

## ¿Los altos rendimientos en producción lechera, afectan la fertilidad del rodeo?

Claudio E. Glauber

Cátedra Bovinos de Leche. Departamento Producción Animal.  
Facultad Ciencias Veterinarias, UBA. Chorroarín 280, C1427 CWO, Ciudad Autónoma Buenos Aires  
Correo Electrónico: cglauber@fvvet.uba.ar

(Recibido 21-07-2012; Aceptado: 25-02-2013)

### Palabras clave

Vaca lechera, fertilidad, alta producción, correlaciones.

### Keywords

Dairy cow, fertility, high production, correlation.

### RESUMEN

Este trabajo revisa la problemática de la disminución de la fertilidad en las vacas lecheras y sus causas durante los últimos años. El aumento del nivel productivo ha provocado una menor eficiencia reproductiva. Se presentan valores históricos en diferentes países. La causa es una problemática multifactorial, la nutrición tiene un peso importante. Otros factores que influyen son el manejo, el clima y la detección de celos entre otros. Este manuscrito revisa las problemáticas nutricionales, reproductiva y genética y aproxima tendencias para solucionarlas. El mérito genético para la producción lechera puede afectar significativamente el patrón de cambio en las concentraciones plasmáticas de metabolitos y hormonas, las cuales pueden tener efectos sobre la actividad ovárica post-partal. Se propone mejorar la fertilidad desde la asignación y selección genética de toros, recurrir a tecnología reproductiva especializada y manejo nutricional adecuado a un sistema exigente para rodeos delicados y de alta producción lechera. Asimismo se propone la adecuación del manejo respecto al confort y control del stress calórico, en especial durante el período de transición. El objetivo de este trabajo es revisar los efectos del progreso genético en producción láctea sobre el desempeño reproductivo en vacas lecheras.

### SUMMARY

#### Does high yield milk production affect the fertility of the herd?

This paper reviews the problem of declining fertility in dairy cows and its cause in recent years. The increased level of production has led to decreased reproductive efficiency. Historical values in different countries are presented. The problem has a multiple factor origin. Nutrition plays a major role. Other influencing factors include handling, weather and heat detection among others. This manuscript reviews the nutritional, reproductive and genetics problems and approaches trends to solve them. The genetic merit in milk production can significantly affect the pattern of change in metabolite and hormone concentrations in plasma, which can have effects on the postpartum ovarian activity. It is suggested to improve fertility through the allocation and genetic selection of bulls, the use of specialized reproductive technology and an adequate nutritional management in a demanding system of sensitive and high milk production herds. Adjusting welfare management and heat stress control is also proposed, particularly during transition period. The aim of this paper is to review the effects of genetics progress on milk production on the basis of reproductive performance of the dairy cows.

### Introducción

La fertilidad en las vacas de tambo declina en todo el mundo<sup>24</sup>. En los rodeos lecheros de alta producción han aumentado los problemas reproductivos y disminuido sus tasas de desempeño reproductivo durante los últimos años, aparentemente, debido a causas multifactoriales como ser nutrición, manejo y genética entre otros. Entre las más relevantes se destacan aspectos nutricionales como el consumo voluntario de alimentos asociado a la producción de leche, el BEN (balance energético negativo) durante el post-parto y los niveles elevados de proteína en las dietas. Una variable reproductiva de importancia influenciada por el nivel de producción lechera y/o alimentación es la duración e intensidad de los celos. En Argentina, datos de la cuenca lechera santafesina central informa

que desde el 2002 al 2005 la tasa de concepción promedio anual disminuyó de 35% a 33% con marcadas variaciones anuales<sup>28</sup>. Otro estudio reportó en sistemas a pastoreo con suplementación en la cuenca de abasto a Rosario, Santa Fé, que la mayor producción de leche independientemente de la lactancia considerada, afecta los índices reproductivos por un alargamiento del intervalo parto-concepción en vacas lecheras.

La disminución de la fertilidad podría relacionarse con los aumentos de la producción lechera. El Programa de información de rodeos lecheros (DHI) del Departamento de Agricultura de USA informa que la raza Holstein incrementó su promedio de producción de leche 51,3 kilogramos por año. Simultáneamente se ha observado un deterioro en la reproducción. Esa tendencia no es muy precisa porque

altos niveles de producción a veces coinciden con buenos rendimientos reproductivos comparativamente con menor producción de leche. Otro factor recurrente que afecta la fertilidad es el tamaño del rodeo que se asocia con problemas en detección de celos (manejo), confinamiento asociado con trastornos sanitarios que afectan la reproducción: retención placenta, metritis, abortos, mortalidad embrionaria. Algunos investigadores consideran que la disminución de la fertilidad es solo una cuestión de deficiencia nutricional debido a una mayor demanda que implica el elevado rendimiento productivo. Por otro lado, es sabido que el mérito genético para producción de leche puede afectar significativamente el patrón de cambio de las concentraciones plasmáticas de metabolitos y hormonas, las que pueden tener efecto sobre la actividad ovárica post-partal.

El avance genético en vacas lecheras es notable: entre 1960 y 1990, en USA la ganancia genética fue de 150 Kg. por año y la producción por lactancia aumentó en 3000 kg<sup>11</sup>. En Israel<sup>12</sup> la producción de leche de vaca promedio es de 10.000 litros por año y los índices de concepción que en el invierno israelí superan el 50%, para el verano se reducen a menos del 20%.

La primera ovulación post-parto puede correlacionarse con la fertilidad. El intervalo parto-primera ovulación se ha prolongado en vacas modernas: en la década del 60 los registros indican 29 +/- 3 días, mientras que en la actualidad es 43 +/- 5 días<sup>37</sup>. Las vacas de alta producción ovulan folículos más grandes pero tienen concentraciones de estradiol circulantes más bajas, poseen más cantidad de tejido luteal, pero reducida la progesterona circulante.

A modo de solución, se plantea el uso de toros con alta fertilidad, programas de cruzamientos equilibrados con adecuada medición de rasgos genéticos, optimización de dietas, diseño de instalaciones y sistemas de manejo para reproducción óptimos<sup>32</sup>.

En USA se ha informado una disminución en los porcentajes de concepción en vacas lecheras durante los últimos 40 años. Así en 1950 dicha tasa fue 65% y en el 2000 fue menor del 40%<sup>23</sup>. Desde mediados de los ochenta hasta la actualidad, el promedio de producción de leche se incrementó desde 7.000 a 10.000 Kg. por lactancia. En México se informó 50% en la década del 80 y actualmente menor al 40%<sup>7</sup>. En Australia y países europeos, ésta tendencia es semejante a pesar del menor nivel de intensificación en los rodeos lecheros. En el Reino Unido, la tasa de preñez a primer servicio ha caído de 56% en la década del 70 y 80 a 40% durante la década del 90 bajando a un ritmo o del 1% por año<sup>33</sup>.

Un estudio en México con casi 30.000 vacas y 70 rodeos con un rango de producción entre 7.500 y 12.000 Kg. (en 365 días) permitió establecer que la producción no afectó el intervalo entre partos, servicios por concepción ni intervalo parto-concepción. El mismo estudio concluye que la producción puede ser causa de menor fertilidad cuando se lo relaciona con un deficiente manejo de la alimentación<sup>7</sup>. Otro factor que se ha asociado con la baja fertilidad es el aumento en el número de vacas en los rodeos (industrialización en la producción de leche). El tamaño del rodeo conlleva otros tipos de problemas asociados con el manejo (detección de celos) y además el confinamiento en grandes grupos puede afectar la fertilidad, ya que ésta se asocia con la incidencia de diversas patologías que afectan la reproducción.

## Desarrollo

### Componente reproductivo

Cuando la leche y sus componentes fueron utilizados como las principales características para selección comienza a resentirse la fertilidad<sup>22</sup>. La duración media del celo en vacas en lactancia se ha reducido a menos de 8 horas. La tasa de concepción es más baja en lactación (generalmente entre un 25 a 40%) que en vaquillonas (60 a 75%). La tasa de mellizos en vacas lecheras es mayor que en vaquillonas y puede ser tan alta como el 20% en algunos tambos. La pérdida de preñez es mucho más alta en vacas que en vaquillonas. La tasa de parición en ganado Holstein ha disminuido a un ritmo de 0,5 a 1% anual<sup>22</sup>. Estas tasas de parición disminuidas fueron observadas en vacas pero no así en vaquillonas.

Aumentos en producción debido a genética y alimentación han provocado descenso de la fertilidad medida en tasas de concepción, tasas de detección de celo, tasas de preñez efectiva y mortalidad embrionaria. Las vacas lecheras de alta producción tienen períodos de celo más cortos, menos eventos de recepción de monta y menos tiempo de recepción de monta cuando se las compara con vacas de baja producción<sup>24</sup>. En los últimos 30 años la pérdida de fertilidad en las vacas de alta producción ha sido del 1% cada 2,5 años<sup>27</sup>.

Los animales en balance energético negativo presentan un perfil hormonal que se caracteriza por niveles sanguíneos elevados de la hormona de crecimiento y ácidos grasos no esterificados, y bajas concentraciones de IGF-I (Factor de crecimiento semejante a Insulina I), insulina y glucosa. Estos cambios hormonales son los principales responsables de la alteración reproductiva. La ingesta de materia seca aumenta gradualmente luego del parto hasta lograr su equilibrio a las 7 u 8 semanas del mismo.

El descubrimiento de la hormona leptina ha introducido otra posible explicación del anestro. La leptina es una hormona secretada por el tejido adiposo que regula diversas funciones metabólicas, digestivas y reproductivas, el mantenimiento de un adecuado balance energético, entre otras. Influye en la partición de nutrientes energéticos y participa en la disminución de la secreción de GnRH (Hormona liberadora de gonadotropinas) a nivel hipotálamo, se involucra en el reinicio de la etapa foliculogénica del post parto. Se demostró que cuando la grasa corporal disminuye por debajo de 12,1% cesa la actividad reproductiva. Esto corrobora la importancia de la leptina en la regulación de la reproducción<sup>6</sup>.

Oocitos de vacas con baja condición corporal fertilizados *in vitro* presentaban menores tasas de segmentación y desarrollo comparando con vacas de mejor condición corporal. La baja calidad del oocito y un desarrollo embrionario temprano deficitario podrían reflejar un estado inadecuado del desarrollo folicular en el post-parto. El desarrollo folicular comprometido puede relacionarse con factores que vinculan la nutrición con la reproducción<sup>24</sup>. Muchos de los mecanismos involucrados en el transporte de gametas, fecundación y desarrollo embrionario inicial sufren la influencia de las hormonas esteroides ováricas y consecuentemente afectan el desempeño reproductivo. Por ejemplo en un ensayo la tasa de concepción se redujo de 54% a 15% debido a la aparición o existencia de folículos persistentes en vacas en lactación. Esa persistencia del folículo dominante, frecuente en vacas de alta producción se asocia a la exposición prolongada de elevadas concentraciones de E2 (estrógenos) antes de la ovulación<sup>1</sup>. Las vacas de alta producción que presentan determinados desequilibrios hormonales tienen ciclos estrales más cortos y muestran menos signos de celo que lo esperado, debido a niveles subóptimos de estradiol. Presumiblemente, el incremento de los anestros es causado por una disminución en la pulsatilidad de la LH (hormona luteinizante) que es secundaria al balance energético negativo (BEN) en la vaca de tambo seleccionada para producción de leche<sup>22</sup>.

Investigaciones de la Universidad de Wisconsin-Madison<sup>19</sup> informan menor duración (6,2 vs. 10,9 horas) e intensidad (6,3 vs. 8,8 aceptación de monta) de celo en vacas de alta producción y que superan ampliamente el promedio nacional de producción lechera (más de 39,5 Kg. /día) al comparar con las de menor producción (menos de 39,5 Kg. /día) de leche.

Un estudio<sup>15</sup> reporta que tanto las vacas de alto mérito genético como las de mérito genético medio reiniciaron su actividad ovárica y su involución uterina al mismo tiempo pero la expresión del celo fue marcadamente distinta, ya que las vacas de alto mérito retrasaron su aparición al comparar con las de medio mérito.

Otros estudios<sup>21</sup> sugieren que las asociaciones entre desempeño reproductivo y producción no se afectan con una correcta nutrición, confort en las vacas y buen manejo. Estos autores sugieren que es necesaria mayor información para cuantificar y permitir referencias de tipo temporal en el análisis reproductivo; no sería adecuado medir la reproducción solo en base a la concepción y es necesario establecer un

análisis multivariable para la evaluación del desempeño reproductivo.

Desde las opciones en manejo reproductivo para resolver el problema a corto plazo, la manipulación del ciclo estral y el control de la ovulación parecen ser buenas estrategias. Ha sido estudiada con profundidad la aplicación de métodos para controlar el desarrollo folicular, promover la ovulación de vacas en anestro, provocar la regresión del cuerpo lúteo en vacas cíclicas, sincronizar estros y ovulaciones antes de la inseminación artificial (celo detectado a tiempo fijo). Por otro lado, con la tendencia global de controlar más estrictamente los costos, aumentar el tamaño de los rodeos y cambiar las prácticas de manejo, se presenta una pobre relación con la escasez de mano de obra calificada y menos tiempo disponible dedicado a detectar señales fisiológicas entre las vacas, como los signos de detección de celos, que son la base de un buen desempeño reproductivo.

#### **Componente Nutricional: Interacciones con la fertilidad y la producción.**

Los pequeños desajustes nutricionales mostrarán antes sus consecuencias sobre la reproducción que sobre la producción de leche. La causa más frecuente de fallo reproductivo en la vaca lechera es la mortalidad embrionaria temprana (cerca del 30% del total de las causas) y en la mayoría de las ocasiones asociadas a un error nutricional. Incluso la metritis que tiene un claro componente infeccioso puede o suele ser consecuencia de una nutrición inadecuada<sup>4,23</sup>.

Además del efecto ocasionado por los cambios metabólicos y bioquímicos provocados por el BEN (balance energético negativo), las dietas ofrecidas a las vacas lecheras de alta producción también pueden afectar su fertilidad. Esto es frecuente cuando se administran dietas con alto contenido proteico en relación al consumo de energía. Dietas con proteína cruda de 17 a 19% ocasionan disminución de la fertilidad. Las vacas alimentadas con esos niveles de proteínas tienen elevadas concentraciones de urea y derivados sanguíneos y en los fluidos uterinos que afectan la viabilidad espermática, ovular y embrionaria. Ha sido demostrado<sup>38</sup> que cuando la pérdida de condición corporal en el periodo post-parto fue severa (pérdida de más de un punto de condición corporal), se prolongaba el intervalo parto-primer ovulación, los días al primer celo, el intervalo parto-concepción y el número de servicios por concepción. Los rodeos que presentan trastornos reproductivos en las primeras semanas post-parto muestran en su perfil menores concentraciones de glucosa que aquellas con buena fer-

tilidad. Ha sido establecido<sup>4</sup> que no es la condición corporal del momento, sino la magnitud de su pérdida lo que afecta a la función reproductiva, al respecto se recomienda que el animal no pierda más de un (1) punto de condición corporal en el periodo de post-parto.

Respecto al desarrollo folicular en vacas Holstein multiparas se determinó una correlación positiva (0,55) entre el intervalo parto - primera ovulación y los días para alcanzar el nadir. Los folículos dominantes que surgieron después del nadir produjeron más estradiol y una mayor proporción fueron ovulatorios. Otro estudio demostró que la magnitud del nadir se relacionó con el retraso de la reactivación ovárica. Por cada disminución en el nadir de 10 MJ /d se presentó un aumento de 1,25 días en el intervalo a la primera ovulación<sup>8</sup>.

Una elevada cantidad de proteínas en la dieta, entre otras causas, hace aumentar la concentración de nitrógeno ureico a más de los valores normales, de 20 a 30 Mg/dl. Un ensayo chileno<sup>29</sup> realizado sobre 82 establecimientos lecheros con más de 2000 vacas reporta, a través de muestras de leche de tanque, disminución de tasas de concepción al primer servicio del 73% al 51% cuando la concentración de urea en leche superó 7,3 mmol/L (20,4 ng/dL MUN). Existe una correlación negativa entre la correlación de MUN (nitrógeno ureico en leche) y la tasa de concepción a primer servicio.

En términos generales, dietas proteicas que no produzcan concentraciones plasmáticas de nitrógeno ureico por encima de 20 mg/dl, no parecen comprometer la fertilidad en vacas lecheras<sup>10</sup>. Butler relató que los efectos negativos de la alta proteína pueden ser medidas por un descenso en el pH uterino que en combinación con la baja progesterona crea un ambiente uterino hostil al embrión. El exceso de proteína degradable en la dieta incrementa las concentraciones plasmáticas de urea y de amonio en plasma y útero, incrementando la mortalidad embrionaria. El efecto de la urea o amoníaco a nivel uterino sobre la reproducción parece estar más ligado a la función hormonal que al efecto tóxico directo de estos componentes sobre el embrión<sup>13</sup>. Se han descrito varios mecanismos por el cual el exceso de proteína afecta la fertilidad de las vacas:

- a) influye sobre la movilidad y viabilidad de las gametas (espermatozoides y óvulos) y del embrión,
- b) altera el eje hipotálamo-ovario,
- c) afecta la eficiencia del metabolismo y estatus energético<sup>10</sup>.

El suministro de raciones con un 21% de proteína en comparación de un 17% redujo el índice de concepción y aumentó el intervalo entre partos en va-

cas de cuatro o más lactancias. Dietas insuficientes como exageradas en nivel proteico afectan de una u otra manera el desempeño reproductivo. Cualquier exceso proteico generará amoníaco, ya sea por excesiva producción de amoníaco en el rumen o por excesiva deaminación a nivel hepático. Independientemente de su origen, el hígado lo convertirá en urea, pues el amoníaco es un agente tóxico. La concentración de urea en leche es un buen indicador de proteína sérica. La concentración de urea en leche se estabiliza con la concentración de urea en sangre en menos de una hora<sup>9</sup>. Respecto a la interpretación debe considerarse que las primiparas suelen presentar concentraciones de urea inferiores a animales adultos. También hay un efecto estacional dado que es superior en meses estivales y un efecto de nivel productivo porque existe una correlación positiva entre la producción de leche y la concentración de urea en leche.

Un correcto desarrollo folicular necesita adecuados niveles de proteína. Al comparar una ración con 7,7% de proteína con una de 22,5% se observó disminución de 29% en presentación de celos, un retraso en su aparición de 11 días y tasas de concepción al primer servicio del 25 vs. 71%, respectivamente<sup>34</sup>. También raciones insuficientes de proteína se relacionaron con mortalidad embrionaria temprana<sup>18</sup>.

La energía es el nutriente que más efecto o influencia tiene sobre la reproducción. Un déficit de energía (balance energético negativo, BEN) o un exceso o consumo elevado de energía o materia seca en la ración afectan negativamente el desempeño reproductivo en las vacas lecheras<sup>8</sup>. La utilización de la medición de la condición corporal es un método sencillo, práctico y muy eficaz como indicador del balance energético (perder condición el balance es negativo).

Mapletoft y col.<sup>24,26</sup> analizaron tasas de preñez luego de la transferencia embrionaria y encontraron que las receptoras con baja condición corporal tuvieron menores tasas de concepción cuando se las comparó con receptoras con un score alto de condición corporal. La pérdida embrionaria luego del día 28 de preñez fue mayor en vacas que perdieron la mayor cantidad de condición corporal<sup>36</sup>.

En una revisión de 26 ensayos<sup>5</sup> el BEN se alcanzó aproximadamente a los 50 días en leche (DEL) con un BEN máximo a los 11 días post parto. Este período ha sido asociado con inmunosupresión, enfermedades del periparto y mayor intervalo entre parto y primera inseminación.

Dietas energéticas altas con alto contenido en granos utilizadas en vacas

de alta producción frecuentemente generan alteraciones subclínicas en el pH ruminal, que se asocian con baja fertilidad. Un factor de riesgo de pérdida de gestaciones tempranas es la acidosis ruminal. La dieta alta en granos ocasiona acidosis y elevación de endotoxinas libres, las cuales provocan liberación de prostaglandina F<sub>2</sub>alfa y regresión de cuerpo lúteo<sup>31</sup>.

La utilización de grasa protegida en el rumen se ha propuesto para integrar la dieta de vacas lecheras de alta producción. Las investigaciones ofrecen distintas conclusiones. Los efectos positivos de la suplementación con grasas se deben al estímulo del crecimiento folicular ovárico en asociación a un aumento en el balance energético<sup>24</sup>.

Todos los macro y micro minerales necesarios para el crecimiento y la producción son también importantes para la reproducción. Las vitaminas A-D-E, el calcio, fósforo, selenio, cobre y zinc tienen una relevancia especial en la función reproductiva. Han sido descritos concentraciones más elevadas de beta-estradiol y vitamina A en los folículos que terminaron en ovulación que en aquellos que terminaban en atresia<sup>34</sup>.

Las vitaminas liposolubles se encuentran ligadas con el comportamiento reproductivo. Su carencia provoca subfertilidad. Beta caroteno, vitamina A, vitamina E junto con selenio desarrollan una función de prevención en la retención de placenta y deben ser suministradas durante el último mes de gestación. Cuando el consumo de Se (selenio) es más bajo de lo requerido, la vitamina E puede tener efecto en la incidencia y severidad de cierto tipos de infecciones<sup>44</sup>. La deficiencia de cobre ha sido asociada con infertilidad; dicho mineral participa en el mantenimiento de la secreción de gonadotropinas desde la hipófisis y en la reducción de stress oxidativo a nivel ovárico.

La propuesta conceptual se fundamenta en trabajar en el diseño de dietas para mejorar la fertilidad. Además de una nutrición adecuada, otras estrategias de manejo pueden ser empleadas para intentar mejorar la reproducción como ser la suplementación alimentaria con ácidos grasos poliinsaturados y el control afinado de las proporciones de PB (proteína bruta) en la dieta<sup>35</sup>.

#### **Efecto fisiológico**

La naturaleza establece prioridad a las funciones de preñez - lactancia y permite que éstas ocurran a expensas de otros procesos bioquímico-metabólicos. De esa forma se genera una respuesta compensatoria llamada homeorresis que provoca aumento de lipólisis en el tejido graso, en el hígado un aumento de la gluconeogénesis y de la glicogenólisis, en el tejido muscu-

lar y óseo la movilización de reservas proteicas y minerales. Estos mecanismos alteran el metabolismo del animal y favorecen el flujo de nutrientes hacia la glándula mamaria. Este efecto se traduce fisiológicamente en pérdida de peso y condición corporal. La cantidad de leche que produce la vaca es afectada por el nivel de reservas corporales, esto tiene que ver con el nivel genético, sus reservas corporales y su rendimiento lácteo normal. En un trabajo<sup>40</sup> se estimó que en las primeras ocho semanas de lactancia la movilización de reservas corporales aportó los nutrientes necesarios para producir el 19% de la producción total de leche.

#### **Componente Genético**

La tasa de ganancia genética en producciones de leche alcanza el 1,5% por año, debido al uso eficaz de la inseminación artificial, las pruebas de progenie y la intensa selección de toros para su uso a nivel mundial. Los índices de selección genética en el pasado no incorporaron aspectos reproductivos. La reproducción nunca va a mejorar si es subvalorada en relación con otros aspectos por parte de los científicos que desarrollan los índices de selección para vacas lecheras<sup>24</sup>.

Algunos investigadores sugieren que la disminución de la fertilidad se debe a deficiencia nutricional dado la mayor demanda motivada por una mayor producción lechera. Esto se debe a que las tasas de concepción en vaquillonas no han tenido el mismo cambio que en las vacas. Esto sugiere que la selección genética para producción de leche no causa la baja fertilidad; otros factores están involucrados como factores fisiológicos y de manejo. A medida que los rodeos se hacen de mayor escala y más intensificación, la relación producción-reproducción se hace más evidente.

Varios trabajos reportan correlaciones genéticas positivas entre nivel de producción de leche y el intervalo entre partos (IPP); estas correlaciones oscilan entre 0,22 y 0,59<sup>46</sup>. En razas como la Holstein americana, el potencial genético para la producción de leche ha aumentado cerca de 3000 kg por lactancia, y se ha duplicado en 40 años<sup>37</sup>. Desafortunadamente, hay correlaciones genéticas negativas claras entre la tasa de producción de leche y la fertilidad, la presencia de mastitis y otros rasgos de la salud. Las correlaciones desfavorables encontradas son principalmente de -0,2-0,4 indicando que la selección para la producción de leche solamente conduce a una fertilidad más pobre y a menor salud animal, afectando seriamente el bienestar de la vaca<sup>30</sup>. La mayoría de los genetistas concuerdan que el uso inadecuado de semen-

tales seleccionados sin tener suficiente consideración en los caracteres reproductivos y con un enfoque mayoritario en aumentar la producción de leche, ha conducido a un deterioro documentado de la fertilidad<sup>41</sup>. La mayor limitación es que la raza Holstein es superior en términos de producción lechera. Por lo tanto, a pesar de que existe heterosis para la producción lechera, la vaca cruza produce menos leche que la Holstein. Las vacas cruza Holstein-Jersey presentaron una mejor fertilidad que las vacas Holstein cuando se las estudió dentro de un rodeo de investigación universitaria<sup>16</sup>.

La exportación de semen norteamericano Holstein entre 1970 y 1990 ha conducido a una globalización de la genética lechera con toros altamente emparentados, teniendo como resultado el incremento en los niveles de consanguinidad<sup>11</sup>. Comparativamente, el análisis de países/regiones permite deducir que Suecia ha podido evitar la disminución de la fertilidad de las hijas y estabilizar la resistencia a la mastitis usando por más de 30 años el Programa Nacional sueco de crianza, con la incorporación directa de varios rasgos funcionales de la reproducción y salud animal, por ejemplo fertilidad, longevidad, facilidad de parto, saludo de la ubre y salud podal. En suma, a pesar de la obvia presencia de complejas asociaciones fisiológicas que regulan la correlación genética negativa entre nutrición y fertilidad, dicha reducción no necesariamente sería consecuencia directa del aumento de la producción láctea inducida genéticamente, sino que más bien sería causada por la falta de peso apropiado de algunos caracteres (fertilidad) al ser usados en la selección de acuerdo a la meta de reproducción<sup>41,43</sup>. Los resultados logrados en países nórdicos, al mantener una tendencia genética constante hacia la fertilidad y en los caracteres de parto de las vacas lecheras, mientras se mantiene el incremento en la ganancia genética de la producción láctea, indica que es posible mejorar. Conceptualmente, la selección genética por aspectos reproductivos debe ser practicada de igual manera con el único objetivo de lograr una mejor fertilidad a través de un abordaje balanceado<sup>22</sup>.

El mérito genético para alta producción de leche a menudo conduce, a lo largo del año a la reducción de la eficiencia reproductiva en comparación con vacas de mérito genético menor o bajo, esto ha sido determinado en vacas Holstein en el sur de Estados Unidos. Sin embargo, otros estudios no han podido detectar correlaciones entre eficiencia reproductiva y la producción de leche, consumo de alimento o las concentraciones plasmáticas de glucosa, AGNE

(Ácidos grasos no esterificados) o IGF-I (factores de crecimiento similares a Insulina I) entre parto y primer servicio, lo que indica que hay que tener precaución cuando se usan éstos marcadores para predecir la eficiencia reproductiva<sup>39</sup>. A largo plazo la propuesta es mejorar la genética de la reproducción de la vaca lechera a través de una selección genética balanceada<sup>42</sup>.

La alta producción lechera por sí misma no siempre provoca efectos negativos sobre la fertilidad, los cuales parecen depender del rodeo y ambiente de producción y las interacciones entre instalaciones, manejo y nutrición con la fertilidad han sido demostradas<sup>45</sup>.

Un estudio reciente uruguayo indica que el porcentaje de preñez en los 60 días de IA fue mayor en las vacas HU (Holando uruguayas) x HNZ (Holando uruguayas x hijas de madres Holando uruguayo y padres Holando de Nueva Zelanda) que en las vacas HU. La mayor fertilidad de las HNZ frente a las Holstein Americano ha sido reportada en varios trabajos. El usar toros Holstein Friesian sobre vacas con una alta proporción de genética USA ha permitido mejorar la fertilidad de las vacas hijas de ese "cruzamiento". Trabajos recientes han demostrado en tambos comerciales de Uruguay mejor desempeño reproductivo en vacas hijas de toros Holstein Friesian de NZ en comparación con vacas hijas de toros Canadienses o Europeos<sup>20</sup>.

### **Stress calórico**

El ganado lechero es altamente susceptible a altas temperaturas. El stress calórico, afecta a todos los animales de alta o baja producción produciendo mortalidad embrionaria temprana, aunque el efecto sea más evidente en las primíparas. El porcentaje de concepción llega a disminuir desde el 40% hasta el 15% durante el verano<sup>2</sup>. En vacas con stress calórico es común que la temperatura corporal alcance valores entre 39,5 °C a 41 °C lo cual afecta en primer lugar a la función celular<sup>14</sup> y tiene efectos negativos sobre la reproducción. Una reducción de la fertilidad ha sido observada en regiones de USA y Canadá donde hasta hace

pocos años no era evidente el efecto del stress calórico y actualmente ya se nota durante el verano<sup>17</sup>. El manejo estratégico y adaptado al sistema de producción de las condiciones adversas de stress calórico son herramientas imprescindibles para evitar mayores pérdidas reproductivas<sup>42</sup>. Cuando la temperatura del aire excede 27°C, aún con baja humedad relativa, el animal siente el efecto del calor en exceso que lo afecta negativamente y provoca cambios fisiológicos y de comportamiento. El stress calórico afecta la reproducción y la producción de leche. Con dietas equilibradas, abundante agua y manejo de sombra, es posible mejorar la producción un 20%. También impacta el consumo de alimento, la nutrición y la fertilidad en vacas lecheras y más aún cuando ellas tienen elevado mérito genético y alta producción<sup>12</sup>.

### **Conclusiones**

El progreso genético continuo de la producción de leche combinado con el manejo nutricional de la vaca lechera sin prestar suficiente atención al desempeño reproductivo ha contribuido a la relación inversa entre producción lechera y reproducción. En esta revisión se analiza el estado actual de éste multifactorial problema de la infertilidad y el desempeño reproductivo de las vacas lecheras que disminuye frente a la alta producción e intenta ofrecer y sugerir soluciones a corto, medio o largo plazo.

El avance de la genética para producir más leche ha provocado disturbios en el ámbito reproductivo de las vacas lecheras de alta producción. La causa de la subfertilidad en la vaca lechera es multi-factorial, no solo originada por el BEN lactacional. El mal manejo nutricional, particularmente antes y después del parto, conduce realmente a la infertilidad. Biológicamente muchas anomalías reproductiva pueden vincularse con la distribución de nutrientes y con el balance energético negativo a través de mecanismos hormonales involucrados. Los efectos de la nutrición sobre la reproducción se

manifiestan en el ovario, útero e hipófisis-hipotálamo.

A la vez que ha aumentado la ganancia genética para producción de leche, el desempeño reproductivo de las vacas ha desmejorado simultáneamente. Han sido presentados trabajos que reportan correlaciones genéticas positivas entre el nivel de producción de leche y el intervalo entre partos. El mérito genético para alta producción conduce a la reducción de la eficiencia reproductiva en comparación con vacas de mérito mediano o bajo.

El manejo nutricional adecuado es básico y fundamental para el correcto desempeño reproductivo en vacas lecheras. En vacas de alta producción el consumo de dietas con alto valor energético y proteico puede provocar trastornos reproductivos: mortalidad embrionaria, atraso en la ciclicidad postparto, metabolismo esteroideo elevado, entre otros. Estrategias nutricionales han sido utilizadas para minimizar el problema. Un manejo nutricional adecuado podría mejorar el desempeño reproductivo en vacas de alta producción. Junto con la nutrición adecuada, técnicas de manejo deben ser utilizadas para optimizar el desempeño reproductivo: control del ancestro, maximizar y adecuar a cada sistema la eficiencia en sistemas de ayuda para detección de celos, programación de la ovulación. Debe considerarse el papel de las instalaciones sobre la manifestación de los signos de celo y la posibilidad de poder ser detectados.

El desbalance energía / proteína en la dieta de las vacas lecheras es un desequilibrio nutricional que debería ser monitoreada mediante la determinación de urea en leche en los sistemas de producción lechera pastoriles o semipastoriles.

Como opción de mejora en la fertilidad se promueve la utilización de tecnología reproductiva justificada involucrada en un sistema de producción lechera sustentable, con técnicas adecuadas de regulación hormonal del ciclo estral, programas reproductivos con dispositivos altamente automatizados adaptados a cada rodeo y la tecnología disponible.

## Bibliografía

1. **Ahmad N, Townsend CD, Dailey RA.** Relationship of fertility patterns of ovarian follicular in dairy cows. *J Anim Sci* 1996; 74: 1943-1952.
2. **Aréchiga FCF.** Efectos adversos del stress calórico en la reproducción del ganado bovino. Universidad Nacional Autónoma de México. *Rev. Mejoramiento animal* 2000:135-150. México DF.
3. **Beam SW, Butler WR.** Energy balance and ovarian follicle, postpartum follicular dairy cattle. *J Dairy Sci* 1998; 81: 121-131.
4. **Britt JH.** Follicular development and fertility: Potential impacts of negative energy balance. *Proc III Congr Int Med Bov. Santander, 1995.*
5. **Brixy JD.** Validation of a prediction equation for energy balance in Holstein cows and Heifers. MS Thesis. University Idaho. Moscow, 2005.
6. **Cassady JM.** Initial body composition modulates reproductive response of heifers to nutritional manipulation. Msc Thesis. University of Minnesota, 2000.
7. **Cerón JH.** Causas y tratamientos de la infertilidad en la vaca lechera. Tesis de maestría. UNAM.
8. **DeVries D, Veerkamp RF.** Energy balance dairy cattle management. *J Dairy Sci* 2000; 83: 62-69.
9. **Elrod CC, Butler W.** Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J Anim Sci* 1993; 71: 694-701.
10. **Ferguson JD, Gilligan DT, Blanchard T.** Serum urea and conception rate. *J Dairy Sci* 1993; 76: 3742-3746.
11. **Funk DA.** Major advances in globalización and consolidation of the artificial insemination industry. *J Dairy Sci* 2006; 89: 1362-1368.
12. **Gallardo M, Valtorta S.** Producción y bienestar animal. Estrés por calor en ganado lechero: impactos y mitigación. Ed. Hemisferio Sur, 2011. pp 124.
13. **Gilbert RO.** La reproducción del vacuno lechero: Nutrición y Fisiología. Alex Bach. Purina Española. 1996.
14. **Hansen LB, Drost M, Chase CC.** Adverse impact of the heat stress on embryo production: Causes and strategies for mitigation. *Theriogenol* 2001; 55: 91-103.
15. **Harrison RO, Ford SP, Young JW.** Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *J Dairy Sci* 1990; 73: 2749-2758.
16. **Heins BJ, Hansen LB.** Crossbreds of Jersey/Holstein compared to pure Holstein for production and fertility. *J Dairy Sci* 2005 (Supplement 1), 245-246.
17. **Kadzere CT, Murphy MR, Maltz E.** Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Productions Science* 2002; 77: 59-91.
18. **Kaur H, Arora S.** Reproducción en vacunos. *Nutr Res Rev* 1995; 8: 121-136.
19. **Lopez H, Satter LD, Wiltbank MC.** Relationship between level of milk production and oestrus behaviour of lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci* 2004; 81: 209-223.
20. **Laborde D.** Conferencia. XL Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, 2012.
21. **Leblanc S, Campbell M.** Es la alta producción compatible con un correcto resultado reproductivo en el rodeo lechero bovino?. Conferencia Congreso Mundial Buiatría, Chile, 2010
22. **Lucy MC.** Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2 alfa. *J Dairy Sci* 1991; 74: 483-489.
23. **Lucy MC.** Non lactational traits of importance in dairy cows and applications for emerging biotechnologies. *New Zealand Vet J* 2005; 53: 406-415.
24. **Lucy MC.** XXXVI. Conferencia post parto en vacas lecheras. Fisiología. Jornadas Uruguayas de Buiatría, Uruguay, Junio 2008.
25. **Marini P.** Producción e IPC en vacas lecheras de 1° a 5° lactancia. *Rev Arg Prod Anim* 2003; 23: 165-175.
26. **Mapletoft RJ, Lindsell CE, Pawlshyn V.** Effects of clenbuterol, body condition, and nonsurgical embryo transfer equipment on pregnancy rate in bovine recipients. *Theriogenol* 1986; 25: 172.
27. **Marrodán M.** Comunicación. Infotambo 271:116, Diciembre 2011.
28. **Martino D.** Pag. Econoagro. Relación fertilidad con desbalance nutricional. Sec. Ganadería. 2007.
29. **Noro M, Vargas V, Pulido R, Wittwer F.** Determinación de urea en leche. *Chile Vetermas* 2003; 2: 25.
30. **Oltenucu PA, Algers B.** Selection for increased production and the welfare of dairy cows. *Ambio* 2005, 34:311-315.
31. **Ortiz O.** Análisis de sobrevivencia y serología prospectiva en estudio de abortos. *Academia Reproducción y Biología CA: 29-42, 1997.*
32. **Rodríguez-Martínez H.** La eficiencia reproductiva en vacas lecheras de alta producción: Es sostenible con las prácticas de manejo actuales? *IVIS Reviews in Vet Med, Ithaca NY USA, 2008*
33. **Royal MD, Allcock J.** declining fertility in dairy cattle. *Anim Sci* 2000; 70: 487-501.
34. **Resser RG, Williams RJ.** Reproductive and nutritional aspect of breeding cows. *Anim Sci* 1988; 66: 58-63.
35. **Sartori R, Gumen A, Wiltbank MC.** Comparison of artificial insemination versus embryo transfer in heifers and lactating cow. *Theriogenol* 2006; 65: 1311-1321.
36. **Silke V, Diskin MG, Kenny DA, Boland MP, Dillon P, Mee JE et al.** Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 2002; 71: 1-12.
37. **Silvia, WJ.** [www.vetsite.org/publish/articles/000043/article.html](http://www.vetsite.org/publish/articles/000043/article.html). 2003.
38. **Smith WL, Marnett L.** *Biochim Biophys Acta* 1083:1, 1991.
39. **Snijders SE, Dillon PG, O'Farrell KJ, Diskin M, Willie AR, O'Callaghan D et al.** Genetics merit for milk production and reproductive success in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 2001; 65: 17-31.
40. **Sutter F, Beever DE.** Energy and nitrogen metabolism in Holstein-Friesian cows during early lactation. *Anim Sci* 2000; 70:503-514.
41. **Veerkamp RF, Breerda B.** Genetics and genomics to improve fertility in high producing dairy cows. *Theriogenol* 2007; 68S:266-273.
42. **Velasco Molina J.** Prácticas para reducir el estrés por altas temperaturas en las vacas lecheras. ABS México. Artículos técnicos. [www.absmexico.com.mx](http://www.absmexico.com.mx).2008.
43. **Weigel KA.** Prospects for improving reproductive performance through genetics selection. *Anim Reprod Sci* 2006; 96: 323-330.

**44. Weiss WP, Hogan JS, Smith KL.** Effect of vitamin E supplementation in diets with a low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cow. J Dairy Sci 1997; 80: 1728-1737.

**45. Windig JJ.** Influence of herds environment on health and fertility and their relationship with milk production. J Dairy Sci 2005; 88: 335-347.

**46. Zambianchi AR.** Efectos genéticos en producción lechera. Rev Brasil Zoot 1999; 28: 1263-1267.