

ANÁLISIS DE LA LONGEVIDAD FUNCIONAL DE LA RAZA HOLANDO ARGENTINO

Casanova, D.¹, Schneider, M.P.², Andere, C.I.¹, Rodríguez, E.M.³, Rubio, N.E.¹, Juliarena, M.¹, Díaz, C.⁴ y Carabaño, M.J.⁴.
2011. Revista Taurus, Bs. As., 13(51):21-29.

1) Dpto. de Producción Animal, Facultad Cs. Veterinarias, UNCPBA. Pinto 399, 7000 Tandil, Argentina. danca@vet.unicen.edu.ar

2) Asociación del Litoral de Entidades de Control Lechero. 3080 Esperanza. Argentina.

3) Dpto. de Sanidad Animal, Facultad Cs. Veterinarias, UNCPBA. Tandil, Argentina.

4) Dpto. de Mejora Genética Animal, INIA. Madrid. España.

www.produccion-animal.com.ar

[Volver a: Razas bovinas lecheras y sus cruzas](#)

RESUMEN

Los objetivos fueron determinar los factores que afectan la vida productiva de vacas Holando Argentino, estimar la heredabilidad y obtener los valores genéticos de los toros. Se analizaron 299.949 registros correspondientes al período 1984-2005. Se utilizó un modelo Weibull con los efectos fijos: Kg leche, Kg grasa y la interacción número de lactancia y estadio de lactancia como tiempo dependientes, y edad como tiempo independiente, así como los efectos aleatorios interacción del rodeo y año de parto, y del toro. Los resultados indicaron un efecto importante de la edad al primer parto, producción de leche y grasa e interacción número de lactancia por estadio de lactancia sobre la longevidad. Vacas que paren a una edad avanzada al primer parto (40 meses) tienen un riesgo de ser descartadas 23% mayor que las que paren a los 30 meses. Vacas con menor producción de leche tienen un riesgo de ser descartadas 10 veces mayor que las de mayor producción. Vacas de baja producción de grasa tienen mayor riesgo de ser descartadas (15%) con respecto a las de alta producción. El riesgo de eliminación se incrementa a medida que avanza la lactancia. La heredabilidad fue 0,09. Finalmente, se obtuvo la valoración genética para 1.277 toros.

Palabras clave: longevidad funcional, vida productiva, evaluaciones genéticas, Holando Argentino.

INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnologías que permitan diferenciar animales longevos y de producciones aceptables es una práctica vista con interés por los productores de leche debido a su relación directa con la rentabilidad del sistema de producción.

La evolución de la investigación sobre la longevidad de los bovinos ha mostrado las distintas dificultades que presenta esta característica para su análisis. Así, surgieron en el tiempo diferentes definiciones de acuerdo a la complejidad de los indicadores considerados (ej.: "supervivencia productiva" a "longevidad funcional").

Ducrocq (3) definió longevidad verdadera a la aptitud de una vaca de permanecer en producción en el rodeo, y no son consideradas las razones por la que ésta puede ser eliminada.

Asimismo, es importante distinguir entre el refugo involuntario (venta de una vaca que no se preñó pero rentable), del refugo voluntario (venta de una vaca en buen estado de salud pero no rentable) (4). En consecuencia, Ducrocq y col. (5) definieron longevidad funcional a la capacidad del animal para retrasar el refugo involuntario (enfermedades y problemas reproductivos), siendo esta variable ajustada por la producción de leche (1).

Desde el punto de vista del mejoramiento genético animal, es de gran interés la longevidad funcional, porque se corrige por el nivel de producción, que es "la principal causa de eliminación de vacas en los tambos". Al analizar la longevidad funcional, mediante el análisis de supervivencia, es posible detectar diferencias genéticas entre los animales por motivos diferentes al nivel de producción, como salud, fertilidad, conformación y vejez (11).

Los métodos lineales tradicionales no son los más apropiados para la predicción de valores de cría por longevidad. Para su obtención es actualmente utilizado el análisis de la supervivencia (6), siendo ésta una metodología estadística que originalmente fue desarrollada para tratar investigaciones en medicina e ingeniería. La ventaja de esta metodología es que puede combinar la información proveniente de observaciones no censuradas (vacas que finalizaron su vida productiva debido a baja producción, problemas reproductivos, enfermedades, conformación indeseable, o simplemente murieron), con aquella que proviene de observaciones censuradas (vacas en producción al momento en que se realiza la evaluación genética). Otro aspecto de importancia en el análisis de supervivencia, es que permite considerar covariables que son función del tiempo (variables tiempo-dependientes) y que pueden afectar la vida productiva, por ejemplo: nivel de producción de leche y/o sólidos, los cambios anuales en el tamaño del rodeo, año, estaciones, etc. (10).

A pesar de la complejidad y las dificultades computacionales del uso de esta metodología, actualmente se la utiliza en las evaluaciones genéticas de rutina para Longevidad en Francia, Holanda, Alemania, Dinamarca, República Checa e Italia (14).

En Argentina no existen antecedentes investigación sobre longevidad en rodeos lecheros, ya sea en la principal raza que es la Holando Argentino, ni tampoco sobre la raza Jersey o cruzamiento de razas lecheras de reciente introducción. En consecuencia, para el siguiente trabajo se propusieron los siguientes objetivos: determinar cuáles son los principales factores (no genéticos) que afectan la vida productiva y el proceso de descarte en la raza Holando Argentino, estimar la heredabilidad para el rasgo de longevidad funcional (longevidad directa) e implementar una evaluación genética nacional para el rasgo de longevidad funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó una base de datos con 1.671.683 registros de lactancias, correspondientes a vacas Holando Argentino comprendido entre el período 1984 y 2005 (Sistema Nacional de Control Lechero Oficial).

La eliminación de datos se realizó teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ◆ Vacas con lactancias faltantes.
- ◆ Vacas cuyo primer parto fue distinto a 1.
- ◆ Vacas con edad al primer parto anterior a 22 meses o posterior a 45 meses.
- ◆ Vacas con porcentaje de grasa menor a 1%.
- ◆ Vacas con intervalo parto-parto menor a 279 días.
- ◆ Vacas con intervalo parto-parto mayor a 700 días.
- ◆ Vacas con un intervalo entre el último parto y el descarte mayor a 700 días.
- ◆ Rodeos con un número de registros no censurados menor a 6.
- ◆ Vacas con fecha de parto anterior a 1987. Hijas con padre desconocido.
- ◆ Hijas de toros con menos de 20 hijas en 10 tambos.

Después de la depuración, se obtuvieron 299.949 registros (un registro corresponde a la información de una vaca), los que fueron utilizados para los análisis correspondientes.

La vida productiva (o longevidad) de cada vaca se calculó como los días entre la fecha del primer parto y la fecha de descarte. Como la base de datos no cuenta con la información de la fecha de descarte, se calculó una fecha de descarte aproximada: Fecha descarte aproximada = fecha del ultimo parto + días en lactancia. Si la fecha de descarte era anterior a enero del 2005, se consideró que la vaca ya había finalizado su vida productiva. De lo contrario se considero que la vaca todavía estaba "viva" y su registro se consideró como censurado.

El análisis de longevidad funcional se realizó mediante la implementación de un Modelo de Riesgo Proporcional Weibull:

$$\lambda(t) = \lambda^{\circ}(t) \exp \{ z'(t) \beta \}$$

Donde,

$\lambda(t)$ es la función de riesgo de una vaca t días después del primer parto; $\lambda^{\circ}(t)$ es la función de riesgo base, $\lambda_p (\lambda t)^{p-1}$, asumiendo una distribución Weibull con el parámetro de escala λ y el parámetro de forma p ; y β contiene las variables (tiempo-dependientes y tiempo-independiente) que afectan la función de riesgo, con el correspondiente vector de diseño $z'(t)$.

El análisis de vida productiva se realizó mediante la implementación del programa Survival Kit V3.0, que consiste en un conjunto de programas escritos en lenguaje Fortran 77 (7).

Efectos estudiados

Los efectos incluidos en el modelo, que se detallan a continuación, resultaron de un estudio anterior en el cual se analizó el cambio del logaritmo de la verisimilitud de un modelo Weibull con diferentes efectos.

Rodeo x Año de parto

Efecto aleatorio de rodeo x año de parto. Rodeo: efecto tiempo-independiente del rodeo. Se considera como aleatorio y se asume que tiene una distribución log-gamma con el parámetro γ . Año de parto: es el efecto fijo, tiempo-dependiente, del año de parto, que cambia el 1 de marzo de cada año (desde 1987 a 2005).

Edad al primer parto

Efecto fijo, tiempo-independiente, de la edad al primer parto. Se definieron 24 clases: de 22 a 45 meses.

Leche

Efecto fijo, tiempo-dependiente, de la producción de leche (Kg). La producción de leche se expresa como desviación de las contemporáneas en el correspondiente rodeo-año. Desviaciones normalizadas fueron calculadas usando la media rodeo-año y la desviación estándar fenotípica general de la producción de leche entre rodeos. Ambos valores se calcularon separadamente para la primera y siguientes lactancias (≥ 2). Estas desviaciones normalizadas se utilizaron para definir 13 clases (de menor a mayor producción): las primeras 4 clases contienen cada

una 2,5% de las observaciones, una clase contiene 5% de las observaciones, 7 clases el 10% y la última clase el 15%. Esta clasificación se realizó con el fin de obtener una mejor distinción de las clases de baja producción. El efecto cambia al inicio de cada lactancia.

Grasa

Efecto tiempo-dependiente de la producción de kilos de grasa. La producción de grasa se expresa como desviación de las contemporáneas en el correspondiente rodeo-año. Desviaciones normalizadas fueron calculadas usando la media rodeo-año y la desviación estándar fenotípica general de la producción de grasa entre rodeos. Ambos valores se calcularon separadamente para la primera y siguientes lactancias (≥ 2). Estas desviaciones normalizadas se utilizaron para definir 13 clases en la base de datos 1 y 2 (de menor a mayor producción): las primeras 4 clases contienen cada una 2,5% de las observaciones, una clase contiene 5% de las observaciones, 7 clases el 10% y la última clase el 15%. Para la base de datos 3, se definieron 5 clases, cada una conteniendo el 25% de las observaciones.

Número de lactancia x Estadio de lactancia

Interacción entre el número y estadio de la lactancia. Número de lactancia: Efecto fijo, tiempo-dependiente del número de lactancia. Se definieron 6 clases: lactancia 1, 2, 3, 4, 5 y 6. El efecto cambia al inicio de cada lactancia.

Estadio de lactancia

Efecto fijo, tiempo-dependiente del estadio de la lactancia. Se definieron 4 clases: menos de 30 días, entre 30 y 90 días, entre 91 y 300 días y más de 300 días. El efecto cambia al comienzo de cada estadio.

Toro

Efecto aleatorio del toro.

Heredabilidad

La estimación de la heredabilidad del carácter longevidad funcional se calculó considerando la varianza de rodeo (σ^2_{herd}) de 0,628 y la varianza de toro (σ^2_s) de 0,040, de acuerdo a la fórmula propuesta por Yazdi et al. (15):

$$\frac{4\sigma^2_s}{\sigma^2_s + \sigma^2_{herd} + \frac{1}{1 - c}}$$

donde:

c: es la proporción de registros censurados.

RESULTADOS

Proporción de registros censurados y parámetros utilizados

El porcentaje de registros censurados fue de aproximadamente 6%. Este valor indica qué porcentaje de vacas están todavía "vivas". La baja magnitud de este valor podría deberse a la falta de fecha de descarte de las vacas. Otras poblaciones Holstein presentan valores superiores (2, 9).

El parámetro rho (p) de la distribución Weibull se fijo a 2,0. El parámetro de varianza estimado para el efecto toro fue de 0,04038 (acorde a lo estimado en otras poblaciones de raza Holstein y el valor de gamma fue de 0,7817).

Efectos no genéticos

a) Edad al primer parto

Al analizar el efecto de la edad al primer parto se observó que vacas que parieron por primera vez a una edad avanzada (40 meses) presentaron un riesgo 23% superior de ser descartadas que vacas que lo hicieron a una edad de 30 meses (Figura 1). Sewalem y col. (12) observaron también, en la población Holstein de Canadá, que a medida que se incrementa la edad al primer parto se incrementa el riesgo de eliminación.

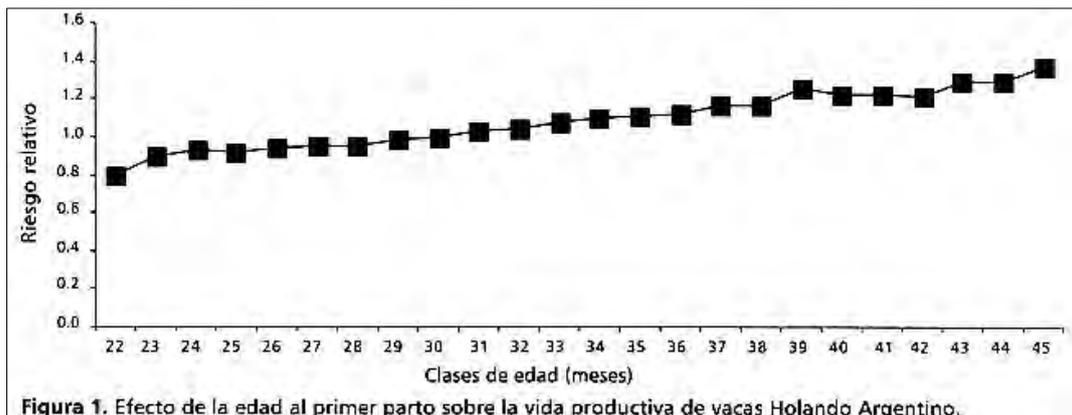
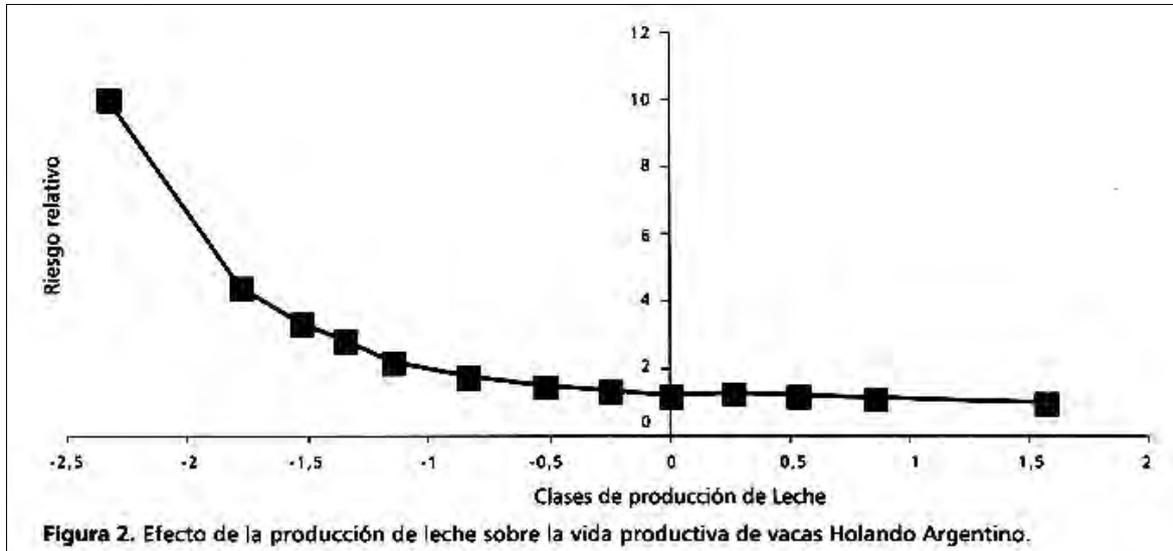


Figura 1. Efecto de la edad al primer parto sobre la vida productiva de vacas Holando Argentino.

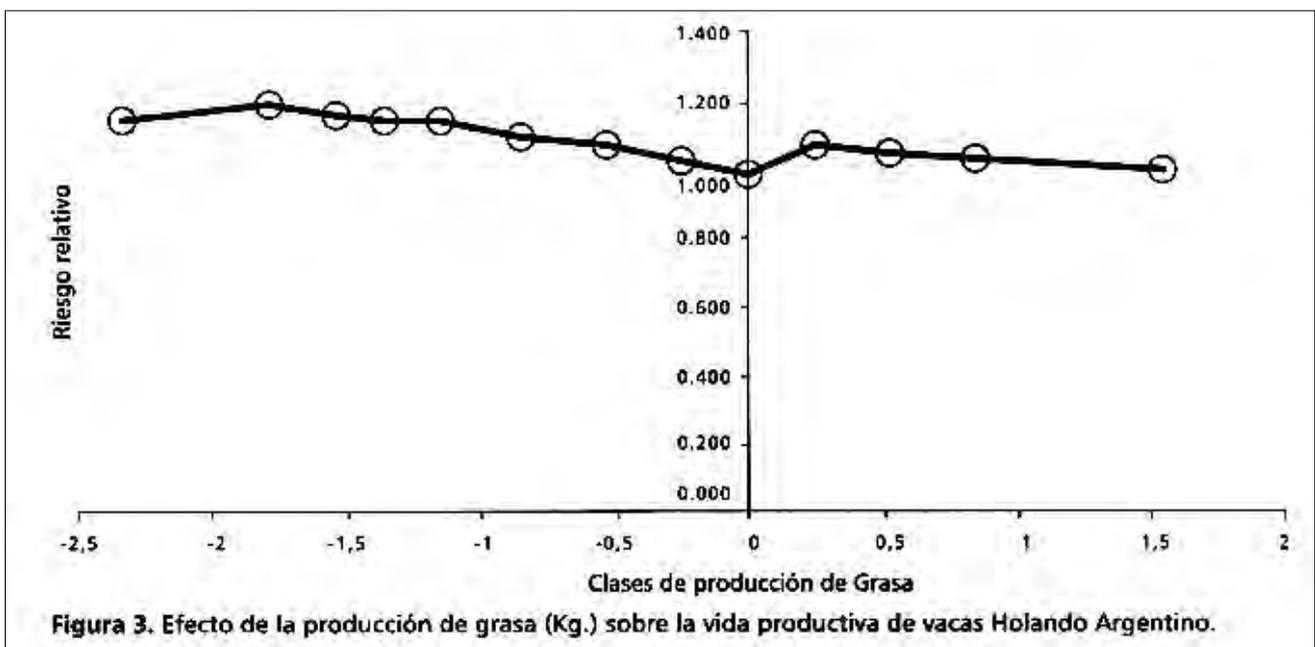
b) Producción de leche

Para el efecto de producción de Kg. de leche (Figura 2) puede indicarse que vacas de baja producción (sobre la izquierda del gráfico) presentaron un riesgo de ser descartadas 10 veces mayor en comparación con vacas de alta producción. Similares resultados fueron observados por Ojango y col. (9), quienes indicaron que el riesgo relativo de eliminación dentro de cada parición, sobre la base de 5 niveles diferentes de producción de leche, fue altamente significativo ($p < 0,0001$), observándose los mayores valores de riesgo relativo en las vacas de menor producción, especialmente en las de primera lactancia.



c) Producción de grasa

El efecto de la producción de Kg. de grasa (Figura 3) presentó una tendencia semejante a la observada para producción de leche, pero de menor magnitud. Las vacas de baja producción de Kg de grasa presentaron un mayor riesgo de ser eliminadas (15%) con respecto a los animales de alta producción. Evidentemente, los productores han tenido mayormente en cuenta a la producción de leche a la hora de tomar decisiones de descarte.



Heredabilidad

La heredabilidad estimada para longevidad funcional fue de 0,09, siendo ésta una estimación de heredabilidad similar a la reportada por otros países para la raza Holstein.

Valores genéticos y su distribución

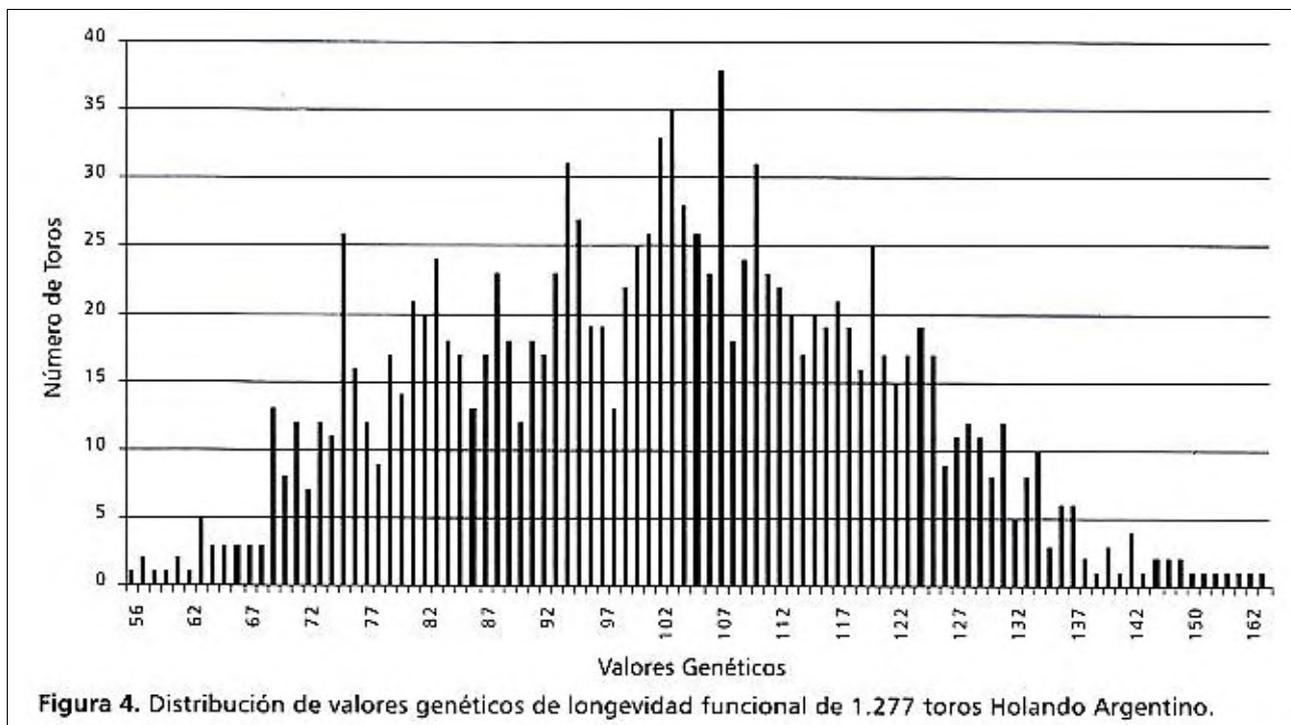
Las soluciones del análisis, proveen los valores genéticos para cada uno de los toros de la población analizada. Para este estudio se implementó un Modelo Padre asumiendo, como se mencionó anteriormente, una distribución Weibull para la función de riesgo base.

En la Tabla 1 se presentan el promedio, desvío estándar, mínimo y máximo de los valores genéticos estimados expresados en valores de riesgo relativo porcentual de 1.277 toros de la población Holando Argentino en Control Lechero Oficial.

Tabla 1. Valores promedio, desvío estándar, mínimo y máximo de los valores genéticos de 1.277 toros, expresados en valores de riesgo relativo porcentual.

Toros	Promedio	Desvío estándar	Mínimo	Máximo
1277	101	18,60	55,9	172,1

En la Figura 4 se presenta la distribución correspondiente a los valores genéticos estimados expresados en valores de riesgo relativo porcentual.



En el análisis de longevidad, utilizando el Análisis de Supervivencia, un valor positivo del riesgo indica "baja longevidad" mientras que un valor negativo indica "buena longevidad".

Los toros que tiene un Riesgo Relativo Porcentual mayor a 100 son aquellos que transmiten una baja longevidad, en contraposición, toros con Riesgo Relativo Porcentual menor a 100 son aquellos que transmiten una buena longevidad. Posteriormente, podrán expresarse estos valores en términos del tiempo requerido para que las hijas de cada uno de los toros alcancen un valor previamente determinado de la curva de supervivencia.

CONCLUSIONES

De los resultados presentados pueden obtenerse las siguientes conclusiones, que sólo son extrapolables a sistemas de producción similares, que se desarrollen en ambientes semejantes.

- ◆ Las vacas que paren a una edad avanzada al primer parto tienen mayor riesgo de ser descartadas con respecto a las que tienen su primer parto a una edad temprana.
- ◆ Las vacas de menor producción de leche tienen mayor riesgo de ser descartadas, en contraposición con las de mayor producción.
- ◆ Las vacas de baja producción de grasa tienen mayor riesgo de ser descartadas.
- ◆ La heredabilidad estimada para longevidad funcional fue de muy baja magnitud.

- ◆ Se obtuvo la valoración genética para 1.277 toros Holando Argentino de la población en Control Lechero Oficial.

CONSIDERACIONES GENERALES

La realización de este trabajo ha permitido conocer la disponibilidad y calidad de los registros de Control Lechero Oficial para el análisis de longevidad funcional. Además, ha permitido determinar cuáles son los principales efectos ambientales (no genéticos) que afectan la vida productiva de las vacas lecheras en Control Lechero Oficial de Argentina y analizar el modelo a implementar para una evaluación genética de rutina. Futuros análisis permitirán conocer la duración de la vida productiva de las vacas lecheras y en consecuencia conocer la evolución que esta ha tenido en el tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión de Investigaciones Científicas del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y a la Asociación Criadores de Holando Argentino por haber hecho posible la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boettcher, P.J., Jairath, L.K. and Dekkers, J.C.M. 1999. Comparison of methods for genetic evaluation of sires 14. for survival of their daughters in the first three lactations. *J. Dairy Sci.*, 82:1034-1044.
2. Chirinos, Z., Hernández, D. y Carabaño, M.J. 2005. Relación entre caracteres de tipo y longevidad en ganado Frisón utilizando técnicas de análisis de supervivencia. *Revista Científica XV N°003*. Universidad de Zulia. ISSN 0798-2259. Pp 263-271.
3. Ducroq, V.P. 1987. An analysis of length of productive life in dairy cattle. Ph.D. Thesis, Cornell Univ., Ithaca, NY.
4. Ducroq, V.P., Quaas, R.L., Pollak, E.J. and Casella, G. 1988a. Length of productive life of dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. *J. Dairy Sci.*, 71: 3061-3070.
5. Ducroq, V.P., Quaas, R.L., Pollak, E.J. and Casella, G. 1988b. Length of productive life of dairy cows. 2. Variante component estimation and sine evaluation. *J. Dairy Sci.*, 71: 3071-3079.
6. Ducroq, V.P. 1997. Survival analysis, a statistical tool for longevity data. Book of Abstracts of the 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Vienna, Austria.
7. Ducroq, V.P. and Sólkner, J. 1998. The Survival Kit - a Fortran package for the analysis of survival data. Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Australia. 27: 447-448.
8. Interbull. 2007. Description of National Genetic Evaluation Systems for dairy cattle traits applied in different Interbull member countries. Interbull Centre, Sweden. www.interbull.slu.se/national_ges_info2/framesida-ges.htm (Accessed 10-Mayo-2006).
9. Ojango, J.M.K., Ducroq, V and Pollott, G.E. 2005. Survival analysis of factor affecting culling earling in the productive life in Holstein-Friesian cattle in Kenia. *Livestock Production Science* 92: 317-322.
10. Schneider, M. del P and Miglior, E 1999. A proposal for genetic evaluation for functional herd life in Italian Holstein. Book of Abstracts of the 50th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. pp 11.
11. Schneider, M. del P, Cantet, R.J.C. y Santos Cristal de Sivak, M. 2002. Análisis de supervivencia en la evaluación genética de vida productiva en rodeos lecheros: una introducción. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 22 N°2: 127-139.
12. Sewalem, A., Kistemaker, G.J, and Van Doormaal, B. 2003. Genetic analysis of herd life in Canadian dairy cattle on a lactation basis using the Survival Kit. Proceedings of the Interbull meeting. Rome. Italy. Bulletin 31: 73-76.
13. VanRaden, P.M. y Klaaskate, E.J.H. 1993. Gene evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. *J. Dairy Sci.*, 76: 2758-2764.
14. Van der Linde, C. and De Jong. G. 2003. MACE for Longevity traits. *Interbull Bulletin* 30: 3-9.
15. Yazdi, M.H., Visscher, P.M., Ducroq, V and Thompson, R. 2002. Heritability, reliability of genetic evaluations and response to selection in proportional hazard models. *J. Dairy Sci.*, 85: 1563-1577.

[Volver a: Razas bovinas lecheras y sus cruizas](#)