

Disminución de la fertilidad en vacas lecheras: ¿Es posible revertir la tendencia?

Matthew C. Lucy ⁽¹⁾

Resumen

La fertilidad de las vacas lecheras declinó durante décadas y ahora parece estar mejorando. La reducción parece estar explicada por la correlación genética negativa entre producción de leche y reproducción. La mejora en la fertilidad puede ser explicada en parte por la mayor selección genética por rasgos de fertilidad y longevidad. Hay cuatro componentes primarios que colectivamente contribuyen al descenso en la fertilidad.

Ellos son: 1) anovulación y comportamiento de anestro; 2) función ovárica anormal en vacas cíclicas; 3) pobre calidad de gametas y embriones preimplantación y 4) incompetencia útero-placentaria. Las soluciones a corto plazo probadas en el mundo son: 1) uso de toros de alta fertilidad en IA; 2) programas de manejo reproductivo intensivo (sincronización y resincronización); 3) tratamiento de vacas post-inseminación para aumentar la fertilidad y 4) dietas diseñadas para mejorar la fertilidad. Las soluciones a largo plazo incluyen mejorar la genética para reproducción a través de una estrategia de selección balanceada que incluya rasgos reproductivos y longevidad.

Fertility depression in dairy cows: is it possible to reverse the trend?

Summary

The fertility of dairy cows has declined for decades but now appears to be improving. The decline in fertility can be explained by the fact that the genetic correlations between milk production and reproduction are negative. The improvement in fertility can be explained in part by greater genetic selection for fertility and longevity traits. There are four primary components that collectively contribute to the decrease in dairy fertility.

They are: 1) anovulation and behavioral anestrus; 2) abnormal ovarian function in cyclic cows; 3) poor gamete and preimplantation embryo quality; and 4) uterine/placental incompetence. The short-term solutions that are proven successful worldwide are to: 1) use high fertility AI sires; 2) practice intensive reproductive management programs (synchronization and resynchronization); 3) treat cows after insemination to increase fertility; and 4) feed diets that are designed to improve fertility. The long-term solutions are to improve the genetics for dairy reproduction through a balanced genetic selection strategy that includes reproductive traits and longevity.

1. Introducción

La fertilidad de las vacas lecheras comenzó a declinar a nivel mundial a mediados de los '80 ⁽¹⁾ y permanece a niveles por debajo de lo aceptable en muchos países. El descenso se produjo a partir de que la producción de leche y sus componentes fueron utilizados como los principales rasgos de selección. Esto tuvo sentido porque el productor

cobra por producción de leche y la alta producción fue vista como una característica altamente deseable. La estrategia funcionó pero una de las consecuencias es que las tasas reproductivas quedaron muy bajas. La declinación en la fertilidad puede ser explicada porque la correlación genética entre producción de leche y reproducción es negativa ⁽²⁾. La mayor producción de leche fue

(1) Division of Animal Sciences, 158 Animal Science Research Center, University of Missouri, Columbia 65211. E-mail: lucym@missouri.edu
Conferencia dictada en el I Simposio Latinoamericano de Reproducción Animal. 7 y 8 de noviembre de 2011, Viña del Mar, Chile.

esaote
piemedical

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

Aguila VET PRO



MyLab30 Gold



MyLabFive



MyLabOne



Tringa Linear VET



mindrayTM

Excelente Calidad
al Mejor Precio
del Mercado



DP-10Vet



DP-30Vet

lograda a través del uso estratégico de tejido adiposo para proveer energía adicional necesaria durante la lactancia temprana. La energía adicional permite un mayor pico de producción de leche. Hay una buena correlación entre el pico de producción de leche y producción total por lactancia. Esta no fue una estrategia planificada de selección genética (ej. las vacas no fueron seleccionadas para perder peso en la lactancia temprana) pero fue una consecuencia de la selección por producción de leche (las vacas de mayor producción tuvieron una genética que llevó a la pérdida de peso al comienzo de la lactancia). Los mecanismos homeoréticos involucrados en la movilización del tejido adiposo durante la lactancia temprana fueron considerados positivos y altamente deseables para los sistemas norteamericanos. El problema es que la vaca puede agotar sus reservas adiposas antes del inicio del servicio. Las vacas en pobre condición tienen baja fertilidad. No hay un método para calcular la relación entre baja condición corporal y baja fertilidad ⁽³⁾.

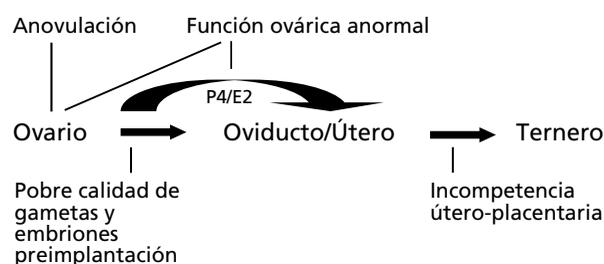
2. Cuatro componentes primarios de infertilidad en vacas lecheras

La infertilidad no aumenta por una única causa. Debido a ello la situación es compleja y requiere considerar muchos factores para entender el problema. Los bovinos tienen una tasa de concepción teórica óptima de alrededor del 70% (puede ser lograda en vaquillonas lecheras). Parecería haber cuatro componentes básicos de infertilidad (Figura 1) que contribuyen colectivamente al descenso de la fertilidad por debajo del óptimo, llevando a valores en los rodeos lecheros actuales del 30-40%. Los cuatro componentes son: 1) anovulación y anestro (fallas en el ciclo y en manifestaciones de celo), 2) función ovárica anormal en vacas cíclicas (esta categoría incluye enfermedad ovárica y función luteal subnormal postservicio), 3) pobre calidad de gametas y del embrión preimplantación y 4) incompetencia útero/placentaria. Cada uno de estos componentes en forma aislada puede causar infertilidad.

Las vaquillonas lecheras tienen pocas anomalías reproductivas y su fertilidad no decreció marcadamente durante décadas. Esta última observación permitiría argumentar que la baja fertilidad en vacas es debida a la alta producción de leche.

Figura 1. Cuatro componentes primarios de infertilidad en vacas lecheras que actúan a diferentes niveles del proceso reproductivo. Los componentes primarios actúan colectivamente inhibiendo las funciones ováricas y oviducto-uterinas.

P4/E2 = progesterona/estradiol.



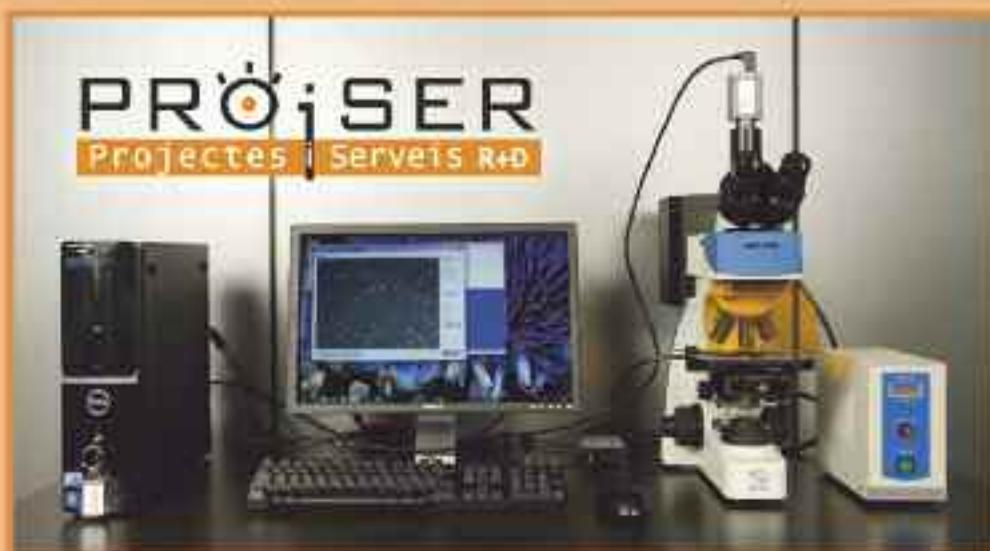
2.1. Anovulación y anestro

Un período de anovulación (desarrollo folicular sin ovulación) y anestro es completamente normal en vacas postparto. En razas para carne (consideradas de mayor fertilidad que las lecheras), el amamantamiento inhibe la pulsatilidad de LH y la falta de LH lleva al anestro. Si la nutrición es adecuada, la vaca es fértil al comenzar a ciclar ⁽³⁾. Las vacas lecheras de alta producción tienen un período de anovulación más largo. La anovulación es causada por el balance energético negativo; que contribuye a que los niveles de LH sean inadecuados para el desarrollo del folículo preovulatorio y posterior ovulación ⁽³⁾. En vacas lecheras la anovulación es reflejo del estado catabólico (ej. movilización de reservas de tejido adiposo y pérdida de peso). Por lo tanto, lo que puede ser normal en una vaca carnífera es diferente en una vaca lechera de alta producción porque las causas son diferentes. Aunque una vaca para carne pueda recuperarse de la anovulación y lograr una fertilidad normal, la vaca lechera con un período prolongado de anovulación tiene baja fertilidad porque su anovulación es síntoma de pérdida de peso y BEN.

La pérdida de peso y el BEN son clave en la infertilidad, afectando a la vaca cíclica y a procesos adicionales involucrados con la fertilidad (Figura 1). Por lo tanto, el tratamiento de la anovulación, no restablece *per se* la fertilidad normal. El término "anovular" significa que la vaca no ha ovulado. El término "anestro" significa que la vaca no expresa comportamiento de celo. Algunas vacas en anestro son anovulares (no ciclan) pero otras son cíclicas que no expresan celo. Cuando se observaron datos procedentes de

LA MÁS ALTA TECNOLOGÍA

AL SERVICIO DE LA REPRODUCCIÓN ANIMAL



Agilice su trabajo diario

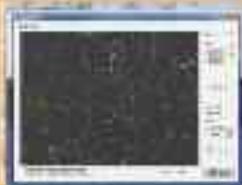
Elimine la subjetividad del análisis

Optimice y respalde sus investigaciones

Todo es posible con el sistema computarizado de análisis seminal



ISAS integrated sperm analysis system v1



UN SISTEMA ESPECIALIZADO DE PRODUCCIÓN PARA EL CÁLCULO DE DOSIS

Pantalla Principal



Producción Analisis



PRÖiSER
PROYECTOS | SERVICIOS R+D

SPERMTRACK

Cámara de recuento reutilizable.
Desplazamiento de la gota espermática por difusión.
Presentación de 10 μ y 20 μ de altura.



CONSULTE POR SISTEMAS DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Leica
MICROSYSTEMS

BIO-OPTIC
S.R.L.

Excellence in technology and quality of service

Corres 2660 (C1429 DRR) NUÑEZ - CABA
Buenos Aires - Argentina
Tel: 011 4701-1117 - Fax: 011 4703-9880

e-mail: info@bio-optic.com
Web: www.bio-optic.com

/BIOOPTIC

detectores electrónicos de monta, se encontró que vacas de alta producción tuvieron celos más cortos, menos intensos y con reflejo de pasividad más cortos, comparados con vacas de menor producción ⁽⁴⁾. Las diferencias en expresión de celo estuvieron relacionadas con menores concentraciones de estradiol en vacas de alta producción. Las bajas concentraciones de estradiol sugieren que los ovarios no funcionan normalmente o que no pueden funcionar adecuadamente con estos niveles de producción de leche.

2.2 Función ovárica anormal en vacas cíclicas

Un ciclo estral "normal" de 21 días es importante para mantener la fertilidad en vacas lecheras. Las vacas con ciclos estrales anormales tienen menor fertilidad que sus compañeras de rodeo con ciclos normales ⁽⁵⁾. El porcentaje de vacas con ciclos estrales normales ronda el 50% en algunos rodeos. Los ciclos anormales pueden ser clasificados en tres tipos primarios: 1) período de anovulación prolongado (discutido arriba), 2) interrupción temporaria de la fase luteal (ej. vacas que comienzan a ciclar y luego frenan) y 3) fases luteales prolongadas (mayores a 20 días).

Factores que afectan el postparto, tales como BEN, desórdenes peripartales y enfermedades, son factores de riesgo para ciclos estrales anormales ⁽⁶⁾. La incidencia de mellizos y enfermedad quística también aumentó en vacas lecheras modernas debido a una posible correlación genética positiva entre mellizos y quistes ováricos y nivel de producción de leche ^(7, 8). La causa de ciclos estrales anormales probablemente aumente por mecanismos fisiológicos que involucran al folículo ovárico. El folículo ovárico es responsable de la ovulación y requiere factores de crecimiento intraováricos y una adecuada pulsatilidad de LH para funcionar normalmente. El folículo también debe secretar suficiente cantidad de estradiol como señal al útero, hipotálamo e hipófisis. En la vaca postparto hay baja pulsatilidad de LH, baja concentración de factores de crecimiento y un mayor metabolismo esteroideo (estradiol). Estos tres factores pueden comprometer la capacidad del folículo para funcionar normalmente y llevar a una mayor incidencia de anestro, ciclos anormales y mellizos ⁽³⁾. Este mecanismo común parece ser consecuencia de un estado hormonal y metabólico generado por la elevada producción de leche.



**LABORATORIOS
ALLIGNANI HNOS. S.R.L.**

COMPAÑIA FARMACEUTICA

BIOLOGICOS FARMACOS



Etica, calidad y prestigio en Medicina Veterinaria

Planta Santa Fe: Balcarce 951 - Tel./Fax (0342) 4538777 - 4559773 - (3000) Santa Fe - Argentina
 Planta La Plata: Ruta 36 esquina 78 - Tel. (0221) 4962392 - (1901) Leandro Olmos - Buenos Aires - Argentina
 E-mail: allignanihnos@ciudad.com.ar - Web: www.allignanihnos.com.ar

Linea REPRODUCTIVA

Estradiol 10



Estradiol 17β



Progesterona



OXITOCINA



GnRH



Prostaglandina



Progesterona MAD-4



Tricovac



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD QUE MARCAN DIFERENCIAS

8 TAURUS - AÑO 14 N°56

www.revistataurus.com.ar

HORMONALES



ANTIBIÓTICOS



Acces. INSEMINACIÓN



BIOLÓGICO



NUEVOS PRODUCTOS

FOSFOMAGNESÍN PLUS (Mineralizante) - PLUS PART (Antibiótico Post Partal) - CARBETOCIN (Oxitócico)
 ARSA CU (Cobre L.A) - DIA (Dispositivo Intravaginal) - ESTRADIOL ARSA (Benzoato de Estradiol)
 SERGÓN (PMSG) - AMOXICILINA CLAVULÁNICO ARSA (Antibiótico).

BIOLÓGICOS

- TRICHOPELEN (Vacuna contra la Tricofitosis en pilíferos).
- TRICHOEQUEN (Vacuna contra la Tricofitosis equina).

Un componente de infertilidad en la vaca lechera puede ser las bajas concentraciones sanguíneas de progesterona durante la fase luteal ⁽⁹⁾. Un lento aumento de progesterona durante la primera semana de fase luteal retrasa el desarrollo embrionario porque el crecimiento embrionario temprano es parcialmente dependiente de la progesterona, actuando a nivel del oviducto o endometrio ⁽¹⁰⁾. El CL es normal pero su capacidad para aumentar los niveles de progesterona es menor en vacas en lactancia. El relativamente mayor tamaño corporal de las vacas lecheras y la alta tasa de metabolismo esteroideo ⁽⁸⁾ puede crear un tejido “blanco” grande y con alta tasa de recambio de hormona esteroidea. Ambos efectos pueden llevar a una menor concentración de progesterona. El mismo mecanismo puede provocar una menor concentración de estradiol en vacas de alta producción.

2.3 Pobre calidad de gametas y de embriones preimplantación

Los ovocitos fertilizados *in vitro* obtenidos de vacas lecheras de baja condición corporal tienen menor tasa de clivaje y menor tasa de desarrollo que los obtenidos a partir de vacas en mejor condición corporal ⁽¹¹⁾. Los ácidos grasos no esterificados (AGNE) son liberados desde el tejido adiposo durante la lactancia temprana y sus concentraciones son mayores en el fluido folicular (aproximadamente 40% más que las concentraciones séricas). El aumento de los AGNE en el líquido folicular puede disminuir la proliferación de células foliculares ⁽¹²⁾ y parece afectar negativamente al ovocito. El agregado de AGNE al medio de maduración *in vitro* disminuyó la tasa de maduración, la tasa de fertilización, la tasa de clivaje y la producción de blastocistos en embriones cultivados *in vitro* ⁽¹³⁾. Las altas concentraciones de AGNE fueron predictivas de baja fertilidad postparto ⁽¹⁴⁾. Tomados en conjunto, los datos sugieren que la mortalidad embrionaria temprana está influenciada en la lactancia temprana por el aumento de los AGNE que ingresan al líquido folicular y dañan el ovocito. Pocos embriones alcanzan el estadio de clivaje debido a la baja calidad del ovocito.

Las tasas de preñez por transferencia embrionaria en vacas lecheras fueron mayores que las de vacas control inseminadas al celo ⁽¹⁵⁾. La fertilidad por lo tanto puede ser recuperada al evitar el perío-

do de ovocito y desarrollo embrionario temprano.

La condición de la vaca receptora, sin embargo, es uno de los factores que potencialmente afectan el resultado, porque la condición corporal tiene un gran efecto en el resultado del embrión transferido (vacas con mayor CC tienen mayores tasas de preñez luego de la transferencia) ⁽¹⁶⁾. El ambiente uterino afectado por la CC juega un papel importante en la fertilidad de las vacas lecheras.

2.4 Incompetencia útero/placentaria

La ultrasonografía revolucionó el diagnóstico de preñez en ganado para carne y para leche debido a que permite su detección tan temprana como el día 25 post-IA (alrededor de 1 a 2 semanas antes que la palpación rectal). Los datos del ultrasonido revelaron una apreciable número de embriones morían luego del examen inicial (realizado entre 25 y 28 días post-IA) ⁽¹⁷⁾. Un período con predisposición a la muerte embrionaria puede ser durante la placentación (4 a 6 semanas de preñez) debido a que la placentación involucra una comunicación intrincada entre los tejidos materno y fetal. El debate actual sobre la mayor incidencia de mortalidad embrionaria se debe a la capacidad de detectar precozmente en forma rutinaria debido a la incorporación del ultrasonido (después de 1985).

La mortalidad embrionaria en el ganado lechero actual probablemente sea mayor debido a factores predisponentes que son comunes en los sistemas lecheros. La ovulación de folículos inmaduros en programas de IATF lleva a menores concentraciones de progesterona luego del servicio y predispone a la muerte embrionaria ⁽¹⁸⁾. Este problema fue corregido ampliamente gracias al uso de programas de presincronización (ver más abajo). Otro factor predisponente está relacionado con los días post-parto a la IA. Los tamberos pueden inseminar a las vacas muy temprano porque temen no observar el celo siguiente. Las vacas inseminadas en el postparto temprano tienen mayor predisposición a padecer mortalidad embrionaria ⁽¹⁹⁾. Las enfermedades son otro factor predisponente. En un estudio, el 40% de las vacas aún tenían evidencia de inflamación uterina (endometritis) al inicio del período de servicio (56 días post-parto) ⁽²⁰⁾. Las vacas con endometritis tuvieron menor tasa de concepción, requirieron más servicios por preñez y tuvieron tasas de

PUMI



POLLED HERFORD

BEEF



ANGUS

NUEVO

CACIQUE



BRAFORD

GRANIZO



BRAFORD

NUEVO

PATRIOTA



BRA ANGUS

TRÉBOL ROJO



BRA ANGUS

TATA



BRAHMAN

LUCHO



BRAFORD 3/4

BERMEJO



POLLED HERFORD

NUEVO

CONQUISTADOR



BRAFORD

NUEVO

TODO TERRENO



ANGUS

IMBATIBLE



BRA ANGUS

En Buenos Aires: Arenales 2435-
10° piso "D" - (1124) Capital Federal
Teléfono: 0054-011-4825-0596



Administración: Dr. Silva 302
(2826) Urdinarrain - Entre Ríos
Teléfono: 0054-3446-480057

Venta de semen congelado en pellets y pellets de alta capacidad con infusión y consistencia genética.

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

Control y evaluación de semen con tecnología de avanzada.

Implementación y asesoramiento integral de programas de fertilización.

Asesoramiento en selección, manejo sanitario y reproductivo bovino.

Dois cursos al año para técnicos en fertilización artificial de bovinos.

Venta de materiales para uso en inseminación artificial, diagnóstico y toreros.

Diagnóstico precoz de prínceps bovinos por ecografía.

clia@urdi.com.ar

www.clia.com.ar

preñez a los 300 días post-parto 26 puntos porcentuales menos que las de vacas con endometrio sano. También se estableció una relación entre mastitis y mortalidad embrionaria temprana ^(21, 22). La glándula mamaria con mastitis activa las células inmunes cuyas citoquinas inflamatorias afectan negativamente al ovario y útero.

El último factor predisponente de elevada mortalidad embrionaria es la relativamente baja CC en el post-parto. Las pérdidas embrionarias luego del día 28 de preñez fueron mayores en vacas con mayores pérdidas de condición ⁽²³⁾.

3. Estrategias para incrementar la fertilidad en vacas lecheras

Existen soluciones a corto y largo plazo para la infertilidad de las vacas lecheras. Algunas soluciones a corto plazo no implican inconvenientes y deberían ser rápidamente adoptadas. Las soluciones individuales tienen mayor o menor resultado dependiendo de factores económicos del negocio lechero.

3.1 Uso de toros de alta fertilidad

La importancia del manejo del semen y de la técnica de IA en el resultado no debe ser subesti-

mada. Asumiendo que el semen es manejado adecuadamente y colocado en el sitio apropiado en el tracto genital femenino el paso siguiente es el uso de reproductores de alta fertilidad. Utilizando toros de alta y de baja fertilidad en programas de IATF se lograron hasta 6 puntos porcentuales de aumento en la tasa de concepción con toros de alta fertilidad ⁽²⁴⁾. Hay una pequeña diferencia en el mérito neto (MN\$) de toros que son clasificados según el rango de fertilidad. Por lo tanto, es posible lograr ganancia genética utilizando toros con fertilidad superior en los sistemas de IA.

3.2 Programas de manejo reproductivo intensivo (sincronización y resincronización)

Una solución inmediata para combatir la infertilidad es la adopción de un programa de manejo intensivo del ciclo y ovulación (sincronización de celos e IATF).

La mayoría de las veces se recurre a un método de control del desarrollo folicular e inducción de la ovulación en vacas en anestro, regresión del CL en vacas cíclicas, y sincronización del celo y/u ovulación ^(25, 26, 27, 28, 29).

En un manejo clásico, las vacas son insemina-



easi-scan lite
Ultrasound Solution

Trabaja donde quieras y como quieras...

EasiScan Remote Display

- 8.4 Pulgadas LCD Transflectivo
- Wireless (Sin Cables)
- Resistente al Agua
- Batería intercambiable
- 1,65Kg

www.cilivet-tv.com.ar
Tel: 11 3070 3088
AllVet
Tecnología Veterinaria
ventas@cilivet.com.ar

49 AÑOS EN EL MERCADO
VETERINARIO ARGENTINO



VILLAYMORENO
PROVEEDORES AGROPECUARIOS



CONSULTE
NUESTROS
PRECIOS



PROGESTÁGENOS



PROSTAGLANDINAS



AMPLIO SURTIDO Y STOCK PERMANENTE



CONFIANZA Y EXPERIENCIA



ENTREGAS EN EL MENOR TIEMPO



TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL CLIENTE



LA MEJOR RELACIÓN PRECIO CALIDAD



ASESORAMIENTO POR PROFESIONALES



PMSG



GnRH



INSTRUMENTAL



DETECCIÓN
DE CELO



TRANSFERENCIA
EMBRIONARIA



ESTRÓGENOS



Castro Barros 974 | C1217AEE | Bs. As. | Argentina
info@villaymoreno.com.ar | www.villaymoreno.com.ar

LLAMENOS!! Tel: (5411) 4957-0661

das luego de un celo espontáneo en un período predeterminado y las vacas que no son inseminadas son manejadas intensivamente. Los programas intensivos incluyen IA sin ningún tipo de detección de celo. Los protocolos de IATF logran similares tasas de concepción y mejor tasa de inseminación que los protocolos que inseminan con detección de celo. En los rodeos estadounidenses por lo tanto, el número de vacas preñadas aumenta al emplear IATF. Los programas de sincronización de celos e IATF se han convertido en el método primario para combatir la declinación de la fertilidad en los rodeos lecheros de EE.UU. Utilizar un método de control del ciclo estral y de sincronización de celos es la única manera de lograr tasas de inseminación aceptables en rodeos en confinamiento. Las tasas de concepción con IATF son muy inferiores al óptimo teórico, pero el resultado ha mejorado al utilizar protocolos mejores y con mayor cumplimiento. En vacas para carne, los programas de IATF con menos inyecciones logran tasas de concepción equivalentes a las de vacas inseminadas a celo detectado⁽³⁰⁾. Es posible alcanzar el mismo nivel de éxito en vacas lecheras.

3.3 Tratamiento post-IA para incrementar la fertilidad

Pueden emplearse tratamientos posteriores a la IA para mejorar la fertilidad. El lector puede consultar una reciente revisión^(29, 31). Existen tres estrategias primarias. La primera es adicionar baja progesterona durante la primera semana post-IA. Una inyección de GnRH o hCG entre los días 5 y 8 del ciclo estral causará la ovulación de un CL accesorio en algunas vacas y puede mejorar la funcionalidad del CL (acción LH de la hCG). La colocación de dispositivos con progesterona durante este período durante una semana puede ser similar. Estos tratamientos pueden incrementar la concentración de progesterona en sangre, lo que tiene una correlación positiva con fertilidad (ver más adelante).

Una segunda estrategia consiste en un tratamiento con GnRH más tardío (días 12 a 15 del ciclo). El recambio folicular o la ovulación del folículo dominante disminuye el estradiol y retrasa el mecanismo luteolítico. El retraso en la luteólisis aumentará el tiempo para que el embrión envíe señales a la madre y reducirá la mortalidad embrionaria temprana. Los datos de vacas trata-

das post-IA para aumentar la tasa de concepción muestran claramente un “efecto rodeo”. Llamamos efecto rodeo cuando hay una respuesta beneficiosa en un rodeo y en otro no. No se conoce la causa exacta del efecto rodeo pero la genética y los niveles de producción parecen ser importantes. Los tratamientos parecen ser más efectivos cuando son aplicados en vacas en lactancia de inferior CC (mayor riesgo de infertilidad). En otras palabras, puede observarse una respuesta beneficiosa solamente en vacas con algún problema que necesita ser corregido.

La tercera estrategia es la administración de somatotrofina bovina recombinante (rbST) próximo a la IA. La aplicación de rbST a la IA mostró ser eficaz para incrementar la tasa de preñez inseminadas a tiempo fijo y con previa detección de celo⁽³¹⁾. La rbST aumenta la IGF1 sanguínea. El folículo, CL, útero y embrión responden positivamente a la rbST. La respuesta positiva a veces puede llevar a un incremento en la fertilidad.

3.4 Dietas diseñadas para aumentar la fertilidad

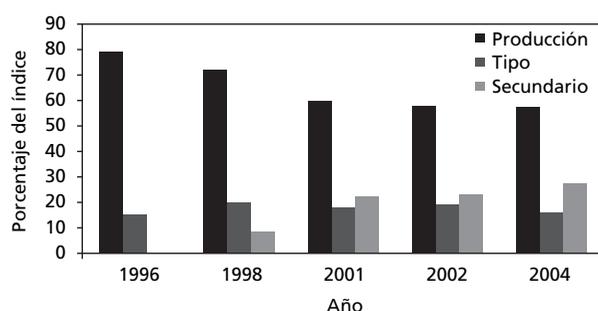
El desarrollo de dietas que incrementen la fertilidad de vacas lecheras siempre fue una opción atractiva para los científicos y los productores. Las vacas lecheras pueden ser alimentadas con nutrientes específicamente diseñados para influir sobre el sistema endócrino de la vaca (nutracéuticos). Ejemplos de ellos incluyen dietas hiperinsulinémicas⁽³²⁾ y suplementación con propilenglicol⁽³³⁾. En cada caso, las concentraciones sanguíneas de glucosa e insulina son estratégicamente aumentadas y la fertilidad puede ser mejorada “engañando” a la vaca haciendo que piense que está en un balance energético positivo. Esto también es posible modificando la composición de ácidos grasos de la dieta. Alimentando con ácidos grasos poliinsaturados puede mejorar la reproducción de vacas lecheras al atenuar el mecanismo luteolítico mediado por la $PGF_2\alpha$ ⁽³⁴⁾.

4. Corrigiendo la genética de las vacas de alta producción

Los problemas que enfrentan las vacas lecheras respecto a la reproducción no son simples. Se puede lograr un cambio en la tendencia por distintos caminos. Pueden considerarse las soluciones a corto plazo anteriormente descriptas. A largo plazo, las vacas deberían ser seleccionadas

activamente para mejorar la eficiencia reproductiva. Puede seleccionarse por fertilidad en la raza Holstein sin necesidad de recurrir al cruzamiento para mejorar la fertilidad ⁽³⁵⁾. Tradicionalmente las vacas lecheras fueron seleccionadas por producción de leche y componentes de la leche (grasa y proteína). La selección ha cambiado en la última década. Una compilación de índices de selección a nivel mundial mostró que el peso de la producción declinó de 79% a 57% desde 1996 a 2004 (Figura 2). Al mismo tiempo, el peso de caracteres secundarios como longevidad, salud y reproducción ha crecido de 6 a 27%. Por lo tanto, algunos caracteres secundarios fueron incluidos en índices para disminuir específicamente el énfasis en producción.

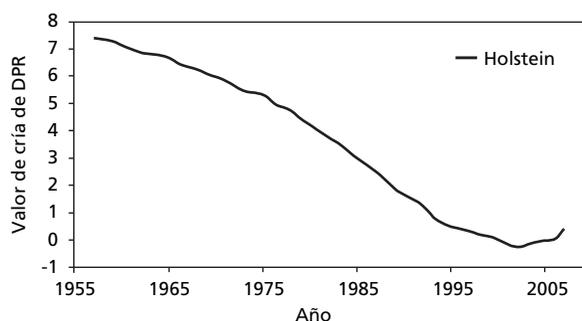
Figura 2. Índice de selección mundial (composición de índices de selección) desde 1996 hasta 2004 para rasgos de producción (lactancia), rasgos de tipo, y secundarios. Antes de 1996, las vacas lecheras fueron primariamente seleccionadas por producción. El énfasis en producción se redujo desde 1996. Los rasgos secundarios, tales como reproducción y longevidad tienen ahora mayor peso en los índices de selección.



El mayor énfasis en rasgos no productivos refleja el interés de la industria por una vaca lechera funcional. El progreso en alguno de estos rasgos (ej. producción de sólidos en leche) disminuye a medida que aumenta la inclusión de rasgos adicionales en el índice de selección. Se espera una adecuada ponderación económica de los rasgos secundarios, de manera que el más lento progreso en producción de leche sea compensado por una mejora económica por vacas más funcionales. Pocos pueden discutir que la alta fertilidad y la resistencia a mastitis tienen valor. Pero la verdadera pregunta es cuánto valen realmente (peso económico). Esta pregunta es particularmente difícil cuando algunos consideran que los índices de selección fueron diseñados para usar en un rodeo nacional con sistemas de producción cada

vez más diversos. Los genetistas reaccionaron al descenso en la fertilidad incluyendo este rasgo en los índices de selección. Es imposible actuar sobre cada componente individual de fertilidad enumerados. No obstante, el tiempo de la preñez (resultado más significativo) es medido. En EE.UU. se adoptó a la tasa de preñez de las hijas (DPR; *Daughter Pregnancy Rate*) como característica de importancia. La DPR está basada en los días abiertos (número de días desde el parto a la concepción). Un incremento del 1% en DPR equivale a 4 días abiertos. La DPR incluye ciclicidad, expresión de celo y fertilidad (tasa de concepción) en la misma medición. El valor de cría de DPR para vacas Holstein americanas declinó desde 1960 pero parece haberse equilibrado y estar mejorando (Figura 3). La mejora parece ser explicada por la inclusión de la longevidad y DPR en los índices de selección.

Figura 3. Valor de cría de la tasa de preñez de las hijas (DPR) en vacas Holstein americanas desde 1957 hasta 2007 (USDA Animal Improvement Programs Laboratory; <http://aipl.arsusda.gov>). La DPR (índice de fertilidad) declinó de manera constante durante 50 años. La DPR ahora mejora por la inclusión de rasgos reproductivos y longevidad en los índices de selección.



5. Conclusiones

Una medida aislada probablemente no revertirá la tendencia declinante de la fertilidad en vacas lecheras debido a que las causas son multifacéticas y parecen afectar el proceso reproductivo a distintos niveles. A corto plazo, un manejo reproductivo agresivo (tratamiento de anestro, uso de toros de alta fertilidad, programas de sincronización y resincronización, tratamientos post-IA, etc.) podría mantener las tasas reproductivas actuales. El uso de dietas formuladas para incrementar la fertilidad puede ser otra opción, ya que los tamberos están utilizando cambios en la dieta según los objetivos de manejo. Una solución a largo plazo es mejorar la genética reproductiva de

la vaca lechera. Incluye revertir la tendencia genética que subyace en el actual patrón de descenso de la fertilidad. Aunque el progreso en producción de leche pueda ser menor, la vaca será más sana y más simple de manejar porque se preñará más fácilmente.

Bibliografía

- Lucy, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *Journal of Dairy Science* 2001, 84:1277-1293.
- Hansen, L.B. 2000. Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *Journal of Dairy Science* 83:1145-1150.
- Lucy, M.C. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction Supplement* 2003.61:415-427.
- Lopez, H., Satter, L.D., Wiltbank, M.C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 2004.81:209-223.
- Petersson, K.J., Gustafsson, H., Strandberg, E., Berglund, B. Atypical progesterone profiles and fertility in Swedish dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2006, 89:2529-2538.
- Opsomer, G., Gröhn, Y.T., Hertl, J., Coryn, M., Deluyker, H., de Kruif, A. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology* 2000. 53:841-857.
- Vanholder, T., Opsomer, G., de Kruif, A. Aetiology and pathogenesis of cystic ovarian follicles in dairy cattle: a review. *Reproduction Nutrition and Development* 2006. 46:105-119.
- Wiltbank, M., Lopez, H., Sartori, R., Sangsritavong, S., Gumen, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 2006. 65:17-29.
- Starbuck, G.R., Gutierrez, C.G., Peters, A.R., Mann, G.E. Timing of follicular phase events and the postovulatory progesterone rise following synchronisation of oestrus in cows. *Veterinary Journal* 2006. 172:103-108.
- Green, M.P., Hunter, M.G., Mann, G.E. Relationships between maternal hormone secretion and embryo development on day 5 of pregnancy in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 2005.88:179-189.
- Snijders, S.E., Dillon, P., O'Callaghan, D., Boland, M.P. Effect of genetic merit, milk yield, body condition and lactation number on in vitro oocyte development in dairy cows. *Theriogenology* 2000. 53:981-989.
- Vanholder, T., Leroy, J.L., Soom, A.V., Opsomer, G., Maes, D., Coryn, M., de Kruif, A. 2005. Effect of non-esterified fatty acids on bovine granulosa cell steroidogenesis and proliferation in vitro. *Animal Reproduction Science* 87:33-44.
- Leroy, J.L., Vanholder, T., Mateusen, B., Christophe, A., Opsomer, G., de Kruif, A., Genicot, G., Van Soom, A. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction* 2005. 130:485-495.
- Burkhart, M., Youngquist, R., Spain, J., Sampson, J., Bader, J., Vogel, R., Lamberson, W., Garverick, H.A. NEFA and glucose levels in serum of periparturient dairy cows are indicative of pregnancy success at first service. *Journal of Animal Science* 2005. 83 (Supplement 1):299 (abstract).
- Vasconcelos, J.L., Demetrio, D.G., Santos, R.M., Chiari, J.R., Rodrigues, C.A., Sa Filho, O.G. Factors potentially affecting fertility of lactating dairy cow recipients. *Theriogenology* 2006. 65:192-200.
- Mapletoft, R.J., Lindsell, C.E., Pawlshyn, V. Effects of clenbuterol, body condition, and nonsurgical embryo transfer equipment on pregnancy rates in bovine recipients. *Theriogenology* 1986. 25:172 (abstract).
- Santos, J.E.P., Thatcher, W.W., Chebel, R.C., Cerri, R.L.A., Galvao, K.N. The effect of embryo death rates in cattle on the efficiency of estrus synchronization programs. *Animal Reproduction Science* 2004. 82-83:513-535.
- Perry, G.A., Smith, M.F., Lucy, M.C., Green, J.A., Parks, T.E., MacNeil, M.D., Roberts, A.J., Geary, T.W. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *Proceedings of the National Academy of Science U S A* 102:5268-5273. 2005.
- Meyer, J.P., Radcliff, R.P., Rhoads, M.L., Bader, J.F., Murphy, C.N., Lucy, M.C. Factorial analysis of timed AI protocols for synchronization of first insemination in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 2006. (in press).
- Gilbert, R.O., Shin, S.T., Guard, C.L., Erb, H.N., Frajblat, M. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 2005.64:1879-1888.
- Chebel, R.C., Santos, J.E., Reynolds, J.P., Cerri, R.L., Juchem, S.O., Overton, M. Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 2004. 84:239-255.
- Hansen, P.J., Soto, P., Natzke, R.P. 2004. Mastitis and fertility in cattle – possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality. *American Journal of Reproductive Immunology* 51:294-301.
- Silke, V., Diskin, M.G., Kenny, D.A., Boland, M.P.,

- Dillon, P., Mee, J.F., Sreenan, J.M. Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 2002. 71:1-12.
24. Cornwell, J.M., McGilliard, M.L., Kasimanickam, R., Nebel, R.L. Effect of sire fertility and timing of artificial insemination in a Presynch + Ovsynch protocol on first-service pregnancy rates. *Journal of Dairy Science* 2006. 89:2473-2478.
 25. Chebel, R.C., Santos, J.E., Cerri, R.L., Galvao, K.N., Juchem, S.O., Thatcher, W.W. Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after artificial insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology* 2003.60:1389-1399.
 26. McDougall, S. Resynchrony of previously anoestrous cows and treatment of cows not detected in oestrus that had a palpable corpus luteum with prostaglandin F2 alpha. *New Zealand Veterinary Journal* 2003. 51:117-124.
 27. Sterry, R.A., Welle, M.L., Fricke, P.M. Effect of interval from timed artificial insemination to initiation of resynchronization of ovulation on fertility of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2006. 89:2099-2109.
 28. Stevenson, J.S., Pursley, J.R., Garverick, H.A., Fricke, P.M., Kesler, D.J., Ottobre, J.S., Wiltbank, M.C. Treatment of cycling and noncycling lactating dairy cows with progesterone during Ovsynch. *Journal of Dairy Science* 2006.89:2567-2578.
 29. Thatcher, W.W., Moreira, F., Pancarci, S.M., Bartolome, J.A., Santos, J.E. Strategies to optimize reproductive efficiency by regulation of ovarian function. *Domestic Animal Endocrinology* 2002. 23:243-254.
 30. Schafer, D.J., Bader, J.F., Meyer, J.P., Haden, J.K., Eilersieck, M.R., Smith, M.R., Patterson, D.J. A comparison of progestin-based protocols to synchronize ovulation prior to fixedtime artificial insemination in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 2005.83 (Supplement 1):85.
 31. Thatcher, W.W., Bilby, T.R., Bartolome, J.A., Silvestre, F., Staples, C.R., Santos, J.E. Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. *Theriogenology* 2006. 65:30-44.
 32. Gong, J.G., Lee, W.J., Garnsworthy, P.C., Webb, R. Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction* 2002.123:419-427.
 33. Butler, S.T., Pelton, S.H., Butler, W.R. Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *Journal of Dairy Science* 2006. 89:2938-2951.
 34. Mattos, R., Staples, C.R., Thatcher, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews in Reproduction* 2000. 5:38-45.
 35. Heins, B.J., Hansen, L.B., Seykora, A.J., Hazel, A.R., Linn, J.G., Johnson, D.G., Hansen, W.P. Crossbreds of Jersey/Holstein compared to pure Holsteins for production, calving difficulty, stillbirths, and fertility. *Journal of Dairy Science* 2006, 89 (Supplement 1):245-246 (abstract).