

## Comportamiento reproductivo de grupos vacas Holando Argentino en función al mérito genético para producción de leche

E. J. Dutour<sup>1</sup>, L. M. Melucci, N. R. Winzer, D. Casanovas, C. Andere y E. Rodríguez

Postgrado en Producción Animal, Facultad Ciencias Agrarias,  
Universidad Nacional Mar del Plata. Balcarce, Bs. As., Argentina  
Recibido Agosto 14, 2009. Aceptado Octubre 18, 2010.

### Reproductive performance of Argentine Holstein cows grouped according to genetic merit for milk production

**ABSTRACT.** Effect of groupings of Argentine Holstein cows according to genetic merit for milk production on several indicators of reproductive performance was evaluated. Reproductive data and predictions of the genetic merit (predicted transmitting ability HTP) for milk production, of 14,993 cows, born between 1994-2004 and belonging to 61 dairy farms under official control by the Royal Society of Trenque Lauquen, Buenos Aires, were used. Criteria estimated for the first four lactations were: interval between successive calvings (IEP); days open (IPC); number of services per conception (NS/C); total number of calvings (NP), milk yield in first lactation (PL/L), and lifetime yield (PLT). According to HTP values for milk yields, the three genetic groups formed were superior, medium, and inferior. Analysis of NS/C included only information from 3,901 cows for which an adequate reproductive management was assured. Over the first four production cycles, the group with highest HTP showed a lower reproductive performance in terms of longer intervals between calvings, more open days, more services per conception and few calvings, but as expected, had higher first lactation and total milk yields.

**Key words:** Calving interval, Days open, Milk production, Predicted genetic merit, Services per conception, Total calvings

**RESUMEN.** Se evaluó el efecto de grupos según mérito genético para producción de leche de vacas sobre diferentes indicadores de comportamiento reproductivo. Se utilizó información reproductiva y de predicciones del mérito genético (Habilidad de transmisión predicha: HTP) para producción de leche de 14,993 vacas Holando Argentino, nacidas entre 1994 y 2004, correspondientes a 61 tambos bajo control oficial por la Sociedad Rural de Trenque Lauquen, Provincia de Buenos Aires. Para las cuatro primeras lactancias, se estimó, el intervalo entre dos partos sucesivos (IEP); el intervalo entre el parto y la nueva concepción (IPC); el número de servicios por concepción (NS/C); el número total de partos (NP), producción de leche en la primera lactancia (PL/L) y la producción durante toda la vida (PLT). De acuerdo a los valores de HTP para producción de leche, se conformaron tres grupos genéticos, superior, medio e inferior. El análisis de NS/C sólo incluyó la información correspondiente a 3,901 vacas procedentes de tambos que garantizaron un adecuado manejo reproductivo. A través de los cuatro primeros ciclos productivos, el grupo con HTP presentó un menor desempeño reproductivo al registrar mayores IEP e IPC, mayor NS/C y menor NP; en cambio sus PL/L y PLT fueron mayores.

**Palabras clave:** Intervalo entre partos, Intervalo parto a concepción, Mérito genético predicho, Producción de leche, Servicios por concepción, Total de partos

<sup>1</sup>Autor para la correspondencia, e-mail: [joaquindutour@adinet.com.uy](mailto:joaquindutour@adinet.com.uy)

## Introducción

La producción de leche en Argentina se desarrolla, en su gran mayoría, de manera semi-intensiva, sobre la base de pasturas, verdes y suplementación con granos y forrajes conservados. La raza más difundida es la Holando Argentino cuyo mejoramiento genético se produce, principalmente, por la incorporación de semen Holstein proveniente en su gran mayoría de países como Estados Unidos y Canadá (SENASA, 2002; Casanova *et al.*, 2005; Molinuevo, 2005). Evidencia internacional (Grosshans *et al.*, 1997; Pryce *et al.*, 2002; Kadarmideen *et al.*, 2003; Wall *et al.*, 2003; Van Raden *et al.*, 2004) indica que el incremento en el mérito genético para producción de leche llevó a un desmejoramiento del comportamiento reproductivo de las vacas como consecuencia de una correlación genética negativa entre producción y reproducción.

Estudios de revisión bibliográfica recientes como los de Lucy (2001), Pryce (2002), Veerkamp *et al.* (2003) y Pryce *et al.* (2004), dan ya como segura esa relación antagónica y se refuerzan las investigaciones sobre los caminos fisiológicos que determinaron tal asociación.

De acuerdo a estos trabajos, desarrollados principalmente bajo condiciones de alimentación no limitantes, sería factible esperar para los sistemas típicos de Argentina que el incremento en el mérito genético para producción de leche, se haya traducido en una menor productividad total del sistema como resultado de un desmejoramiento reproductivo del rodeo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la relación entre el potencial de producción de leche de vacas Holando Argentino con diferentes indicadores de su comportamiento reproductivo.

## Materiales y Métodos

Se utilizó información reproductiva y de predicciones del mérito genético (Habilidad de transmisión predicha: HTP) para producción de leche de vacas Holando Argentino, correspondientes a 61 tambos bajo control oficial por la Sociedad Rural de Trenque Lauquen (SRTL), Provincia de Bs. As., Argentina.

### 2.1. Descripción de la zona de estudio

El partido de Trenque Lauquen está ubicado en el oeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, a 35° 58' latitud S, 62° 44' longitud O y 96 msnm. En el marco productivo de todo el país, la Cuenca Lechera Oeste, a la que pertenecen los tambos analizados, contribuyen con 867 tambos, 50% de los tambos de la provincia (Ministerio de Agricultura de la Prov. de Bs. As. [www.maa.gba.gov.ar](http://www.maa.gba.gov.ar)).

La Cuenca Lechera Oeste se caracteriza por un sistema de alimentación basado fundamentalmente en pasturas de alfalfa y verdes invernales con producciones promedios entre 3,830 a 10,070 kg/ha (Zaniboni y Dillon, 1999) y 3,600 a 6,600 kg/ha (Méndez y Davies, 2000), respectivamente. Estas pasturas y verdes invernales son complementados con ensilaje y grano de maíz, que comprenden entre un 27 a 38% del total de la dieta como suplementación con concentrados y entre un 10 a 25% como suplementación con reservas forrajeras de henos y ensilaje de pasturas y maíz, respectivamente (Snyder, 2007).

### 2.2. Información

#### *Información reproductiva*

Los registros brindados por la SRTL correspondieron a la información fenotípica reproductiva de 98 711 vacas Holando Argentino nacidas entre 1990 y 2005. Esta información fue verificada, depurada y seleccionada en función de su consistencia, evitando el excesivo desbalance entre años, por lo que debieron descartarse los registros correspondientes a los años 1990 a 1993 y 2005. Luego de este proceso, la base de datos quedó reducida a 29,942 animales. Para cada una de estas vacas se generaron las siguientes variables reproductivas:

Intervalo entre partos (IEP), tiempo transcurrido entre dos partos sucesivos. Tal que: el 1°, 2°, 3° y 4° IEP corresponden a los días transcurridos entre el primero y segundo, el segundo y tercer, el tercer y cuarto y el cuarto al quinto parto, respectivamente. Intervalos parto a concepción (IPC), tiempo transcurrido entre el parto y la concepción siguiente. Tal que: el 1°, 2°, 3° y 4° IPC corresponde a los días transcurridos entre el primero, segundo, tercero y cuarto parto a la siguiente concepción, respectivamente.

Número de servicios por concepción (NS/C), número de veces que fueron inseminadas las vacas hasta concebir. Esta variable sólo fue creada para los animales de los tambos que, a criterio del personal del ente de Control Lechero Oficial de la

SRTL, aseguraron confiabilidad de la información. Luego de esta selección, la base de datos quedó reducida a 9,064 animales, para los cuales se calculó el 1°, 2°, 3° y 4° NS/C que corresponde al número de servicios por concepción registrado durante la primera, segundo, tercera y cuarta lactancia, respectivamente.

Número lactancias totales (NLT): Indica el número de lactancias o el número de partos registrados para cada vaca antes de ser descartadas de los tambos. Sólo se incluyeron en este análisis los registros de 25,133 vacas para las cuales se constató que hubieran sido descartadas de los tambos al momento de toma de los datos.

#### **Información productiva**

La información productiva brindada por la SRTL consistió en los registros de producción de leche y grasa de cada vaca para cada lactancia corregida a 305 d, fechas de inicio y fin de lactancia. Con dicha información se corrigió la producción de leche por lactancia a 305 d al 4% de grasa, según: Producción de leche a 4% de grasa = producción de leche (a 305 d)  $[0.4 + (0.15 \times \text{porcentaje de grasa})]$ .

Con esa información se generaron las siguientes variables fenotípicas productivas: producción de leche (kg) por lactancia corregida a 305 d y al 4% de grasa (PL/L) y kg de leche totales producidos durante la vida productiva (PLT), la cual se obtuvo sumando las PL/L.

#### **Información genética**

La Asociación de Criadores de Holando Argentino (ACHA) proporcionó las predicciones del mérito genético para caracteres de producción y tipo correspondiente a la Evaluación Genética Nacional de Reproductores Holando Argentino de mayo 2006. Se registraron 59,647 vacas nacidas entre 1988 y 2003 que habían sido oficialmente controladas por la Sociedad Rural de Trenque Lauquen.

Las predicciones del mérito genético estuvieron expresadas como habilidad de transmisión predicha (HTP). La HTP estima el potencial genético que posee un animal de transmitir a su descendencia el valor publicado en la valoración. Así por ejemplo, un animal cuyo HTP para producción de leche fue +300 kg indica que las hijas de ese animal presentarán una superioridad promedio de +300 kg de leche con respecto al promedio de las vacas dentro de la evaluación genética (Casanova *et al.*, 2005). La variable genética de producción analizada

fue la predicción del mérito genético estimado para producción de leche (HTP kg de leche).

#### **Información reproductiva y genética**

Para evaluar el efecto del potencial genético para producción sobre el comportamiento reproductivo de las vacas se generó una base de datos concatenando los registros reproductivos brindados por la SRTL con los registros genéticos brindados por ACHA. Sólo 14,993 vacas contaron con información reproductiva y valoración genética para producción, 3,901 vacas con información del número de servicios por concepción y valoración genética para producción y sólo 10,157 vacas completaron su vida productiva.

#### **2.3 Análisis estadístico**

A fin de analizar el efecto del mérito genético para producción de leche sobre los indicadores reproductivos de las vacas, se generó la variable grupo genético (GG). Tal que el grupo genético superior (GGS) comprendió al 10% de las vacas con mayor HTP para kg de leche, grupo genético inferior (GGI) al 10% de las vacas con menor HTP para kg de leche y grupo genético medio (GGM) al restante 80% intermedio.

El modelo de análisis para los indicadores reproductivos incluyó los efectos fijos de año del parto (A), mes del parto (M) anidado en año de parto ((M(A)), propietario (P), tambo (T) anidado en propietario ((T(P)), la covariable edad al parto (Ed) y grupo genético (GG).

Para las vacas que completaron su vida productiva se evaluó el efecto del nivel de mérito genético para producción de leche (GG) sobre el número de lactancias totales, la producción de leche en la primera lactancia y la producción de leche total. Se analizó mediante análisis de varianza por el procedimiento GLM (SAS, 1999). El modelo de análisis incluyó el A, M(A), P, T(P), Ed y GG.

Para la subpoblación de 8,708 vacas de las cuales se conocía la paternidad, la información reproductiva fue analizada con un modelo mixto, que incluyó el efecto aleatorio de padre, mediante el procedimiento MIXED (SAS, 1999). En la mayoría de los casos, la prueba de significancia (COVTEST, SAS, 1999) para el efecto padres resultó no significativa, por lo cual se optó por analizar la totalidad de la información con el modelo de efectos fijos antes descrito con el procedimiento GLM (SAS, 1999).

## **Resultados y Discusión**

Los cuatro primeros intervalos entre partos fueron afectados ( $P < 0.01$ ) por el grupo genético

(GG). Las vacas con valores más bajos de HTP para producción de leche (GGI) registraron una

Cuadro 1. Número de observaciones, estimaciones por mínimos cuadrados y errores estándar para el intervalo (días) entre dos partos sucesivos según número de partos y grupo genético.

Grupos	1° IPC <sup>2</sup>	2° IPC	3° IPC	4° IPC
GGI <sup>1</sup>	412.9 ± 4.5c (866)	392.1 ± 5.4c (688)	400.8 ± 5.7c (522)	410.7 ± 6.6c (339)
GGM	437.3 ± 3.5b (6921)	420.1 ± 4.5b (4706)	420.9 ± 4.6b (2933)	428.1 ± 5.3b (1694)
GGS	456.2 ± 4.7a (866)	440.2 ± 5.6a (680)	440.8 ± 6.2a (447)	452.4 ± 7.9a (225)

<sup>1</sup>GGI: grupo genético inferior para producción de leche. GGM: grupo genético medio para producción de leche. GGS: grupo genético superior para producción de leche.

<sup>2</sup>1° IEP, 2° IEP, 3° IEP, 4° IEP: Se corresponde con la primera, segunda, tercer y cuarta lactancia respectivamente.

<sup>a,b,c</sup>Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey-Kramer, P<0.01).

duración del 1°IEP de 24.4 y 43.3 d menos que el mismo intervalo para las vacas del grupo medio (GGM) y superior (GGS), respectivamente (Cuadro 1). Del mismo modo, las vacas del GGI registraron una duración del 2°IEP de 28.0 y 48.1 d menos que el GGM y GGS. Para el 3°IEP, el GG que presentó en promedio menor fue otra vez el GGI con 20.1 y 40.0 d menos que el GGM y GGS. Por último, para el 4°IEP el GGI registró en promedio 17.4 y 41.7 d menos que el GGM y GGS. Es decir que, independientemente del intervalo entre partos evaluado, el grupo de menor valor promedio en el nivel de HTP presentó siempre menores intervalos entre partos sucesivos (P<0.01).

Los intervalos entre parto y la nueva concepción mostraron la misma tendencia que los intervalos entre partos, ya que la diferencia entre ambos, que es el tiempo de gestación, mostró mínima variación. Las vacas con menores valores para las predicciones de mérito genético para producción de leche (GGI) registraron 22.9 y 42.0 d menos 1°IPC que el GGM y GGS, respectivamente (Cuadro 2). El GGI registró 26.2 y 46.7 d menos para el 2°IPC, 17.9 y 39.0 d para el 3°IPC, 17.9 y 43.1 d menos para el 4°IPC. Es decir que, independientemente del intervalo parto a concepción evaluado, el grupo de menor valor promedio en el nivel de HTP concibió nuevamente en un menor tiempo (P<0.01).

El efecto del grupo genético (GG) para producción de leche afectó significativamente (P<0.01) el número de servicios por concepción. El GGS requirió mayor número de inseminaciones para concebir nuevamente, siendo este efecto más evidente durante la primera lactancia (Cuadro 3). En la primera lactancia, vacas del GGS requirieron 0.4 y 0.8 inseminaciones más (P<0.01) para quedar preñadas que de los GGM y GGI, respectivamente. A partir de la segunda lactancia, sólo se detectaron diferencias significativas (P<0.01) entre el GGS respecto de los GGM y GGI, y estos dos últimos grupos no difirieron entre sí.

El número de lactancias totales difirió de acuerdo al potencial genético para producción de leche (GG) (P<0.01). Las vacas del GGI obtuvieron en promedio 0.24 y 0.41 más partos que las de los GGM y GGS, respectivamente (P<0.01) (Cuadro 4).

En el presente trabajo se observó que a través de los cuatro primeros ciclos productivos, el grupo con mayor mérito genético para producción de leche presentó un menor desempeño reproductivo. En general dichos animales registraron mayores intervalos entre partos sucesivos y entre parto y concepción, más servicios por concepción y menor número de partos. No se conocen otros trabajos científicos en Argentina que relacionen las predicciones del mérito genético para producción de leche con aspectos reproductivos de las vacas

Cuadro 2. Número de observaciones, estimaciones por mínimos cuadrados y errores estándar para el intervalo (días) parto a concepción según número de parto y grupo genético.

Grupos	1° IPC <sup>2</sup>	2° IPC	3° IPC	4° IPC
GGI <sup>1</sup>	131.8 ± 4.7c (769)	110.9 ± 5.3c (628)	122.9 ± 5.7c (488)	123.4 ± 6.3c (326)
GGM	154.7 ± 3.7b (6404)	137.1 ± 4.5b (4411)	140.8 ± 4.6b (2754)	141.3 ± 4.9b (1628)
GGS	173.8 ± 4.8a (836)	157.6 ± 5.6a (655)	161.9 ± 6.2a (432)	166.5 ± 7.5a (217)

<sup>1</sup>GGI: grupo genético inferior para producción de leche. GGM: grupo genético medio para producción de leche. GGS: grupo genético superior para producción de leche.

<sup>2</sup>1° IEP, 2° IEP, 3° IEP, 4° IEP: Se corresponde con la primera, segunda, tercer y cuarta lactancia respectivamente.

<sup>a,b,c</sup>Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey-Kramer, P<0.01).

Cuadro 3. Número de observaciones, estimaciones por mínimos cuadrados y errores estándar para el número de servicios por concepción según número de parto y grupo genético

Grupos	1° NS/C <sup>2</sup>	2° NS/C	3° NS/C	4° NS/C
GGI <sup>1</sup>	4.10 ± 0.14c (289)	1.91 ± 0.11b (203)	2.00 ± 0.17b (139)	1.65 ± 0.25b (106)
GGM	4.45 ± 0.09b (2365)	2.00 ± 0.07b (1588)	2.08 ± 0.12b (1003)	2.07 ± 0.24b (555)
GGS	4.89 ± 0.14a (299)	2.40 ± 0.11a (252)	2.68 ± 0.17a (173)	2.57 ± 0.29a (95)

<sup>1</sup>GGI: grupo genético inferior para producción de leche. GGM: grupo genético medio para producción de leche. GGS: grupo genético superior para producción de leche.

<sup>2</sup>1° NS/C, 2° NS/C, 3° NS/C, 4° NS/C: Se corresponde con la primera, segunda, tercer y cuarta lactancia respectivamente.

<sup>a,b,c</sup>Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey-Kramer, P<0.01).

lecheras. Sin embargo, a nivel internacional existen evidencias que el incremento en el mérito genético para producción de leche reduce la fertilidad (Grosshans *et al.*, 1997; Veerkamp *et al.*, 2001; Kadarmideen *et al.*, 2003; Wall *et al.*, 2003; Nilforooshan y Edriss, 2004; VanRaden *et al.*, 2004).

Molinuevo (2005) indicó que inmediatamente posterior al parto los requerimientos de energía y proteína de las vacas, se incrementan de manera que les permita alcanzar y mantener la alta producción de leche a la que la selección genética las predispuso. De esta manera, las vacas que están dotadas genéticamente para lograr altas producciones de leche, apuntan a producir de acuerdo a su potencial, aun cuando no se les provean los alimentos que su metabolismo requiere. En el presente trabajo, las vacas del grupo superior en producción de leche presentaron menor desempeño reproductivo, probablemente se deba a que los sistemas de producción no cubrieron los requerimientos para producción de las vacas. De esta manera, las vacas priorizaron la producción de leche a la reproducción, siendo esto más acentuado en las vacas de mayor potencial genético para producción de leche.

Algunos autores (Grosshans *et al.*, 1997; Lucy, 2001; Molinuevo, 2005) señalaron que en cualquier sistema de producción, ya sea intensivo como en pastoreo, el efecto de un mejor nivel nutricional afectaría la correlación fenotípica entre caracteres de producción y de fertilidad pero sin modificar la

correlación genética, desfavorable, entre ambos caracteres. Por este motivo varios autores señalaron la importancia de incorporar características reproductivas en los programas de selección (Grosshans *et al.*, 1997; Harris y Kolver, 2001; Lucy, 2001; VanRaden *et al.*, 2004).

Veerkamp *et al.* (2003), indicaron que la selección por producción de leche acentuaría la brecha entre la energía requerida por el animal y su consumo posible. Buckley *et al.* (2000) y Veerkamp *et al.* (2003) señalaron que cuanto mayor sea el potencial de producción de leche, más negativo sería el balance energético que en aquellas vacas de menor potencial. Probablemente ésta sea parte de la causa de que las vacas de mayor potencial de producción de leche, analizadas en el presente trabajo, registraron mayores problemas reproductivos.

Varios autores observaron que tanto el balance energético negativo (de Vries y Veerkamp, 2000; Veerkamp *et al.*, 2003; Lucy, 2001; Pryce, 2002; Butler, 2003), como la pérdida de condición corporal (Veerkamp *et al.*, 2001 y 2003; Dechow *et al.*, 2004; Pryce *et al.*, 2002; Buckley *et al.*, 2003) se relacionan de manera desfavorable con el comportamiento reproductivo, explicando en parte el menor desempeño reproductivo de las vacas de alto potencial de producción de leche. En condiciones de déficit alimenticio, el organismo de las vacas, tenderá naturalmente a sacrificar otras funciones fisiológicas tales como el ciclo estral de

Cuadro 4. Número de observaciones, estimaciones por mínimos cuadrados y errores estándar para número de lactancias por vaca según grupo genéticos.

Grupos	Número de lactancias
GGI <sup>1</sup>	4.36 ± 0.034a (1016)
GGM	4.12 ± 0.026b (8125)
GGS	3.95 ± 0.035c (1016)

<sup>1</sup>GGI: grupo genético inferior para producción de leche. GGM: grupo genético medio para producción de leche. GGS: grupo genético superior para producción de leche.

<sup>a,b,c</sup>Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey-Kramer, P<0.01).

manera de aproximarse, tanto como les sea posible, a producir al nivel de toda su potencialidad (Molinuevo, 2005). De esta manera se pueden explicar las fallas en el retorno al celo y la concepción de vacas altamente productivas.

La producción en primera lactancia del GGS fue de 722 kg mayor a la del GGM y 1463 kg mayor al GGI, correspondiendo a una diferencia relativa de 13 y 26%, respectivamente (Cuadro 5). La producción total de las vacas del GGS fue 18% mayor al GGI y 9% superior al GGM. A pesar de que las vacas del GGS registraron un menor número de lactancias, la mayor producción de leche en cada una de las mismas compensó ese menor número de lactancias (Cuadro 4) y resultó en una mayor producción total. Si bien la magnitud de la superioridad en GGS en la producción de la primera lactancia no se mantuvo en la producción total. Ello puede deberse en parte

a que en la producción total de leche incidió el número de lactancias que registraron las vacas. Las de menor potencial de producción de leche presentaron mayor cantidad de lactancias, disminuyendo las diferencias entre GG.

Molinuevo (2005), encontró que la superioridad en producción de leche durante la primera lactancia de las vacas de mayor potencial genético no se mantuvo en las producciones posteriores. Según el autor, la falta de condiciones propicias en el sistema, parecería haber impedido que se exprese toda la potencialidad genética del grupo. Probablemente, a pesar del menor comportamiento reproductivo de las vacas de mayores valores genéticos estimados para producción, los productores fueron más indulgentes hacia ellas, como consecuencia de haber sido buenas productoras de leche y las mantuvieron en el rodeo, minimizando el problema del menor comportamiento reproductivo.

Cuadro 5. Número de observaciones, estimaciones por mínimos cuadrados y errores estándar para la producción de leche en la primera lactancia y la producción de leche total en la vida de las vacas según grupo genético

Grupos <sup>1</sup>	Producción en primera lactancia (kg)	Producción total (kg)
GGI	4180 ± 40.1c (824)	18796 ± 250.9c (832)
GGM	4921 ± 31.6b (6577)	21077 ± 187.8b (6646)
GGS	5643 ± 41.6a (840)	23043 ± 252.8a (910)

<sup>1</sup>GGI: grupo genético inferior para producción de leche. GGM: grupo genético medio para producción de leche. GGS: grupo genético superior para producción de leche.

<sup>abc</sup>Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey-Kramer, P<0.01).

## Conclusiones

En condiciones en pastoreo, las vacas con mayor potencial para producción de leche manifestaron un menor desempeño reproductivo a través de los cuatro primeros ciclos productivos. Estos animales registraron mayores intervalos entre partos sucesivos, mayores intervalos parto-concepción, más servicios por concepción y menor

número de partos, pero mayores producciones en primera lactancia y mayor producción total. Probablemente el menor comportamiento reproductivo de las vacas del GGS sea por un mayor balance energético negativo en las primeras etapas de la lactancia con respecto a las vacas de los grupos GGM y GGI.

## Literatura Citada

- Buckley, F., P. Dillon, S. Crosse, F. Flynn, and M. Rath. 2000. The performance of Holstein Friesian dairy cows of high and medium genetic merit for milk production on grass-based feeding systems. *Livest. Prod. Sci.* 64:107-119.
- Buckley, F., K. O. Sullivan, J. F. Mee, R. D. Evans, and P. Dillon. 2003. Relationships among milk yield, body condition, cow weight, and reproduction in spring-calved Holstein-Friesians. *J. Dairy Sci.* 86:2308-2319.
- Butler, W. R. 2003. Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83:211-218.
- Casanova, D., C. I. Andere y E. M. Rodríguez. 2005. Aspectos prácticos del mejoramiento genético en el ganado lechero. "5ta Jornada Abierta de

- Lechería". Facultad de Agronomía-UBA. Buenos Aires, Argentina. 5 de octubre. Pp. 1-11.
- De Vries, M.J. and R. F. Veerkamp. 2000. Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J. Dairy Sci.* 83:62-69.
- Dechow, C. D., G. W. Rogers, L. Klei, T. J. Lawlor, and P. M. Vanraden. 2004. Body condition scores and dairy form evaluations as indicators of days open in US Holsteins. *J. Dairy Sci.* 87:3534-3541.
- Grosshans, T., Z. Z. Burton, D. L. Johnson, and K. L. MacMillan. 1997. Performance and genetic parameters for fertility of seasonal dairy cows in New Zealand. *Livest. Prod. Sci.* 51:41-51.
- Harris, B. L. and E. S. Kolver. 2001. Review of holsteinization on intensive pastoral dairy farming in New Zealand. *J. Dairy Sci.* 84 (E. Suppl.):E56-E61.
- Kadarmideen, H. N., R. Thompson, M. P. Coffey, and M. A. Kossabati. 2003. Genetic parameters and evaluations from single- and multiple-trait analysis of dairy cow fertility and milk production. *Livest. Prod. Sci.* 81:183-195.
- Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84:1277-1293.
- Méndez, D. y P. Davies. 2000. Actualización en utilización de verdes invernales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Norte, Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, Argentina. Publicación Técnica N° 30, 35 pp.
- Molinuevo, H. A. 2005. Selección de bovinos lecheros para el sistema en pastoreo. En: H. A. Molinuevo (Ed.) *Genética bovina y producción en pastoreo*. INTA, Argentina. pp. 283-315.
- Nilforooshan, M. A. and M. A. Edriss. 2004. Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. *J. Dairy Sci.* 87:2130-2135.
- Pryce, J. E. 2002. Reproductive performance: A literature review. In: B. L. Harris, J. E. Pryce, and D. L. Johnson (Eds.) *The economics of dairy cow fertility*. Livestock Improvement Corporation, Hamilton, New Zealand. pp 54.
- Pryce, J. E., M. P. Coffey, S. H. Brotherstone, and J. A. Woolliams. 2002. Genetic relationships between calving interval and body condition score conditional on milk yield. *J. Dairy Sci.* 85:1590-1595.
- Pryce, J. E., M. D. Royal, P. C. Garnsworthy, and I. L. Mao. 2004. Fertility in the high-producing cows. *Livest. Prod. Sci.* 86:125-135.
- SAS 1999. SAS/STAT® User's guide. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SENASA, 2002. <<http://www.senasa.gov.ar>> [consulta:marzo2008].
- Snyder, M. 2007. Análisis de la producción física y económica de los tambos CREA, Ejercicio 2005/2006. AACREA, Buenos Aires, Argentina. 17 pp.
- Vanraden, P. M., A. H. Sanders, M. E. Tooker, R. H. Miller, H. D. Norman, M. T. Kuhn, and G. R. Wiggans. 2004. Development of a national genetic evaluation for cow fertility. *J. Dairy Sci.* 87:2285-2292.
- Veerkamp, R. F., E. P. C. Koenen, and G. De Jong. 2001. Genetic correlations among body condition score, yield, and fertility in first-parity cows estimated by random regression models. *J. Dairy Sci.* 84:2327-2335.
- Veerkamp, R. F., B. Beerda, and T. Van der Lende. 2003. Effects of genetic selection for milk yield on energy balance, levels of hormones, and metabolites in lactating cattle, and possible links to reduced fertility. *Livest. Prod. Sci.* 83:257-275.
- Wall, E., S. Brotherstone, J. A. Woolliams, G. Banos, and M. P. Coffey. 2003. Genetic evaluation of fertility using direct and correlated traits. *J. Dairy Sci.* 86:4093-4102.
- Zaniboni, C. M. y A. Dillon. 1999. Evaluación bajo pastoreo de cultivares de alfalfa con distinto reposo invernal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Norte, Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, Argentina. Publicación Técnica N° 28, 20 pp.