



Interrelaciones entre la producción de leche y la reproducción

*Michael W. Overton, DMV, MPVM, University of Georgia - School of Veterinary Medicine
Department of Population Health*

La industria láctea es muy dinámica y ha sufrido grandes cambios a lo largo de este medio siglo. Durante los años 40 y 50 los productores líderes en la industria lechera se beneficiaban del uso de toros pura sangre para mejorar los índices productivos a través de la mejora genética de sus rodeos, y del concepto de mejorar la fertilidad del suelo, a través del uso fundamentalmente del nitrógeno como medio para los rindes de sus cultivos.

El ambiente productivo actual refleja cambio dramáticos con respecto a los años 50. Los productores tienen acceso hoy a cultivos genéticamente modificados, la informatización que les ayuda en todas las áreas, desde la plantación de un cultivo, la alimentación y hasta la cosecha de la leche, el acceso a nueva biotecnología para mejorar la producción de leche, una amplia gama de programas de inseminación artificial para mejorar el manejo reproductivo y hasta nuevas opciones tanto de marketing como de empaques de los productos lácteos que permiten que el consumidor tenga una amplia gama de productos en oferta. La mejora continua de la producción de leche ha permitido que la producción láctea sea un negocio rentable aun recibiendo precios por su producto que no difieren tanto del precio de hace 20 años atrás.

Pero, el continuo incremento de la producción por animal ha generado la preocupación de que esta afectando negativamente la reproducción. Mientras que los viejos índices de medida de la eficiencia reproductiva como el promedio de días abiertos o el intervalo interparto se alargan, uno debe tener cuidado con la interpretación de estos índices. Dentro de los rodeos, las vacas mejor productoras, en promedio, mostrarán índices más elevados de días abiertos e intervalos interparto más largos, pero algunos de estos cambios son el resultado de un sesgo en el refugio, introducido por el productor. Los mismos darán a las vacas mejores productoras más oportunidades de preñarse ya que sus latas de producción les permiten permanecer más tiempo dentro del rodeo en ordeño. Las vacas que producen menos leche son en general refugadas más rápidamente fundamentalmente debido a su baja producción.

La evaluación reproductiva pasa de depender de los índices de promedios de días abiertos y servicios por concepción a tener en cuenta hoy día el llamado "Riesgo de preñez a los 21 días (PR)". El riesgo de preñez se refiere a "la velocidad con que las vacas se preñan" y se obtiene dividiendo el número de vacas que se preñan en un periodo de 21 días entre el número total de vacas elegibles para quedar preñadas. Para ser elegible de quedar preñada, las vacas deben haber pasado el periodo de espera voluntario, no estar ya preñadas o dependiendo de un resultado desconocido y además no deben estar codificadas como "vaca fuera servicio". Para medir la eficiencia reproductiva general, tanto los servicios por concepción (o su inverso: tasa de concepción) y tasa de riesgo de "submisión" son componentes críticos y ambos factores derivan en el PR.

Una buena performance reproductiva requiere un esfuerzo total de grupo. Este grupo está compuesto por: los trabajadores del establecimiento, el manager del personal del tambo, el veterinario actuante y el nutricionista, cada uno trabajando juntos para crear vacas saludables y ciclando en el posparto que conciban de manera oportuna. Esta presentación pondrá énfasis en algunos de los problemas que enfrenta el manejo reproductivo de vacas de alta producción e intentará ofrecer algunas sugerencias de manejo para optimizar la performance reproductiva. Comenzaremos por lo que Matt Lucy describe como "las tres fases de la reproducción posparto", seguiremos luego discutiendo los posibles impactos de la producción de leche sobre la reproducción y concluiremos con algunas sugerencias de cómo el manejo puede mejorar su encare de la entrega de semen.⁵

La primera etapa a la que hace referencia Lucy es la recuperación del hipotálamo y de la hipófisis. Durante la preñez tardía, los niveles de progesterona se encuentran muy elevados, y si bien el desarrollo folicular continúa, no existe crecimiento y desarrollo de folículos al tamaño ovulatorio. La llave para que estos folículos recuperen su capacidad de madurar y desarrollar su capacidad ovulatoria es recuperar el soporte normal de la hormona luteinizante LH. La pulsatilidad de la LH está influenciada por varios factores, los que incluyen el balance entre progesterona y estradiol, así como la estimulación de la hipófisis anterior por las gondotrofinas del hipotálamo. Normalmente, las vacas lecheras recuperan la pulsatilidad y el pico de liberación de LH dentro de las 2-3 semanas posparto. Sin embargo, un balance energético negativo severo, el amantamiento, infecciones bacterianas como la metritis y el estrés calórico pueden todos alterar la liberación normal de LH de la hipófisis anterior y frenar la desviación y crecimiento folicular a su capacidad ovulatoria y en última instancia, la ovulación en sí.¹ La incapacidad de desarrollar folículos hasta su capacidad ovulatoria, y por tanto la incapacidad de ovular, así como la incapacidad de mostrar celo son llamadas "anestro anovulatorio" (AA) y pueden llevar a largos periodos a la primera inseminación, bajo riesgo de concepción al primer servicio e intervalos parto-concepción largos.

Parte del problema con los AA es la baja concentración de insulina posparto. Los bajos niveles de insulina reducen la expresión de receptores de hormona de crecimiento limitando así el soporte endocrino de la hormona de liberación de gonadotropinas (GnRH). Virtualmente, todas las vacas lecheras lactantes experimentan cierto grado de balance energético negativo (NEB) debido a una gran desviación de nutrientes, fundamentalmente energía, hacia la leche, comparado con la ingesta diaria de nutrientes desde los alimentos. Estas vacas comienzan la transición desde el AA hacia la ciclicidad una vez que llegan al nadir del balance energético negativo. El nadir se refiere al pun-



to mas bajo del NEB. Una vez que las vacas llegan a este nadir y luego comienzan a cerrar el espacio existente entre la demanda y el suministro de energía, los niveles de insulina y de IGF-1 incrementan y el soporte endocrino de la GnRH se restaura.

La llave es, por lo tanto, limitar tanto la duración como la profundidad del NEB. En la práctica, los tambos pueden encarar este problema, no necesariamente a través de la alimentación de sus animales con más suplementos energéticos o granos, sino, a través de la remoción de los obstáculos que evitan que las vacas puedan ingerir todo aquello que necesitan consumir. El primer paso es asegurarse que los animales tengan acceso a dietas adecuadamente balanceadas, que contengan adecuadas cantidades de fibra efectiva para asegurar que la ingesta aumente constantemente y no sea frenada por problemas digestivos como una acidosis intermitente. Las dietas deben incluir cantidades adecuadas de almidón, azúcares y pectinas, pero la llave de esto es mantener un balance adecuado. Además, las vacas deben manejarse de tal forma que no sean estresadas. El estrés en vacas lecheras es muy difícil de definir, pero en esencia se refiere a cualquier cosa que disminuya la habilidad de una vaca de enfrentar a su medio ambiente. Otra manera de describir el estrés sería cualquier evento externo que resulte en una exigencia al sistema biológico (Bob Collier, comunicación personal). Las vacas lecheras sufren de estrés por hacinamiento, altas o bajas temperaturas ambientales, demasiado tiempo paradas, manejo abusivo por parte del personal, áreas de descanso incómodas, barro, o cualquiera de los numerosos problemas de los animales periparturientos.

Una enfermedad específica del parto que los tambos debe realmente esforzarse en controlar es la metritis puerperal aguda. La metritis es una infección en vacas que se caracteriza por la presencia de olor, fiebre e inflamación de todas las capas del útero, así como también involución uterina retardada, la segunda etapa de la reproducción posparto de Lucy. Normalmente y en ausencia de infección, el útero bovino completa su involución en 30-45 días. Normally, in the absence of infection, the bovine uterus completes involution in 30-45 days. Pero en el caso de una metritis o una severa endometritis, la presencia de endotoxinas bacterianas tiene efectos directos e indirectos sobre la salud y el potencial reproductivo de ese útero. En casos severos de metritis, la pared del útero puede ser dañada o incluso generar cicatrices que resultaran en una incapacidad de concepción. De todas maneras, incluso en aquellos casos menos severos que no provocan daño permanente de la pared del útero, la gran carga bacteriana lleva a fases luteales anormales, incrementos en el riesgo de enfermedad ovárica quística, prolongados periodos de AA y crecimiento folicular alterado. 6, 7, 13

El crecimiento folicular alterado nos lleva a la última de las fases de la reproducción posparto de Lucy: la recuperación del ovario. El ovario produce folículos y contribuye al control hermanal del ciclo estral y de la preñez. Pero este órgano no trabaja en forma independiente del hipotálamo, la hipófisis o el útero. Cada una de estas

estructuras debe estar intrincadamente coordinada para obtener un resultado reproductivo favorable. Como mencionamos previamente, tanto la metritis como las alteraciones del hipotálamo y la hipófisis pueden causar retrasos del crecimiento folicular. UN folículo temprano, que pasa el punto de desviación y se transforma en un folículo dominante tiene tres posibles destinos. El primero, y obviamente mas deseable, es una ovulación normal y el desarrollo de un cuerpo lúteo normal. El segundo destino potencial es la atresia del folículo dominante, el llamado "Follicular turnover" y la emergencia de una nueva onda folicular. Esta incapacidad de llegar a la ovulación es llamada AA y resulta primariamente de una falla en la pulsatilidad de la LH como fuera mencionado anteriormente. El ultimo destino posible es la formación de un quiste folicular (enfermedad ovárica quística). Un verdadero quiste folicular normalmente resulta de un inadecuado pico de LH.

La transición desde el AA a la ciclicidad ocurre en diferentes momentos para cada vaca, dependiendo de su estado de salud de esa vaca en transición y el tiempo hasta su nadir del NEB. Lo ideal sería que todas las vacas estén ciclando hacia el final del periodo de espera voluntario. No obstante, los investigadores han reportado una gran variabilidad por animal y por rodeo en la proporción de vacas ciclando a los 50-70 días de producción (DIM), basados en los niveles de progesterona presentes en dos muestras de sangre o leche con 10 a 14 días de intervalo. Las estimaciones han variado entre 10 y 50%, tomando el 20% como la proporción típica esperada de vacas que aun no comienzan a ciclar a los 70 días de producción.^{3, 9, 12} En muchos rodeos no existe diferencia significativa en riesgo de vacas primíparas frente a vacas múltiparas pero en otros las vacas primíparas pueden presentar un riesgo mayor.⁹

Muchos productores y veterinarios asumen falsamente que las vacas más productoras tienen mayor riesgo de AA debido a la mayor cantidad de energía requerida para soportar una mayor producción de leche. No obstante, los trabajos de López, et al demostraron que no existe asociación ninguna entre el riesgo de AA a los 7 días DIM y el promedio de producción entre los 50 y 70 días DIM.³ En su lugar, si existe una asociación entre el riesgo de AA y una menor condición corporal, indicando esto que la producción de leche en si no es un factor de riesgo siempre y cuando las vacas estén en buen estado de salud, lleguen a buenos y adecuados niveles de ingesta y no experimenten una pérdida de peso excesiva durante el periodo del posparto. Pos esto, para reducir el riesgo de AA, los productores tiene que minimizar el riesgo de una pérdida excesiva de peso a través de la maximización del confort del animal, disminuyendo el riesgo de enfermedades del parto, maximizando la ingesta potencial de las vacas y proveyendo dietas adecuadamente balanceadas.

La producción de leche puede impactar en la reproducción de muchas otras maneras por cierto. Primero, vacas de lata producción son menos factibles de ser observada en estro. Los productores se han quejado de este problema cuando intentan preñar a sus vacas mejores pro-



ductoras. Los investigadores han demostrado que vacas altamente productivas experimentan celos de menor duración y presentan menos montas por estro comparadas con sus compañeras menos productoras.⁴ La combinación de una duración del estro más corta junto con menos cantidad de montas por estro resulta en una mayor dificultad de reconocer estas vacas altamente productivas en celo y por lo tanto un menor PR, a no ser que el manejo se adapte a ellas.

Los trabajos del mismo grupo de investigadores de Wisconsin también demostró que vacas altamente productivas son más factibles de experimentar ovulaciones dobles, lo que resulta en un riesgo más elevado de mellizos.³ Dentro de un rodeo, vacas que produzcan más de 50 kilos de leche por vaca por día durante los 14 días previos al celo presentaron diez veces más probabilidad de una doble ovulación comparadas con vacas que producen menos de 40 kilos por vaca por día. Los autores han sugerido que una posible explicación para este fenómeno implica un metabolismo aumentado de los esteroides. Las vacas altamente productivas consumen mayores cantidades de alimento asociado a sus mayores niveles productivos. A medida que el consumo de alimentos aumenta, también lo hace el flujo de sangre a través del hígado, con una mayor tasa de eliminación de hormonas, que ha sido asociada con la selección de un único folículo dominante, el estradiol y potencialmente la inhibina.¹¹ Sin embargo, los mismos autores han sugerido una segunda razón para este mayor riesgo de ovulaciones múltiples en vacas altamente productivas.¹⁴ Esta explicación alternativa se relaciona también al metabolismo de esteroides, pero se debe a una mayor metabolización de la progesterona. La hipótesis es que durante el desarrollo folicular en vacas de alta producción los niveles circulantes de progesterona disminuyen, aun ante niveles de producción normales de la hormona. Como consecuencia de los menores niveles de progesterona, los niveles de FSH y LH pueden aumentar cerca del momento de selección folicular. Niveles más elevados y persistentes de LH y FSH permiten la supervivencia de folículos co-dominantes que normalmente sufrirían atresia.

Aun cuando las vacas altamente productivas sufren de problemas de expresión de celo, ovulaciones dobles y más días abiertos, estas vacas pueden preñarse casi tan rápido como las otras vacas del rodeo siempre y cuando la dirección de los establecimientos hace un esfuerzo reproductivo concertado. Vacas de alta producción tienden a tener el mismo riesgo de concepción, pero como fuera mencionado anteriormente, la detección de sus celos es más difícil. Una de las maneras de superar estos problemas de detección de celo y mantener buenos niveles de concepción es la implementación y el uso diligente de uno de los varios programas de inseminación a tiempo fijo, utilizados por tantos tambos. La primera prioridad, luego de asegurar una salud animal óptima, es intentar maximizar en número de vacas servidas dentro de los 21 a 30 días de terminado el periodo de espera voluntario. El encare más común de este problema en los Estados Uni-

dos es el uso del programa Presynch, seguido de alguna de las formas del programa Ovsynch o Cosynch.^{2, 9, 10} Brevemente, el programa involucra 2 inyecciones de prostaglandina F2a, con un intervalo de 10 a 14 días. Muchos productores inseminaron cualquier vaca observada en estro luego de la segunda inyección (la cual debe ser administrada hacia el final del periodo voluntario de espera) y mandaron el resto de las vacas directamente a un programa Ovsynch o Cosynch para asegurar que todas las vacas sean inseminadas en 30 días (asumiendo que se somete un 100% de los animales). Otros productores han adoptado un encare de inseminación a tiempo fijo, ignorando si las vacas muestran celo y haciéndolas pasar a todas por un programa completo de inseminación artificial a tiempo fijo.

En todo caso, una buena performance reproductiva no termina con la primera inseminación. Para obtener y conservar un alto PR, las vacas vacías deben ser detectadas tempranamente y ser re-inseminadas lo antes posible. Rodeos con buen manejo pueden hacer varias cosas para asegurar una rápida re-inseminación de vacas vacías. Primero, muchos rodeos han adoptado la evaluación veterinaria semanal para detectar vacas vacías lo más rápido y consistentemente posible, en oposición al chequeo del rodeo cada 2 o 4 semanas. Segundo, algunos veterinarios han comenzado a utilizar la ultrasonografía para identificación rápida de vacas vacías, en lugar de esperar que la preñez potencial tenga el tamaño suficiente para ser diagnosticada por palpación rectal. Sin embargo, el único valor que este examen reproductivo tiene para brindar al productor es cuando las vacas se detectan tempranamente Y ADEMÁS se toman las medidas necesarias para mejorar las probabilidades de que esa vaca se preñe cuanto antes.

Los encares en el manejo de las vacas en rodeos utilizando la inseminación artificial para re-inseminar varían ampliamente. Algunos veterinarios y productores también prefieren palpar el ovario para asegurarse la presencia de un cuerpo lúteo. Pero hay algunos problemas con este encare. Primero hay todo un tema de exactitud en la palpación rectal de estructuras ováricas. El siguiente problema es, asumiendo que se hizo un diagnóstico correcto de la presencia del cuerpo lúteo y que la dosis correcta de prostaglandina fue administrada, es que la vaca debe ser subsecuentemente observada en estro e inseminada. Las estimaciones por rodeo para detección de celo en Estados Unidos varían entre un 40 y un 60% aproximadamente basados en una variedad de registros de encuestas. Si solo el 50% del total de vacas elegibles para inseminación fueran inseminadas en casa celo, esto deja un 50% de las vacas que experimentarían luego un largo periodo de servicio y por lo tanto el PR disminuye.

Un encare alternativo a este problema que está ganando popularidad rápidamente en los Estados Unidos es el sometimiento inmediato de vacas diagnosticadas vacías a programas de Ovsynch o Cosynch. Una ventaja de este encare es que los errores de tipo I y II de la palpación rectal se minimizan al tratar a todas las vacas por igual sin importar que estructuras ováricas están presentes. Asu-



miendo un sometimiento de animales excelente, casi todas, si no todas las vacas, pueden ser re-inseminadas dentro de los 10 días de diagnosticadas vacías. Investigaciones realizadas por Moreira y col. Han demostrado de el riesgo de concepción esperado luego de un programa Ovsynch incrementa si la primer inyección de GnRH Es administrada en el momento adecuado del ciclo estral. Si se programa la visita semanal del veterinario con el momento optimo del ciclo para iniciar el Ovsynch, los veterinarios que utilicen la ultrasonografía estarían haciendo diagnostico de preñez a los 28 a 34 días de la inseminación. Este intervalo corresponde a los días 5 a 13 del ciclo estral, asumiendo un intervalo interestro de 21 a 23 días para vacas vacías, lo que resultaría en el momento optimo para que las vacas reciba la inyección de GnRH.

En otros tambos, para obtener y mantener una buena eficiencia reproductiva, todo el equipo de dirección debe trabajar en conjunto. Las vacas deben parir en buena condición corporal, un esfuerzo extra de hacerse para minimizar tanto el riesgo y el impacto de las enfermedades del periparto. La alimentación, el alojamiento y el ordeño debe hacerse de tal forma que los obstáculos o factores de estrés que puedan tener una influencia negativa sobre la ingesta y el mantenimiento de los requerimientos energéticos sea eliminados. Las raciones que sean probablemente balanceadas para cubrir todos los requerimientos de nutrientes de vacas de alta producción, incluyendo la fibra efectiva, deben ser ofrecidas consistentemente a y consumidos por los animales. Finalmente, un programa de manejo reproductivo debe ser implementado de tal forma que el semen sea consistentemente entregado a las vacas de forma correcta y oportuna sin importar el nivel productivo del animal. Si cada una de estas cosas pudiera ser hecha en forma consistente, el triunfo reproductivo debería ser el resultado.

Lista de referencias

1. Beam, S. W. and W. R. Butler. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl* 54:411-424.
2. Dejarnette, J. M. and C. E. Marshall. 2003. Effects of pre-synchronization using combinations PGF(2 alpha) and (or) GnRH on pregnancy rates of Ovsynch- and Cosynch-treated lactating Holstein cows. *Animal Reprod Sci* 77:51-60.
3. Lopez, H., D. Z. Caraviello, L. D. Satter, P. M. Fricke, and M. C. Wiltbank. 2005. Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci* 88:2783-2793.
4. Lopez, H., L. D. Satter, and M. C. Wiltbank. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim Reprod. Sci* 81:209-223.
5. Lucy, M. C. 2003. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reprod. Suppl* 61:415-427.
6. Mateus, L., L. L. da Costa, P. Diniz, and A. J. Ziecik. 2003. Relationship between endotoxin and prostaglandin (PGE(2) and PGFM) concentrations and ovarian function in dairy cows with puerperal endometritis. *Animal Reprod. Sci* 76:143-154.
7. Mateus, L., L. L. da Costa, F. Bernardo, and J. R. Silva. 2002. Influence of puerperal uterine infection on uterine involution and postpartum ovarian activity in dairy cows. *Reprod Domest Anim* 37:31-35.
8. Moreira, F., R. L. de la Sota, T. Diaz, and W. W. Thatcher. 2000. Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *J. Anim Sci.* 78:1568-1576.
9. Moreira, F., C. Orlandi, C. A. Risco, R. Mattos, F. Lopes, and W. W. Thatcher. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci* 84:1646-1659.
10. Pursley, J. R., M. C. Wiltbank, J. S. Stevenson, J. S. Ottobre, H. A. Garverick, and L. L. Anderson. 1997. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci* 80:295-300.
11. Sangsritavong, S., D. K. Combs, R. Sartori, L. E. Armentano, and M. C. Wiltbank. 2002. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17beta in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85:2831-2842.
12. Santos, J. E., S. O. Juchem, R. L. Cerri, K. N. Galvao, R. C. Chebel, W. W. Thatcher, C. S. Dei, and C. R. Bilby. 2004. Effect of bST and reproductive management on reproductive performance of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:868-881.
13. Sheldon, I. M., D. E. Noakes, A. N. Rycroft, D. U. Pfeiffer, and H. Dobson. 2002. Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reproduction* 123:837-845.
14. Wiltbank, M. C., H. Lopez, R. Sartori, S. Sangsritavong, and A. Gumen. 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Therio* 65:17-29.