

EFECTO DE CONSANGUINIDAD SOBRE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN VACAS HOLSTEIN EN EL ESTABLO “LA ESTRELLA”, LEÓN, GTO., MÉXICO

INBREEDING EFFECT ON HOLSTEIN COWS MILK PRODUCTION AT “LA ESTRELLA” DAIRY FARM LEON, GTO., MEXICO

¹P. Pacheco Álvarez, ¹J. R. Hernández Salgado y ²F. Magaña Valencia

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Apdo. Postal 8. C.P. 35230. Bermejillo, Dgo

²Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco. C.P. 56230. Edo México

RESUMEN. El rápido progreso genético resultado de: 1) selección de animales superiores y 2) el uso de la inseminación Artificial, han dado lugar a niveles de consanguinidad con efectos negativos sobre características productivas y reproductivas. Con el objetivo de estimar el nivel de consanguinidad para un hato Holstein y su efecto sobre la producción láctea, se analizaron los registros genealógicos de 3160 animales nacidos de 1990 a 2008, para determinar el efecto de consanguinidad en producción de leche. Se utilizó información de 251 hembras de primer parto y con lactancias en curso. Las lactancias se ajustaron por extrapolación lineal a 305 día de producción y por tipo de parto (normal, prematuro, aborto, químico). Para analizar toda la información se empleo el programa ENDOG (v.4.0). De 1112 hembras analizadas el 16% poseen un nivel de consanguinidad, con un promedio de 21.1% de consanguinidad, dentro del rango de 0.78 a 37.5%, siendo la categoría de 25% de consanguinidad donde se incluye el 80% de animales consanguíneos. El efecto de la consanguinidad en producción láctea de vacas consanguíneas no es diferente de las no consanguíneas ($P>0.5$). Sin embargo, la depresión endogámica se estima que por cada 1% de consanguinidad disminuye 8.86 kg de leche por lactancia.

Palabras claves: coeficiente de consanguinidad, nivel de consanguinidad, depresión endogámica, pedigrí.

SUMMARY. Advanced genetic progress resulting from: 1) superior animals selection, and 2) artificial insemination use, have resulted in inbreeding levels with negative effects on productive and reproductive characteristics. With the objective of estimating the inbreeding level for a Holstein herd and its effect on milk production, 3160 genealogical registers were analyzed. Information from 251 first calving heifers and ongoing milking cows were used. Lactancies were adjusted by linear extrapolation to 305 productions days and by type of parturition (normal, premature, abortion, chemical). ENDOG (v.4.0) program was used for data analyzed 16% possess a level of inbreeding with an average of 21.1% of consanguinity within the range of 0.78 to 37.5%, the category of 25% consanguinity being where 80% of blood related animal are included. The effect of inbreeding on milk production of inbred cows is no different than that of outbreed ones ($P<.5$). However, as a result of inbreeding depression, it is estimated that for every 1% of consanguinity. There is a decrease of 8.86 kg of milk per lactation.

Key words: inbreeding coefficient, inbreeding depression, pedigree, consanguinity level of

INTRODUCCIÓN

El uso de genes de pocos sementales reducen la base genética de la Raza, por tanto se traduce en depresión endogámica en el sistema productivo. Inbreeding trends over the past 30 years are shown in Figure 3 for five countries. Over phases can be distinguished: before and after the Initially there was a slow increase in inbreeding levels up to 1989 with annual increases in inbreeding coefficient

varying from .02 to .09%. Birth years 1990 to 1999 show the most dramatic increase in inbreeding rates, with annual increases in the 1990s yearly rates were greater than expected values calculated through a simulation. Goddard and Smith (1990) reported an expected inbreeding rates of .125% per year with 20 bull sires per generation and .25% with 1g. Furthermore, they estimated the annual rate of inbreeding at .19% from the increase in the degree of relationship among registered North-American Holsteins,

values estima (European countries seem in a better position than North American co Their average rate inbreeding in the last 10 years is equal to .17%, while US and Canada average .26% This means that, if rates follow the same speed, in ten years North American countries will have accumulated 1% inbreeding more than European countries. However, up to now North American countries have carried out. Falconer (1989) outlined the effects of inbreeding as: increased homozygosity (animals with a copy of the La importancia de estimar el nivel de consanguinidad radica en conocer sus efectos negativos sobre las características productivas y reproductivas de los individuos For example, a cow with an inbreeding coefficient equal to 6.25% (paternal grand sire = maternal great animal: -156 kg of milk, -5.6 of fat, -5 kg of protein, +3400 SCC, +1 day of calving interval (Miglior, 2000). same allele at one locus); redistribution of genetic variances (decrease of within family genetic and increase of between family genetic variance); higher chance of appearance of lethal recessive genes the homozygous state (BLAD), decrease of homeostasis (inbred animal less adaptive to environmental changes); and, reduction of the animal's performance, particularly in terms of reproduction, fertility and health (inbreeding depression). On average the inbreeding depression per each 1% increase in the (1979) reported, in the Canadian Por tal motivo, el estudio presente tiene como objetivo estimar el nivel de consanguinidad para un rebaño de vacas Holstein y su efecto sobre la producción de leche; con el propósito de contrarrestar los efectos negativos mediante una propuesta de sistema de apareamiento en el hato.

El apareamiento de individuos emparentados da origen a individuos consanguíneos (Neira, 1985). El grado de consanguinidad se mide mediante el coeficiente de endogamia (F) que se define como la probabilidad que un individuo posea, para un locus, dos genes alelos idénticos por descendencia (Malecot, 1948). De tal forma que la reducción de vigor de los animales causados por la consanguinidad, particularmente en términos de reproducción, fecundidad y health (inbreeding depression). salud; se conoce como depresión endogámica (Falconer, 1989).

Las estimaciones del nivel de consanguinidad sobre ganado lechero muestran la tendencia del grado de parentesco a través de los años. Thompson *et al.* (2000^a), estimaron el nivel de endogamia para ganado Holstein en Estados Unidos de Norteamérica, y encontraron un incremento de 0.3 % en promedio por año de 1970 a 1980. Sin embargo a partir de 1980 a 1998 se tiene un aumento en el promedio del nivel de consanguinidad, de 0.63% por año.

Se calcula que por cada unidad porcentual de incremento en la consanguinidad, resulta en una disminución de -

29.48 kg de leche por lactancia en la raza Holstein (Wiggans *et al.*, 1995). Por otra parte existen tres apareamientos específicos, que se deben evitar, (padre con hijas, con media hermana, hija de sus medios hermanos), ya que la cría futura obtendrá 25%, 12.5 y 6.25 de consanguinidad respectivamente (Cassell, 1999).

Altos niveles de consanguinidad se reflejan en un gran deterioro sobre las lactancias tempranas, con probabilidad de inhibir el período de mayor producción (Thompson *et al.*, 2000^b). Es ampliamente conocido el deterioro de algunos de estos caracteres como fertilidad, resistencia a enfermedades, debido al incremento de la producción (Dechow *et al.*, 2001; Veerkamp *et al.*, 2001), aunque también se empieza a señalar al incremento de la consanguinidad que han experimentado las poblaciones Holstein en la gran mayoría de los países (Sewalem *et al.*, 2006; Croquet *et al.*, 2006).

El control de la acumulación de la consanguinidad puede realizarse a dos niveles; 1) a través de los centros de inseminación manteniendo un balance entre la superioridad genética y diversidad de selección y, 2) a nivel de predio, en el momento que cada vaca es apareada, estimando el nivel de consanguinidad del futuro ternero, para evitar así altos niveles de endogamia (Doormaal, 2001).

La identificación precisa de los individuos dentro de un predio, permiten obtener estimaciones del grado de relación de los animales, y de esta forma estimar el nivel de consanguinidad de la futura cría, y con ello disminuir la depresión endogámica (Vanraden y Smith, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El establo lechero "La Estrella", está ubicado en el municipio de León, Guanajuato, a una altitud de 1,790 msnm., con temperatura media anual de 18 °C; media más baja de 13 °C en diciembre y media más alta en mayo de 23 °C, y un periodo de lluvias de seis meses (mayo a octubre) (INEGI, 1997).

Manejo de información

Para determinar el nivel de consanguinidad se utilizó información genealógica y de producción de leche de 3,160 bovinos Holstein nacidos de enero de 1990 a marzo de 2008.

Mientras que para determinar el efecto del nivel de consanguinidad en producción de leche, se utilizó información de 251 hembras de primer parto (50 a 450 días en producción).

Las lactancias se ajustaron por extrapolación lineal a 305 días por lactancia, también se ajustaron por tipo de parto (normal, prematuro, aborto, químico). El ajuste por tipo de parto se realizó hacia parto normal, sumando a cada registro de producción de parto anormal la diferencia porcentual con respecto a la producción promedio de leche de partos normales (Cuadro 1). Para la construcción del pedigrí se incluyó la información de identificación del animal, padre y madre, así como sexo y fecha de nacimiento del animal. En la integración del pedigrí se revisó la coincidencia de fechas de nacimiento, posteriormente se enumeró de acuerdo a la fecha de nacimiento. Los coeficientes de consanguinidad se obtuvieron con el programa ENDOG (v.4.0), presentado por Gutiérrez y Goyache (2005). ENDOG es un programa computacional que permite monitorear la variabilidad genética de poblaciones utilizando información de pedigrí. El programa utiliza el algoritmo desarrollado por Meuwissen y Luo (1992) para obtener los coeficientes de consanguinidad, por el Método de senderos de Sewall Wright (1922).

Nivel de Consanguinidad

Para estimar el efecto del nivel de consanguinidad en producción de leche se realizó una regresión lineal simple (Mendehhall y Sincich, 1995). El análisis de varianza para determinar el efecto de la edad de la vaca al momento del parto, se consideró un modelo lineal

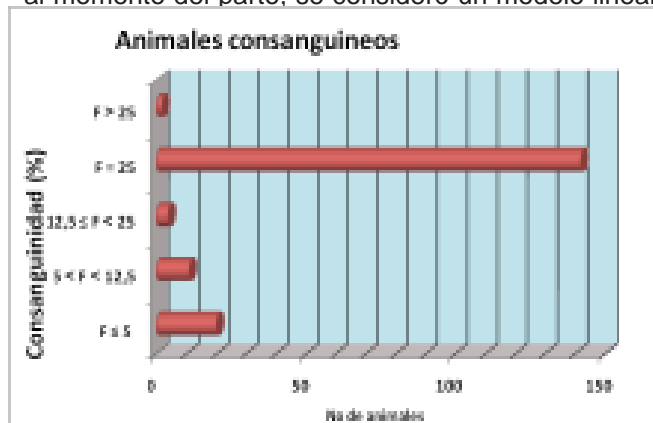


Figura 1. Distribución de la consanguinidad del ganado en el establo la Estrella, León, Guanajuato.

fijo, que incluyó el efecto del nivel de consanguinidad y la edad de la vaca al parto como covariable lineal y cuadrática. La propuesta de apareamientos se realizó considerando el coeficiente de parentesco entre las hembras y los sementales.

El criterio para no aparear entre sí ciertos animales fue con coeficientes de parentesco $e'' 0.1$, y se consideró preferentemente no aparear entre sí animales con coeficientes de parentesco $e'' 0.01$.

Los sementales disponibles ($n=2008$) en el rancho se clasificaron de acuerdo con el número de crías hembras presentes en el hato: a) sementales sin restricción para su uso (sin crías o <5 crías), y b) sementales con restricción para su uso (mayor número de crías hembras producidas en el rancho). Los coeficientes de parentesco se obtuvieron únicamente para los toros clasificados como restringidos. El coeficiente de parentesco entre dos animales (X e Y) se obtuvo por el método de senderos con el programa ENDOG (V. 4.0).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El estudio reveló un nivel de consanguinidad moderado; así que para estimar con mayor precisión el coeficiente de consanguinidad es necesaria una excelente identificación de los animales (Vanraden y Smith, 1999). La proporción de animales consanguíneos (16.1%); significa que el 16% de los animales son más consanguíneo que el promedio de las hembras en el rancho (Cuadro 1 y Figura 1).

Cassell (1999) menciona que deben de evitarse apareamientos de padres con Hijas, medias hermanas, hijas de sus medios hermanos, ya que esto resulta en 25%, 12.5%, 6.25% de consanguinidad respectivamente. Los niveles de consanguinidad obtenidos en el estudio, al ser comparados con estudios

Cuadro 1. Porcentaje de consanguinidad para el año 2001, de acuerdo al nivel de consanguinidad y la proporción de consanguinidad en el hato.

| Parámetro medido | % de consanguinidad |
|-------------------------------------|---------------------|
| Proporción de hembras consanguíneas | 16.1 (179 de 1112) |
| Consanguinidad promedio | 21.1 |
| Consanguinidad máxima | 37.5 |
| Consanguinidad mínima | 0.78 |

citados, se encuentra muy superior a los determinados por Wiggans *et al.* (1995), con 2.6 %, Thompson *et al.* (2000^a), con 4.2 %, y Doormaal (2001), con 4.4 %. Sin embargo, estos valores pueden ser afectados por el número de muestra que se analizaron en el presente estudio.

De acuerdo al análisis de varianza se estima que el efecto de la consanguinidad en producción láctea de vacas consanguíneas no es diferente ($P < .05$) con respecto a las no consanguíneas; Sin embargo, la regresión lineal mostro estimaciones del efecto del nivel de consanguinidad sobre producción (Figura 2). A pesar de que no hay diferencias significativas ($P > .51$) en la producción láctea de vacas consanguíneas y no consanguíneas, mostro una tendencia negativa en producción al incrementar la consanguinidad (-8.86 kg por lactancias de 305 días por unidad porcentual de consanguinidad). Así mismo, una vaca promedio con 25% de consanguinidad deja de producir 220.5 kilos de leche por lactancia, que una vaca promedio no consanguínea con un 50% de probabilidad. El análisis de varianza para determinar el efecto de la edad de la vaca al momento del parto como covariable lineal y cuadrática, no fue significativo ($P > .1$).

CONCLUSIONES

Los esquemas de apareamiento que se realizan en el establo "La Estrella" muestran una forma incorrecta de realizarlos, ya que los niveles de consanguinidad se encuentran en el rango de 0.8 - 37.5 %, con el 80% de los animales consanguíneos con índice de consanguinidad de 25 %.

Como resultado de una depresión endogámica, por cada unidad porcentual que se incrementa la consanguinidad, se esperaría una disminución de aproximadamente 8.86 kilos de leche por lactancia de 305 días. Es así que animales con 25% de consanguinidad produce 220.5 kilos menos que una vaca promedio no consanguínea.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecen los consejos de experiencia en el tema para concluir este estudio al M. C. Fabián Magaña Valencia y M. C. José Ramón Hernández Salgado.

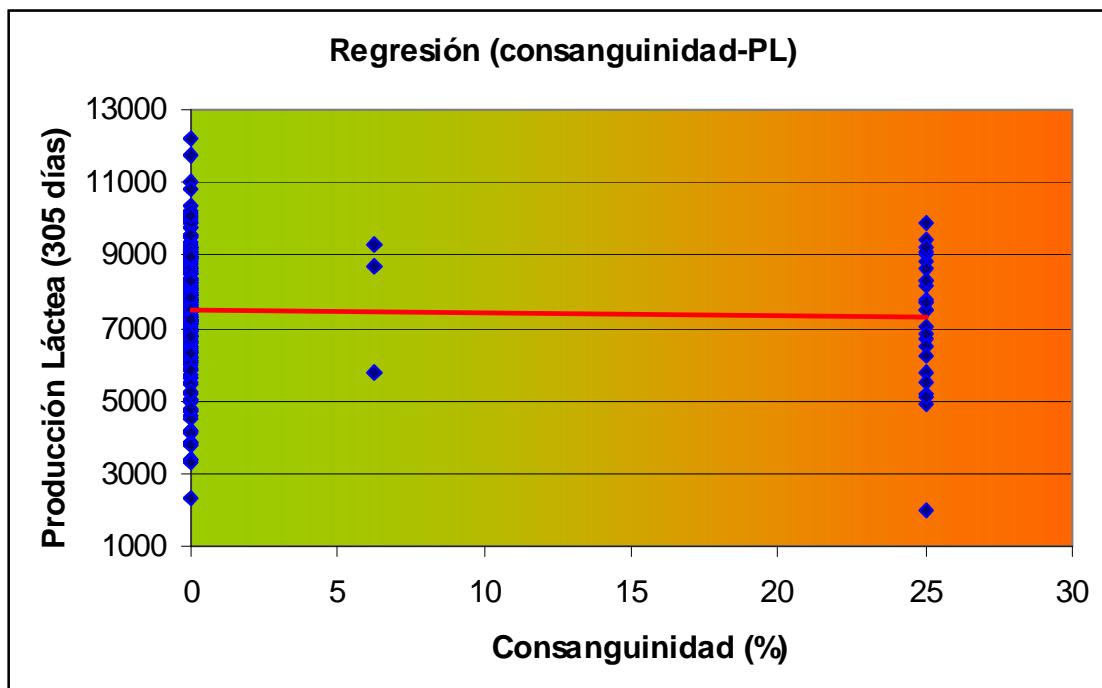


Figura 2. Tendencia de la producción de leche de acuerdo al nivel de consanguinidad de las vacas Holstein en el hato (Producción de leche = $-8.86 \times \text{Consanguinidad} + 7497.4$)

LITERATURACITADA

- Cassell, B. 1999. Inbreeding. Extension Dairy Scientist. (On line). Publicación N° 404-080. <<http://www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-080/404-080.html#pdc>> (5 de marzo de 2009).
- Croquet, C.; Mayeres, P.; Gillon, A.; Vanderick, S. y Gengler, N. 2006. Inbreeding Depression for Global and Partial Economic Indexes, Production, Type, and Functional Traits. *J. Dairy Sci*, 89, 2257-2267.
- Dechow, C. D.; Rogers, G.W. y Clay, J.S. 2001. Heritabilities and Correlations Among Body Condition Scores, Production Traits, and Reproductive Performance. *J. Dairy Sci*. 84: 266-275.
- Doormaal, B. 2001. Inbreeding in Canadian breeds. (On line). Canadian Dairy network. <http://www.cdn.ca/Articles/inbreeding_in_canadian_dairy_bre.htm> (7 de marzo, 2002).
- Falconer, D. S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. 3ed. Longmans Green/John Wiley & Sons, USA.
- Gutiérrez J.,P. y Goyache, F. 2005. A note on ENDOG:a computer program for analysing pedigree Information. *J. Anim. Breed. Genet.* 122:172–176ª 2005.
- INEGI. 1997. El sector agropecuario en el estado de Guanajuato. Aguascalientes, Aguascalientes. México. P.3-6
- Malecót, G. 1948. Les Mathematiques de L'hérédité. Masson. París. France.
- Mendehhall, W. y Sincich, T. 1995. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias.. 4ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, México. P.534-536.
- Meuwissen, T. H. E., and Luo, Z. 1992. Computing inbreeding coefficients en large populations. *Genet. Sel. Evol.* 24:305-313.
- Miglior, F. 2000. Impact of inbreeding – managing a declining Holstein gene pool. Preceeding from 10th world Holstein Friesian federation Conference, 30 April – 3 Mayo Sydney, NCW, Australia. 108 – 113.
- Neira, R. 1985. Introducción al estudio de la consanguinidad en animales. Santiago, Chile. Serie publicación docente N° 11. 198 p.
- Sewalem, A.; Kistemaker, G. J.; Miglior, F. y Van Doormaal, B. J. 2006. Analysis of Inbreeding and Its Relationship with Functional Longevity in Canadian Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 89:2210–2216.
- Thompson, J.; Everett, R. y Hammerschmidt, N. 2000a. Effects of inbreeding on production and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 83: 1856-1863.
- Thompson, J.; Everett, R. y Wolfet, C. 2000b. Effects of inbreeding on production and survival in Jersey. *J. Dairy Sci.* 83: 2131 – 2138.
- Vanraden, P. y Smith, L. 1999. Selection and mating considering expected inbreeding of future progeny. *J. Dairy Sci.* 82: 2771-2778.
- Veerkamp, R. F.; Koenen, E. P. C. y De Jong, G. 2001. *J. Dairy Sci.* 84: 2327-2335.
- Wiggans, G.; Vanraden, P. y Zuurbier, J. 1995. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 78:1584-1590.
- Wright, S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationship. *Amer. Nat.*, 56: 330-338.