BB intervalos más largos. Estos resultados son consistentes con estudios anteriores en los que las vacas BB presentaron anestros más largos (datos no publicados). Los hallazgos más relevantes se centraron en los efectos encontrados de los genotipos de GH e IGF-I sobre los perfiles endócrinos y metabólicos, constituyendo el primer reporte internacional que encuentra asociación en vacas lecheras durante el período de transición.

MENSAJE FINAL

De este documento se desprende la complejidad del sistema biológico que implica la vaca lechera en transición y el medio ambiente productivo. Se debe considerar que contribuir en la mejora de un parámetro productivo no implica necesariamente la mejora de la eficiencia económica. Aspectos que usualmente no se toman en cuenta (variables reproductivas, salud animal), así como también el mantenimiento a largo plazo del ecosistema pastoril son parte de la respuesta existente a los manejos realizados por el hombre en el sistema lechero. Es por esta razón, así como también la maximización de los recursos limitados -humanos, animales, vegetales y materiales- disponibles para la investigación en nuestro país, es que se concluye que los estudios integrados e interdisciplinarios es la respuesta necesaria para la mejora del manejo de la vaca lechera en pastoreo en transición.

REFERENCIAS

1. Adrien ML, Mattiauda DA, Artegoitia V, Carriquiry M, Motta G, Bentancur O, Meikle A. 2012. Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in primiparous and multiparous dairy cows under grazing conditions: milk production, resumption of post-partum ovarian cyclicity and metabolic parameters. *Animal*. 6:292-299.

2. Artegoitia V, Meikle A, Olazábal L, Damián JP, Adrien ML, Mattiauda D, Bermudez J, Torre A, Carriquiry M. 2012. Caseins and fatty acid fractions in milk are affected by parity and nutritional regulated body condition store at the beginning of the transition period in dairy cows under grazing conditions. 2012 ADSA-AMPA-ASAS-CSAS-WSASAS. *Joint Annual Meeting*. Aceptado.
3. Astessiano AL, Chilibroste P, Fajardo M, Laporta J, Gil J, Mattiauda D, Meikle A, Carriquiry M. 2012. Hepatic expression of GH-IGF axis genes in Holstein cows with different nutritional managements during early lactation. 2012 ADSA-AMPA-ASAS-CSAS-WSASAS. *Joint Annual Meeting*. Aceptado.
4. Bauman DE, Currie WB. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci* 63:1514-1529.
5. Beam SW, Butler WR. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J Reprod Fert Suppl* 54:411-424.
6. Blowey RW. 2005. Factors associated with lameness in dairy cattle. *Farm Animal Practice* 27:159-160
7. Carriquiry M, Adrien L, Artegoitia V, Mattiauda D, Meikle A. 2010. Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in dairy cows on grazing conditions: hepatic expression of fatty acid metabolism genes. *J Dairy Sci* 93 E-Suppl 1, p. 390.
8. Cavestany D, Kulcsár M, Crespi D, Chilliard Y, La Manna A, Balogh O, Keresztes M, Delavaud C, Huszenicza G, Meikle A. 2009. Effect of prepartum energetic supplementation on productive and reproductive characteristics, and metabolic and hormonal profiles in dairy cows under grazing conditions. *Reprod Dom Anim* 44:663-671.
9. Cavestany D, Blanc JE, Kulcsar M, Uriarte G, Chilibroste P, Meikle A, Febel H, Ferraris A, Krall E. 2005. Studies of the transition cow under and pasture-based milk production system: metabolic profiles. *J Vet Med A*. 52:1-7.
10. Chilibroste P, Soca P, Mattiauda D. 2012. Estrategias de alimentación en Sistemas de Producción de Leche de base pastoril. In: *Pasturas 2012-Hacia una ganadería competitiva y sustentable-Jornada técnica-Unidad Integrada Balcarce-INTA-Balcarce-Argentina*. Pp 91-100.
11. Delavaud C, Bocquier F, Chilliard Y, Keisler DH, Gertler A, Kann G. 2000. Plasma leptin determination in ruminants: effect of nutritional status and body fatness on plasma leptin concentration assessed by a specific RIA in sheep. *J Endocrinol* 165:519-526.
12. Dewhurst RJ, Scollan ND, Youell SJ, Tweed JKS, Humphreys M. 2001. Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. *Grass Forage Sci*. 56:68-74.
13. Goff JP, Horst RL 1997. Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. *J Dairy Sci*. 80:1260-1268.
14. Grummer RR. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J Anim Sci*. 73:2820-2833.
15. Grant RJ, Albright JL. 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *J Dairy Sci*. 84 (E. Suppl.): E156-E163.
16. Herr M, Bostedt H, Failing K. 2011. IgG and IgM levels in dairy cows during the periparturient period. *Theriogenology*. 75:377-385.
17. Kehrli ME, Nonnecke BJ, Roth JA. 1989. Alterations in bovine lymphocyte function during the periparturient period. *Am. J. Vet. Res.* 50:215-220.
18. Kobayashi Y, Boyd CK, Bracken CJ, Lamberson WR, Keisler DH, Lucy MC. 1999. Reduced growth hormone receptor (GHR) messenger ribonucleic acid in liver of periparturient cattle is caused by a specific down-regulation of GHR 1A that is associated with decreased insulin-like growth factor I. *Endocrinology* 140:3947-3954.
19. Kolver ES, Müller LD. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci* 81:1403-1411.
20. Meikle A, Kulcsar M, Chilliard Y, Febel H, Delavaud C, Cavestany D, Chilibroste P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*. 127:727-737.
21. Meikle A, Cavestany D, Ferraris A, Blanc EJ, Elizondo F, Chilibroste P. 2005. Efecto del manejo de la alimentación durante el período de transición sobre la primera ovulación posparto en vacas primíparas y múltiparas. *XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría* p.226-227.
22. Meikle A, Adrien ML, Mattiauda DA, Chilibroste P. 2012. Effect of sward condition on metabolic endocrinology during the early postpartum period in primiparous grazing dairy cows and its association with productive and reproductive performance. *Animal Feeding Science and Technology*. enviado.
23. Mendoza A, La Manna A, Crespi D, Crowe MA, Cavestany D. 2008. Whole sunflower seeds as a source of polyunsaturated fatty acids for grazing dairy cows: Effects on metabolic profiles and resumption of postpartum ovarian cyclicity. *Livestock Sci* 119:183-193.
24. Pereira I, Laborde D, Carriquiry M, Lopez Villalobos N, Meikle A. 2010a. Productive and reproductive performance of Uruguayan Holstein and Uruguayan Holstein x New Zealand Holstein Friesian cows in a predominantly pasture-based system. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 70:306-310.
25. Rupprechter G, Carriquiry M, Ramos J, Pereira I, Meikle A. 2011. Metabolic and endocrine profiles and reproductive parameters in dairy cows under grazing conditions: effect of polymorphisms in somatotrophic axis genes *Acta Veterinaria Scandinavica* 53:35-40.
26. Tamminga S, Luteijn PA, Meijer RGM. 1997. Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with time after parturition. *Livest Prod Sci* 52:31-38.