

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POST GRADO

MAESTRIA EN PRODUCCIÓN ANIMAL



**“EFECTOS DE LA CONSAGUINIDAD EN LA PRODUCCIÓN Y
REPRODUCCIÓN EL ESTABLO MONTEGRANDE DE LA CUENCA
LECHERA DE LIMA”**

BERTHA MARCELINA RUIZ JANGE

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN LA
ESPECIALIDAD DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

LIMA – PERU

2009

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POSTGRADO

ESPECIALIDAD DE PRODUCCIÓN ANIMAL

“EFECTOS DE LA CONSAGUINIDAD EN LA PRODUCCIÓN Y
REPRODUCCIÓN DEL ESTABLO MONTEGRANDE DE LA CUENCA LECHERA
DE LIMA”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE

BERTHA MARCELINA RUIZ JANGE

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO

Mg.Sc. Enrique Alvarado Malca
PRESIDENTE

Mg.Sc. María Elisa C. García Salas
PATROCINADORA

Mg.Sc. Prospero Cabrera Villanueva
MIEMBRO

Mg.Sc. Agustín Pallette Pallette
MIEMBRO

DEDICATORIA

**A Dios todo poderoso, y
A la Virgen María por ser mi
Fortaleza en cada una de mis acciones.**

**A ti Sofía con cariño y gratitud por ser
mi compañía en cada paso que doy
A mis padres y a mis hermanos
Con el cariño de siempre**

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A la Ing. Maria Elisa C. García Salas, patrocinadora de la presente tesis, quien me brindo en forma desinteresada su apoyo académico y personal en la realización y culminación del presente trabajo de investigación
- ❖ Al Ing Enrique Alvarado Malca por sus consejos recomendaciones y amistad
- ❖ Al Ing Agustín Pallette Pallette por su apoyo consejos, y recomendaciones
- ❖ Al Ing Próspero Cabrera Villanueva por sus recomendaciones
- ❖ Al MV. Juan Carlos Mori Queirolo y cada uno de los miembros de su familia por las facilidades brindadas para la realización del trabajo de investigación
- ❖ A la Licenciada en estadística Ana Vargas Paredes por su valioso aporte en el trabajo de investigación y por la amistad que me brinda.
- ❖ A la Ing. Teresa Alvarado Yacchi mi amiga, por su incondicional apoyo
- ❖ Al personal del Programa de Servicios de Evaluaciones Genéticas: Sra. Susana Rospigliosi, Sr. David Ramírez, Ing. Lilian Landeo
- ❖ A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación del mismo

INDICE

	Pag.
I INTRODUCCION	09
II REVISION DE LITERATURA	10
2.1 Conceptos de la Consanguinidad	10
2.2 Calculo de la consanguinidad	11
2.3 Niveles de Consanguinidad en algunas poblaciones	12
Lecheras	
2.4 Efectos de La Consanguinidad	16
2.4.1 Producción de leche	18
2.4.2 Características Reproductivas	20
2.4.3 Edad de la vaca	22
2.4.4 Presentación de genes perjudiciales	23
2.5 Controlando la Consanguinidad	24
2.6. Apareamientos Consanguíneos	25
2.7 Usos de la consanguinidad	25
III MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Lugar y duración del experimento:	27
3.2. Materiales:	27
3.3 Metodología	27
3.3.1 Cálculo de la consanguinidad:	27
3.3.2 Efectos de la consanguinidad en la producción de	29
leche	

3.3.3.Efectos de la consanguinidad en la reproducción	31
a. Edad al parto	31
b. Intervalo entre partos	32
c. Número de Inseminaciones por Concepción:	32
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Cuantificación de la Consanguinidad	34
4.2 Efectos de la Consanguinidad en la Producción de Leche	36
4.3 Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Parto	37
4.4 Efectos de la Consanguinidad en el Intervalo entre Partos	38
4.5 Efectos de la Consanguinidad en el Número de Servicios por Concepción	39
V CONCLUSIONES	41
VI RECOMENDACIONES	42
VII RESUMEN	43
VIII BIBLIOGRAFÍA	45
IX ANEXOS	48

INDICE DE CUADROS

	Pag
Cuadro 01. Nivel medio de consanguinidad al nacimiento en 1990, en razas lecheras de E.U.A.	13
Cuadro 02. Promedio de consanguinidad en la raza Holstein.	13
Cuadro 03. Nivel de consanguinidad por década, en razas lecheras de Canadá.	14
Cuadro 04. Niveles de consanguinidad en el ganado Holstein de Canadá desde 1976 a 1990.	15
Cuadro 05. Número y porcentaje de vacas, con distintos niveles de consanguinidad.	15
Cuadro 06. Clasificación y número de animales consanguíneos por década – U.E.Z.	16
Cuadro 07. Efectos de la consanguinidad en características de producción en vacas Holstein.	18
Cuadro 08. Efectos de la consanguinidad en las características productivas de vacas Holstein.	19
Cuadro 09. Apareamiento consanguíneo y comportamiento productivo de la descendencia.	20
Cuadro 10. Efectos de la Consanguinidad en Tasas de Preñez y Distocias al parto	21
Cuadro 11. Distribución de animales para el estudio	29

Cuadro 12. Distribución de animales por niveles de consanguinidad.	34
Cuadro 13. Consanguinidad promedio por año de nacimiento.	35
Cuadro 14. Estadísticas comparativas de producción de leche entre vacas consanguíneas y no consanguíneas.	37
Cuadro 15. Promedio de la edad al parto en días, de las vacas	37
Cuadro 16. Intervalo entre partos en días en promedio a diferentes niveles de Consanguinidad.	39
Cuadro 17. Comparación entre vacas consanguíneas y no consanguíneas en el intervalo entre partos	39
Cuadro 18. Número de servicios por concepción en promedio para vacas consanguíneas	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Producción de Leche.	49
Anexo 02. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Primer Parto.	49
Anexo 03. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en Intervalo entre Partos.	50
Anexo 04. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en el número de Servicios por Concepción.	50

I. INTRODUCCION

En los establos dedicados a la explotación de vacunos, donde la principal actividad es la producción de leche, es muy importante tener un programa adecuado de sistema de apareamiento, para lo cual se deben seleccionar a los mejores reproductores, incrementándose así la calidad genética para la producción y productividad de la población vacuna. Deberá por lo tanto definirse bien el sistema de apareamiento, para lograr siempre la reproducción de individuos no emparentados (exocría).

La reproducción de individuos emparentados da origen a una progenie consanguínea, donde se ve reducida la heterocigosis, e incremento de la homocigosis, presentando como consecuencia de ello, problemas en las características reproductivos y productivos de la progenie (CARDELLINO y ROVIRA, 1993).

Se sospecha que los niveles de consanguinidad se encuentran en una situación de incremento, en algunos de los establos lecheros a nivel del país, debido al uso intensivo de la inseminación artificial, donde se utilizan a los mejores toros, que resultan ser muy pocos, ya que se eligen a aquellos que tienen un mayor mérito genético de acuerdo al objetivo de producción, con lo que se acentúan los efectos perjudiciales del uso de este tipo de reproducción animal; debido a ello se ha creído, por conveniente realizar el presente trabajo en el establo de la cuenca lechera de Lima: Monte grande.

OBJETIVOS

- Cuantificar los niveles de consanguinidad en las vacas del establo Monte grande de la Cuenca de Lima.
- Evaluar el efecto de la consanguinidad en la producción de leche y en la reproducción, en las características de edad al parto, intervalo entre parto y número de servicios por concepción.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Conceptos de la Consanguinidad

CARDELLINO y ROVIRA (1993), definen a la consanguinidad o endogamia como el apareamiento de individuos emparentados, los mismos que tienen por lo menos un antepasado común. Así estos individuos emparentados, pueden recibir el mismo gene por el lado materno y por el lado paterno. El individuo producto de este apareamiento se dice que es consanguíneo o que tiene consanguinidad. El cruzamiento consanguíneo es el proceso de aparear individuos que están emparentados; cuanto más cercana sea la relación de los padres de un individuo, mucho más elevado será el grado de consanguinidad.

LUSH (1965), considera que los individuos que están emparentados son aquellos que tienen ancestros comunes en su genealogía. Estos pueden ser una o dos generaciones anteriores; siendo en este caso el grado de consanguinidad bastante elevado. Si no hubiera ancestros comunes más cercanos que cinco o seis generaciones, el grado de consanguinidad se considera insignificante.

Este tipo de emparentamiento debe tratarse de evitarse, porque produce efectos negativos en la capacidad reproductiva o eficiencia fisiológica de los individuos. Este fenómeno se conoce como depresión endogámica o depresión debido a la consanguinidad (NEIRA, 1985).

El apareamiento consanguíneo intensivo, de los animales ha sido asociado a reducciones en la producción de leche y de grasa; así como también a incrementos en las tasas de mortalidad, al ser comparados con individuos sin consanguinidad, además de reducir el valor económico del ganado lechero, por lo que se considera un factor importante en los programas de mejoramiento genético. El perjuicio causado depende del grado de parentesco de los animales apareados (CASSELL, 1999).

NEIRA (1985), menciona que el grado de consanguinidad es medido mediante el coeficiente de endogamia (F), que es definido como la probabilidad de que un individuo posea, para un locus, dos genes alelos idénticos por ascendencia.

La diversidad genética se ha visto muy afectada, debido a que los objetivos de selección se realizan en base a una alta producción y un mejor tipo lechero. Debido a lo expuesto, hoy en día un número limitado de toros, tiene una alta influencia sobre la siguiente generación dentro de la raza, la razón de esto es que se usan solo aquellos toros que presentan un mayor mérito, los cuales son pocos (CASSELL, 1999).

2.2 Calculo de la consanguinidad

CARDELLINO y ROVIRA (1993), sostienen que un método clásico para calcular coeficientes de consanguinidad ha sido por muchos años el método de flechas. Este es un método fácil para el cálculo de F, sin embargo, solo puede ser usado para animales con poca consanguinidad y con pocos antecesores comunes en su pedigrí. La utilización del método de flechas puede volverse muy impráctico con amplios datos o datos con estructura compleja.

$$F_x = 1/2 \sum [(1/2)^n (1+F_a)]$$

- F_x** : Coeficiente de consanguinidad del individuo X
- Σ** : Sumatoria sobre todos los caminos que conectan con los padres de X a través de todos los antepasados.
- N** : Número de individuos en el camino correspondiente
- F_a** : Coeficiente de consanguinidad del antecesor común en cada camino.

Una práctica popular para estimar la consanguinidad para largas poblaciones es el método tabular (Falconer, 1989). Esta aplicación esta basada en la creación de un pequeño numerador matriz de parentesco (A) (Wright, 1922) para la genealogía de un individuo dentro de una población.

Los coeficientes de consanguinidad pueden ser luego obtenidos desde los elementos diagonales por una simple sustracción:

$$F_i = a_{ii} - 1.0$$

De esta expresión LANGE (2003), implementó un algoritmo que permite calcular el coeficiente de consanguinidad (F) para poblaciones largas. La técnica tiene que ver con el subconjunto del numerador matriz de coeficientes kinship (Φ) requerido para calcular su diagonal, la cual contiene (F).

$$\text{Donde: } a_{ii} = A = 2\Phi_{ii}$$

Una vez calculado A se reemplaza en la expresión anteriormente mencionada. Para calcular el coeficiente de consanguinidad F.

Se han desarrollado programas computacionales para calcular coeficientes de consanguinidad para poblaciones largas, los cuales utilizan numerosos algoritmos que reducen tiempo y requerimientos de memoria (WIGGANS y VAN RADEN, 1995).

2.3 Niveles de Consanguinidad en algunas poblaciones Lecheras

Se presentan las evaluaciones que se realizaron en diferentes países.

Estados Unidos

WIGGANS y VAN RADEN (1995), realizaron un estudio a partir del año de 1960 hasta 1990, en el cual midieron la consanguinidad de algunas razas de vacas lecheras de los estados unidos (E.U.A.), los resultados son mostrados en el cuadro 01.

Cuadro 01. Nivel medio de consanguinidad al nacimiento en 1990, en razas lecheras de E.U.A.

Raza	Número de Animales	Promedio F (%)
Ayrshire	20,605	4,7
Guernsey	104,951	3,5
Holstein	1'136,123	2,6
Jersey	112,562	3,3
Brown Swiss	27,729	3,0
Milking Shorton	7,948	4,1

Fuente: WIGGANS y VAN RADEN (1995).

Se pudo concluir que la raza Ayrshire tuvo un mayor nivel de consanguinidad, mientras que la raza Holstein presento el nivel más bajo frente a las demás razas.

THOMPSON et al. (2000), midieron, los niveles de consanguinidad medidos en el rebaño Holstein de Estados Unidos, en donde consideraron 1 805 773 vacas, los resultados muestran que estos niveles han ido incrementándose desde el año 1970 hasta 1998 (ver cuadro 02).

Cuadro 02. Promedio de consanguinidad en la raza Holstein.

Año	Promedio F (%)
1970	1,1
1975	1,1
1980	1,4
1985	1,7
1990	2,6
1995	3,8
1998	4,2

FUENTE: THOMPSON et al. (2000).

En el cuadro 02, se observa que desde el año de 1970, los niveles de la consanguinidad se han ido incrementando a razón de 0,3% como promedio al año, para la raza Holstein produciéndose un mayor aumento, a partir de 1980 alcanzando hasta un 0,63% promedio al año (THOMPSON et al., 2000).

Canadá

DOORMAAL (2001), realizó un trabajo en el cual cuantificó los niveles de consanguinidad, en vacas lecheras de varias razas en base a la información de todo el pedigree oficial de la Canadian Dairy Network, presentando diferentes tasas de incremento por década, los resultados son mostrados en el cuadro 03.

Cuadro 03. Nivel de consanguinidad por década, en razas lecheras de Canadá.

Raza	Promedio	Incremento promedio de F(%) por década		
	F(%) 1998	1968 – 1978	1978 – 1988	1988 - 1998
Ayrshire	5,60	0,22	0,16	0,12
Brown Swiss	2,80	0,07	0,14	0,07
Guernsey	4,10	0,00	0,09	0,15
Holstein	4,40	0,08	0,04	0,26
Jersey	4,40	0,10	0,06	0,12

Fuente: DOORMAAL (2001)

Se observa que la raza Ayrshire tiene un alto nivel promedio de consanguinidad, pero la proporción de incremento por década ha ido disminuyendo. Las razas Jersey y Guernsey tienen un nivel de consanguinidad sobre el 4%. Estas razas tienen relativamente una menor acumulación de la consanguinidad hasta la anterior década. Mientras que en la raza Holstein el nivel promedio se ha ido incrementando en la última década (DOORMAAL, 2001).

MIGLIOR y BURNSIDE (1995), estudiaron el nivel de consanguinidad en el ganado lechero Holstein de Canadá entre los años 1976 a 1990. Los resultados obtenidos son presentados en el Cuadro 04.

Cuadro 04. Niveles de consanguinidad en el ganado Holstein de Canadá desde 1976 a 1990.

F Clases en (%)	1976 – 1980		1981 - 1985		1986 - 1990	
	Toros	Vacas	Toros	Vacas	Toros	Vacas
F = 0	4,88	1,14	1,50	0,33	0,23	0,04
0 < F < 6,25	87,85	94,69	93,20	96,36	90,92	96,00
6,25 < F < 12,50	5,97	3,64	4,32	2,95	7,61	3,59
12,50 < F < 18,75	1,14	0,45	0,93	0,30	1,21	0,33
18,750 < F < 25,00	0,09	0,01	0,04	0,01	0,03	0
F > 25,00	0,07	0,06	0,01	0,04	0	0,04
Nº animales	12 275	479 039	10 292	765 054	3 471	5 910 280

FUENTE: MIGLIOR y BURNSIDE (1995).

Japón

En un estudio realizado por KUCHIDA et al. (1998), de la Asociación Holstein de Japón, entre los años de 1984 y 1997, en el cual se evaluaron 254,043 vacas, se observaron distintos niveles de endogamia. Los resultados de este estudio son mostrados en el cuadro 05.

Cuadro 05. Número y porcentaje de vacas, con distintos niveles de consanguinidad.

Consanguinidad F (%)	Vacas	
	N	%
F=0	158 644	62,4
0<F<0,0156	53 624	21,1
0,0156<F<0,03125	27 100	10,7
0,03125<F<0,0625	12 183	4,8
0,0625<F<0,125	2 081	0,82
0,125 a mas	411	0,16
Total	254 043	100

Fuente: KUCHIDA et al. (1998)

Según el cuadro 05 la mayor parte de la población de las vacas en estudio, no presentaron consanguinidad; mientras que los animales que presentaron valores de consanguinidad altos, mayor de 6.25 % fueron sólo el 1%(KUCHIDA et al. 1998).

Perú

BARRIGA (2008), analizó la consanguinidad en ganado Holstein en la Unidad experimental de Zootecnia (U.E.Z.) en la Universidad Nacional Agraria de La Molina, en Perú desde el año de 1949 hasta el 2006, los resultados son mostrados en el cuadro 06.

Cuadro 06. Clasificación y número de animales consanguíneos por década – U.E.Z.

Años	N	Coeficiente de consanguinidad (%)			
		0	0,01 – 5	5,1 - 15	15,1 - >
1949 – 1959	148	146	0	0	2
1960 – 1970	440	440	0	0	0
1971 – 1981	761	736	17	8	1
1982 – 1992	548	477	63	3	2
1993 – 2003	459	251	195	11	2
2004 – 2006	135	71	56	8	0
Total	2491	2120	56	8	7

Fuente: BARRIGA (2008)

2.4 Efectos de La Consanguinidad

Las principales consecuencias del apareamiento consanguíneo es que nacen individuos que recibirán de sus padres una mayor proporción de genes que provienen de antecesores comunes, lo que producirá una mayor homocigosis (NEIRA, 1985).

CARDELLINO y ROVIRA (1993), mencionan que las principales consecuencias de la consanguinidad son: a) Un aumento de la homocigosis en los individuos y una disminución concomitante en la heterocigosis; b) La fijación de alelos en los subgrupos de individuos mas emparentados; c) En la población

como un todo, si es suficientemente grande, las frecuencias génicas permanecen constantes. Además sostienen que, en la población se observará una tendencia a la fijación de los caracteres, en especial aquellos controlados por pocos genes, un aumento de la prepotencia, o sea el parecido fenotípico entre los padres e hijos y una disminución de la media fenotípica de caracteres cuantitativos, en particular los relacionados con vigor, fertilidad y viabilidad.

CASSELL (1999), sostiene que los animales consanguíneos son homocigotos en un mayor número de sitios cromosómicos (loci) que los apareados sin consanguinidad. Esto significa que un mayor número de pares de cromosomas contienen copias de un mismo gen.

La consanguinidad actúa imparcialmente al convertir en homocigotos tanto a los genes deseables como a los indeseables. Si la tasa de esta conversión es demasiado rápida, cada individuo procreado será homocigoto para alguno de los genes indeseables así como para alguno de los deseados. Si la cría consanguínea es demasiado leve, se necesitarán muchas generaciones para lograr un grado elevado de homocigosis. El problema de la mejor tasa para practicar la consanguinidad se reduce a mantenerla lo suficientemente baja para que quien la dirija pueda evitar que se fijen los genes con efectos indeseables, y que en cambio, se pueda fijar en mayor número posible de los que ejercen efectos deseables. CARDELLINO y ROVIRA (1993).

La consanguinidad produce aumento en las tasas de mortalidad al nacimiento. Con un 25% de consanguinidad se produce un incremento de un 3,5% de mortalidad aproximadamente, esto en relación a vacas no consanguíneas (NORTHCUTT et al. 2001).

Algunas de las consecuencias de la endogamia son: una disminución de los rendimientos productivos, de los índices reproductivos y la exteriorización de caracteres letales, como terneros con cabeza bulldog, que causan la muerte de los individuos; o subletales como criptorquidia, hernias y defectos de pezuña, que disminuyen su vitalidad y vida productiva (MUJICA, 1992).

2.4.1 Producción de leche

Los efectos de la endogamia han sido más negativos que positivo en la cría, por lo tanto el término " depresión de la endogamia " ha sido mucho más importante (THOMPSON et al., 2000). En el Cuadro 07 se muestra el efecto que tiene la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína.

Cuadro 07. Efectos de la consanguinidad en características de producción en vacas Holstein.

F (%)	Características de Producción		
	Leche a 305. (Kg.)	Grasa (Kg.)	Proteína (Kg.)
2,00	-36,24	-1,56	-0,22
4,00	-116,34	-4,21	-2,83
6,00	-180,68	-7,13	-4,46
8,00	-300,35	-10,00	-7,74
10,0	-395,53	-13,83	-10,81
16,9	-630,30	-21,54	-17,81
26,4	-707,78	-23,33	-19,93

FUENTE: THOMPSON et al. (2000).

Las pérdidas en producción: leche, grasa y proteína van asociadas a un incremento de la consanguinidad, pero esta tendencia no es lineal ni logarítmica (THOMPSON et al., 2000).

CASELL (1999), estudió cómo un incremento del coeficiente de endogamia en 1%, afecta las características productivas y reproductivas de vacas lecheras Holstein, lo que se puede observar en el Cuadro 08.

Cuadro 08. Efectos de la consanguinidad en las características productivas de vacas Holstein.

Características	Efectos por cada 1 % de incremento de (F)
- Vida productiva (días)	-13
- Prod. leche durante la vida productiva (Kg.)	-358
- Prod. de grasa durante la vida productiva (Kg.)	-13
- Prod. de proteína durante la vida productiva (Kg.)	-11
- Prod. de leche durante la 1ra lactancia (Kg.)	-37
- Prod. de grasa durante la 1ra lactancia (Kg.)	-1,36
- Prod. de proteína durante la 1ra lactancia(Kg.)	-1,36
- Promedio células somáticas en la 1ra lactancia	-0,004

FUENTE: Adaptado de CASSELL (1999).

Los parámetros productivos de leche, grasa y proteína son los que sufren un mayor impacto. En las células somáticas el efecto es menos importante, considerándolo como muy bajo.

PARLAND et al., (2007) estudiaron los efectos de la consanguinidad en una población de vacas Holstein de Irlanda entre los años de 1950 al 2005, observaron que cuando la consanguinidad en un animal de primer parto, era del 12,5% la producción de leche se redujo en 61,8 Kg., mientras que para grasa y proteína la reducción fue de 5,3 y 1,2 Kg. Respectivamente.

Además CASSELL (1999), indica que en ganado lechero se pueden presentar tres apareamientos específicos, que los ganaderos debieran de evitar, los resultados por el tipo de apareamiento y sus efectos pueden ser observados en el Cuadro 09.

Cuadro 09. Apareamiento consanguíneo y comportamiento productivo de la descendencia.

Cruce del Toro con:	Consanguinidad (%)	Cambios de los promedios esperados	
		Leche en la primera lactancia (Kg)	Proteína en la primera lactancia (Kg)
- Su propia hija	25,00	- 929,86	- 34,01
- Su propia medio hermana	12,5	- 464,93	- 17,23
- La hija de su medio Hermano	6,25	- 232,69	- 8,62

FUENTE: Adaptado de CASSELL (1999).

2.4.2 Características Reproductivas

Quando La consanguinidad es muy intensa las consecuencias se reflejan en una disminución en la fertilidad, reducción en la libido, aumentos en la esterilidad gamética y mortalidad embrionaria, así como también una disminución en la viabilidad de los recién nacidos. JOHANSON Y RENDEL (1971).

BONCZEK Y YOUNG (1980), citados por SMITH (1997), encontraron un incremento de 0,024 servicios por concepción, 0,84 días vacíos y 0,65 días de edad para primer parto por un incremento de 1% en la consanguinidad.

En un estudio realizado por CASSELL (1999), encontró que el incremento del coeficiente de consanguinidad en 1%, la edad al primer parto aumentó en 0,36 días, mientras que para el intervalo entre partos fue de 0,26 días.

Así mismo JOHANSON Y RENDEL (1971) realizaron estudios de comparación con respecto al índice de fertilidad y mortalidad embrionaria en vacas consanguíneas inseminadas con semen procedente de toros emparentados y sin emparentar. En el primer caso, cuando la madre y el feto son consanguíneos, la mortalidad embrionaria es más alta que

cuando únicamente era consanguínea la madre. En comparaciones realizadas entre vacas consanguíneas y no consanguíneas se demostró que la mortalidad embrionaria era un 15% más elevada para las primeras que para las últimas. Cuando se unieron toros consanguíneos con vacas consanguíneas y emparentadas, el porcentaje de gestaciones diagnosticadas fue solamente de un 36,8% comparado con 65,7% para los apareamientos entre animales no emparentados y no consanguíneos. Es por tanto evidente que la influencia de la consanguinidad sobre la gestación es considerable.

PARLAND et al (2007) observaron que a un nivel de consanguinidad del 12% la incidencia de distocia en el parto fue del 2%. A su vez que el intervalo entre partos y la edad al primer parto se incrementaron en 8,8 y 2,5 días respectivamente.

González et al, (2007), han realizado investigaciones en una población de vacunos lecheros Holstein de España, sobre los efectos consanguíneos en rasgos reproductivos como: Facilidad al parto y Tasas de concepción, los resultados son mostrados en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Efectos de la Consanguinidad en Tasas de Preñez y Distocias al parto

Niveles Consanguinidad	Tasas de Preñez (%)	Incidencias de Distocias (%)
3,125%<F<6,25%	-1,03	0,12
6,25%<F<12,5%	-1,68	-0,07
12,5%<F<25%	-2,00	0,71
25%<F	-6,37	1,67

Fuente: Adaptado de González et al, 2007

Los resultados muestran que cuanto mas alta sea la consanguinidad los efectos endogámicos son aun mucho más perjudiciales en los rasgos reproductivos estudiados.

En estudio realizado por varios investigadores como HUDSON Y VAN VLECK (1984) así como HODGES (1979), descubrieron que la consanguinidad incrementaba el intervalo entre partos en 0,09 y 0,196 días respectivamente, por el incremento del 1% de consanguinidad. Sin embargo Smith et al (1997), encontraron un aumento en el intervalo entre partos de 0,26 días por punto porcentual de aumento en consanguinidad.

CARAVIELLO (2004) cita a THOMPSON et al. (2000), quienes encontraron que la edad al primer parto aumentó hasta 26 días y la duración de la lactancia se redujo entre 2 y 8 días, cuando los niveles de consanguinidad fueron superiores a 10%.

En un estudio realizado en vacas Holstein en Madrid – España, encontraron que con niveles de consanguinidad de 6,25 a 12,5%, la tasa de preñez disminuyó en 1,68%, y para la dificultad al parto no causó incrementos; mientras que el efecto de la consanguinidad fue más severo para valores del 25%, donde la tasa de preñez tuvo reducciones de hasta 6,37 y 1,67 % para la dificultad al parto, respectivamente (GONZALES et al, 2007).

2.4.3 Edad de la vaca

La producción de leche aparece más deprimida a edades más tempranas del parto, en suma, altos niveles de consanguinidad aparecen asociados con altas pérdidas a edades tempranas. Vacas con bajos niveles de consanguinidad ($F = 1$ a 5%) después de 36 meses aparecen sin ninguna desventaja comparativa con vacas no consanguíneas. El gran problema que los efectos de la consanguinidad ocurran temprano en la vida, indica la posibilidad que las vacas con alta consanguinidad maduren

más lento. Similares resultados son observados para grasa y proteína (THOMPSON et al., 2000b).

MACNEIL et al. (1992), señalan que la consanguinidad tiene un efecto importante en el retraso de la madurez de las vacas. En términos generales se puede afirmar que las características que más se afectan por la consanguinidad son aquellas de baja heredabilidad (MUJICA, 1992).

SMITH et al, (1998), encontraron que por cada 1% de incremento en los niveles de la consanguinidad; la edad al primer parto se incrementaba en 0,55 días, y 6 días menos en la vida productiva de las vacas; así como 4,8 días menos en lactación.

2.4.4 Presentación de genes perjudiciales

NAVAJAS (1996), sostiene de que al aumentar la frecuencia de los homocigotos la consanguinidad permite la expresión fenotípica de genes que producen distintos tipos de anormalidades y que incluso pueden determinar la muerte. Estos genes son en general recesivos y suelen estar cubiertos por sus alelos dominantes.

Así mismo, afirma que los genes que determinan la muerte del feto durante la preñez o al nacimiento, son denominados letales. Los genes semiletalales o subletalales son aquellos que producen la muerte poco tiempo después del nacimiento, a edades jóvenes. Además existe un tercer tipo de genes llamados perjudiciales que son los que producen alteraciones que reducen el vigor y la viabilidad de los animales.

CASSELL (1999), Los genes letales aparecen en animales consanguíneos, con mayor frecuencia en estado homocigótico y con tales condiciones muchas veces son fatales o bien causan que el individuo sea económicamente indeseable. La frecuencia de estos genes es baja debido a que son recesivos y por lo tanto se esconden en el estado heterocigótico. Por medio del cruce consanguíneo estos genes aparecen

en estado homocigótico y por lo tanto producen un incremento de las tasas de mortalidad o bien una disminución del vigor.

2.5 Controlando la Consanguinidad

DOORMAL (2001), menciona que el control de la acumulación de la consanguinidad, puede realizarse principalmente a dos niveles; el primero es a través de los centros de inseminación, manteniendo un balance entre la superioridad genética y diversidad de selección de los toros jóvenes, pero sin sacrificar el potencial genético. La segunda manera de control es a nivel de establo, en el momento que cada vaca es apareada, estimando el nivel de consanguinidad del futuro ternero, para evitar así altos niveles de consanguinidad.

Para que la consanguinidad sea controlada a nivel de establo se necesita conocer el pedigree de la vaca que se inseminará. Los cruzamientos extremadamente cercanos pueden ocurrir cuando la identidad es desconocida, pues muchas de las pérdidas de la consanguinidad provienen de los antepasados comunes tres o más generaciones en un pedigree esto significa que la información del pedigree debiera estar completa, durante cuatro o cinco generaciones, ya que es necesaria para hacer un buen manejo de la consanguinidad. Esta medida es valiosa para el manejo de la vaca, ya que por ejemplo, se puede hacer la asignación de toros, evitando la consanguinidad en la descendencia (CASSELL, 1999).

Así mismo VANRADEN Y SMITH (1999), mencionan que se debe lograr por medio del cruzamiento el máximo progreso genético, pero manteniendo la diversidad genética; para esto es necesaria una buena identificación de los toros y vacas, de tal manera que permitan conocer el grado de relación de los animales, y así poder saber el nivel de consanguinidad de la futura cría.

2.6 Apareamientos Consanguíneos

CARDELLINO y ROVIRA (1993), mencionan que en circunstancias favorables pueden aplicarse durante muchas generaciones sistemas de apareamiento que aumenten la consanguinidad, hasta un 6 % por generación, sin notables consecuencias perjudiciales. Es probable que las tasas de consanguinidad de 3 a 4 % por generación puedan ocasionar daños, como también que puedan continuar por muchas generaciones.

Los ganaderos no deben evitar el uso de los mejores hijos de un toro determinado, simplemente porque tiene descendientes en el rebaño. Algunas combinaciones del toro con las vacas del rebaño pueden producir un nivel de consanguinidad que sea aceptable. Pero lo que se debe evitar son los cruzamientos que producen cifras inaceptables de consanguinidad, por los efectos que esto produce (CASSELL, 1999).

Al poseer animales excepcionalmente buenos, muchos criadores han logrado resultados favorables al aparear medios hermanos o abuelos con nietos, pero pocos de ellos han continuado con tal práctica por más de 2 o 3 generaciones sucesivas. En ocasiones, los apareamientos entre padres e hijos, o menos frecuentemente, entre hermanos enteros, han dado buenos resultados; pero la experiencia general indica que solo deberían aplicarse cuando el ganado es excepcional. CARDELLINO y ROVIRA (1993).

2.7 Usos de La consanguinidad

El factor limitante más importante para el uso de la consanguinidad de la cría de ganado es la declinación del vigor que casi siempre acompaña a su uso. Esto es doblemente importante, debido a que los caracteres afectados más adversamente por la consanguinidad son los de mayor importancia desde el punto de vista económico. A pesar de estas desventajas, hay algunos casos en que puede usarse ventajosamente en la producción ganadera (LASLEY, 1987),

- La consanguinidad puede ser utilizada para determinar el valor genético

real de un individuo.

- La consanguinidad es una forma práctica de seleccionar contra un gen recesivo que es de importancia económica.
- La consanguinidad puede utilizarse para formar familias dentro de una raza, especialmente si se practica la selección al mismo tiempo.
- La consanguinidad sólo debe emplearse para la producción de pies de cría. Pero aunque el criador la utilice para este fin, tiene que determinar cuánto puede sacrificar en baja producción y comportamiento para aumentar la pureza de sus reproductores.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y duración del experimento:

El presente estudio se realizó en el establo Monte grande, ubicado en el distrito de Puente Piedra entre el Km. 32 de la Panamericana Norte, de la cuenca lechera de Lima. Así mismo se trabajó de manera conjunta con los Servicios de Productividad Lechera y Evaluaciones Genéticas del Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

3.2 Materiales:

Los materiales empleados en este estudio fueron los registros de genealogía, reproducción, y de producción lechera de los vacunos de la raza Holstein.

Con respecto a la información sobre la genealogía de las vacas, se recopiló datos a partir del año de 1989, considerándolo como año base para el inicio de la investigación, puesto que no había información de años anteriores, la información se recopiló hasta diciembre del año 2008.

Para medir los efectos de la consanguinidad en la Producción de leche se tomó como año base a 1991 y se recopiló información hasta 2008.

3.3 Metodología

3.3.1 Cálculo de la consanguinidad:

Se recopiló la información de la genealogía de 2 542 vacas lecheras de la raza Holstein, de la base de datos del Programa Vaquitec del Establo Montegrande recolectando información desde el año de 1989 al 2008.

Sólo a 2096 animales se le pudo identificar la genealogía completa; por lo que se tuvo que considerar con valor cero a los padres no conocidos, para poder calcular la consanguinidad. LANGE (2003).

La información del pedigree de los toros usados en la inseminación artificial, se obtuvieron en el historial de toros del Animal Improvement Programs Laboratory (AIPL-USDA) y los Certificados de Evaluación Genética para el caso de toros nacionales.

En la mayoría de los pedigríes de los animales se consideró hasta el quinto antepasado, debido a que no se encontró más información que permitan hacer un análisis de ancestros más antiguos.

Luego se procedió a crear un archivo con los datos del pedigree de los animales en el Programa Block de notas (el cual permitió dar la extensión del archivo necesario), consistiendo en tres columnas. En la primera se colocó la identidad de la vaca, en la segunda columna la identidad del padre y en la tercera la identidad de la madre, ordenados por fecha de nacimiento, una vez ordenado el pedigree se guardó con la extensión "dat.txt". Para que el Programa R (software libre de estadística) a través de su paquete Kinship lea los datos genealógicos.

El método que utiliza el programa R es mediante el uso de un algoritmo denominado coeficiente kinship Φ_{ii} implementado por LANGE (2003), que permite calcular el coeficiente de consanguinidad (F) para poblaciones grandes. La técnica tiene que ver con el subconjunto del numerador matriz de coeficientes kinship (Φ) requerido para calcular su diagonal, la cual contiene (F).

$$\Phi_{ii} = 1/2 (1+f_i)$$

$$f_i = \Phi_{kl}$$

Donde: k y l son los padres de i .

Además:

$f_i = 0$ cuando los padres k y l no son conocidos.

$f_i > 0$, si i es es consanguíneo.

Así mismo:

$$\Phi_{ij} = \Phi_{ji} = 1/2\Phi_{jk} + 1/2\Phi_{jl}$$

Φ_{ij} : es el coeficiente de parentesco o coascendencia del individuo *i* con el individuo *j*.

Una vez que los datos con la genealogía de los animales en estudio ingresaron al programa, este procedió con la construcción de una matriz, donde se identificó a cada individuo con su línea paterna y materna.

Posteriormente se identificó a los animales consanguíneos, debido al número reducido de estos, se agruparon por valores de consanguinidad según KUCHIDA et al. (1998), por ser los más representativos del estudio, agrupándose en:

Cuadro 11. Distribución de animales para el estudio

Clase consanguinidad (F %)	Animales
	N
F = 0	1700
0 < F < 6,25	817
6,25 < F < 12,5	18
12,5 < F	7
TOTAL	2542

3.3.2 Efectos de la consanguinidad en la producción de leche

En la medición de los efectos de la consanguinidad en la producción de leche, se dispusieron de 5365 registros de producción, correspondientes a 2003 vacas (de las cuales 482 eran consanguíneas y 1521 no consanguíneas) las lactaciones fueron tomadas en cuenta a partir del año 1991. Ya que no se contaba con más información al respecto.

Esta información ya era depurada eliminándose aquellas lactaciones menores de 270 días, así como las que presentaron valores muy extremos al promedio. Después de la depuración realizada finalmente, se trabajo

con 1715 animales siendo de estos 344 consanguíneos y 1371 no consanguíneos.

Para comparar vacas consanguíneas y no consanguíneas se realizó el ajuste de las lactaciones por la edad promedio del establo, a 305d y a dos ordeños. Utilizándose la siguiente ecuación:

$$Y_{aij} = b_0 - b_1 (X_{ij} - X)$$

Donde:

- Y_{aij} = Producción de leche ajustada de la i-ésima vaca en la j-ésima lactación.
- X_{ij} = Edad de la i-ésima vaca en la j-ésima lactación.
- X = Edad promedio
- b_1 = Coeficiente de regresión lineal.
- b_0 = Coeficiente intercepto de regresión lineal

Los coeficientes de regresión para leche se determinaron utilizando el programa estadístico R, para luego estimar la producción ajustada a edad

Una vez obtenidas las lactaciones ajustadas a la edad promedio del establo, se procedió a promediar todas las lactaciones por vaca. Para ser comparadas descriptivamente las vacas consanguíneas, frente a las no consanguíneas. Para medir los efectos de la consanguinidad en la producción de leche se usó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = u + \alpha_i + \chi_j + B_l + E_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} = producción de la k-ésima vaca en el i-ésimo año en el j-ésimo parto (lactación) con en el l-ésimo nivel de consanguinidad
- U = media poblacional
- α_i = efecto del i-ésimo año.

- χ_i = efecto del j-ésimo parto.
- B_l = efecto de la consanguinidad del l-ésimo grupo.
- E_{ijkl} = error experimental

3.3.3 Efectos de la consanguinidad en la reproducción

Para determinar los efectos de la consanguinidad en las características reproductivas como la edad al parto, intervalos entre partos y número de inseminaciones por concepción; sólo se tomó en cuenta los registros de reproducción de los datos de las vacas que estaban completos.

a. Edad al parto

Cuando se midieron los efectos de la consanguinidad en la edad al parto, sólo se tuvo en cuenta a las vacas consanguíneas, por la disponibilidad de datos.

Así mismo para la edad al primer, segundo, tercero, cuarto y quinto parto; se tuvieron 417, 330, 156, 77 y 35 observaciones, haciendo un total de 1015 observaciones respectivamente. luego para modelar el efecto de la consanguinidad en la edad al parto, para cada número de parto se usó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijkl} : Edad al parto de la k-ésima vaca en el i-ésimo año con el j-ésimo grupo de nivel de consanguinidad
- U = media poblacional
- α_i = efecto del i-ésimo año
- B_j = efecto de la consanguinidad para el j-ésimo grupo consanguíneo
- E_{ijk} = error experimental

b. Intervalo entre partos

Para determinar los efectos de la consanguinidad en el intervalo entre partos, sólo se trabajó con los datos de las vacas consanguíneas, puesto que fueron de cantidad reducida y los niveles de consanguinidad fueron muy bajos. El total de observaciones fue de 1008, el año y el número de parto se trabajaron como factores cualitativos, utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = u + \alpha_i + BX_i + \chi_l + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijklm} : Intervalo entre parto de la k-ésima vaca, en el m-ésimo parto, en el i-ésimo año, en el l-ésimo grupo de nivel de consanguinidad.

U = media poblacional.

α_i = efecto del i-ésimo año

X_{ijklm} = días abiertos en la k-ésima vaca, en el m-ésimo parto, en el i-ésimo año, en el l-ésimo grupo de nivel de consanguinidad.

B_l = efecto de los días abiertos (coeficiente de regresión).

C_l = efecto del l-ésimo grupo de consanguinidad

E_{ijklm} = error experimental

c. Número de Inseminaciones por Concepción:

Se determinaron los efectos de la consanguinidad, en el número de inseminaciones por concepción, sólo a las vacas consanguíneas por ser muy pocas y con niveles de consanguinidad muy pequeños. El número de observaciones en el presente estudio fue de 1008, el año y el número de parto se trabajaron como factores cualitativos. Se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = u + \alpha_i + \chi_j + B_l + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = número de servicios por concepción de la k-ésima vaca en el i-ésimo año, en el j-ésimo parto (lactación) con en el l-ésimo nivel de consanguinidad.

u = media poblacional.

α_i = efecto del i-ésimo año.

χ_l = efecto del j-ésimo parto.

B_l = efecto de la consanguinidad del l-ésimo grupo.

E_{ijkl} = error experimental.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a 2 542 animales nacidos desde los años 1989 al 2008. Se obtuvieron los resultados de la consanguinidad, de 842 vacas de la raza Holstein de las cuales 482 estaban en etapa productiva y 360 en recría, y con estos resultados se agruparon para evaluar los efectos de la consanguinidad, en las características de producción de leche y de reproducción: edad al parto, intervalo entre partos y número de servicios por concepción, del Establo Montegrando de la Cuenca Lechera de Lima.

4.1 Cuantificación de la Consanguinidad

El 33.1% de la población total de los vacunos lecheros del establo resultó consanguíneo, con un promedio de 0,0013%. Aparentemente son niveles muy bajos, pero hay un mayor número de animales consanguíneos correspondientes a los obtenidos por BARRIGA (2008) que fue del 13,28% del total de la población de la UEZ de la UNALM.

Los resultados de los animales consanguíneos están agrupados por clases de niveles de consanguinidad en el cuadro 12.

Cuadro 12. Distribución de animales por niveles de consanguinidad.

Clase F	Animales	
	n	%
F = 0	1 700	66,9
0 < F < 6,25	817	32,1
6,25 < F < 12,5	18	0,71
12,5 < F	7	0,28
TOTAL	2 542	100

Los animales que presentan mayores valores de consanguinidad, sobre el 12,5%, fueron 7 de los cuales en la actualidad 5 están en recría y 3 en producción. Mientras que los niveles mínimos lo obtuvo la mayor parte de la población consanguínea, aquellos niveles menores del 6,25%. Similares resultados fueron obtenidos por KUCHIDA et al. (1998) en Japón. Es importante mencionar los niveles de consanguinidad, están influenciados por la

identificación de sus ancestros y en el presente trabajo el 20% de los animales no tuvieron la genealogía completa.

Ello también explicaría, que durante los primeros años de nacimiento de los animales en el presente estudio, no presenten valores de consanguinidad. En el cuadro 13 se observan los niveles de consanguinidad promedio por año de nacimiento. Los cuales se obtuvieron para animales del grupo consanguíneo como también para animales de todo el establo incluyendo los no consanguíneos.

Cuadro 13. Consanguinidad promedio por año de nacimiento.

Año	Distribución de animales			
	Animales por establo		Animales consanguíneos	
	N	F (%)	N	F (%)
1989 - 1997	602	0	0	0.00
1998	89	0.00	1	0.39
1999	97	0.22	21	1.32
2000	88	0.23	45	0.67
2001	114	0.23	25	1.29
2002	98	0.58	50	1.71
2003	107	0.16	59	0.45
2004	71	0.35	85	0.64
2005	102	0.62	105	1.23
2006	82	0.51	153	0.78
2007	115	0.27	131	0.50
2008	135	0.14	167	0.25
TOTAL	1700		842	

En el año de 1998 la consanguinidad tuvo un promedio de 0,39% y luego en 1999 se da un incremento llegando hasta 1,32% y al siguiente año desciende a 0,67%, la tendencia de los niveles de la consanguinidad son muy variables, muy distintos a los que encontraron THOMPSON et al. (2000) en los EE.UU; DOORMAAL (2001), MIGLIOR y BURNSIDE (1995) en Canadá, donde los valores de la consanguinidad a través de los años se incrementaron de manera progresiva. Posiblemente estas variaciones tengan mucha relación con el número reducido de animales consanguíneos, puesto que es muy poco frente a los animales no consanguíneos.

4.2 Efectos de la Consanguinidad en la Producción de Leche

La consanguinidad no presentó efectos significativos sobre la producción de leche ($F = 0.0693$ NS), es decir esta no tuvo influencias negativas ni positivas en la producción de las vacas consanguíneas. Cuando se confrontaron aquellas que presentaron niveles altos de consanguinidad frente a las que presentaron consanguinidad moderada a baja, de acuerdo con las pruebas estadísticas resultó no significativo, estos resultados no coinciden con la literatura presentada, donde PARLAND et al., (2007) que encontró que cuando la consanguinidad en un animal de primer parto, era del 12,5% la producción de leche se reducía en 61,8 Kg., mientras que para grasa y proteína la reducción fue de 5,3 y 1,2 Kg. respectivamente.

Esto podría deberse a que en el presente estudio sólo se tuvieron siete vacas con niveles de consanguinidad de 12.5% a mas, mientras que en los estudios que fueron realizados por otros autores citados en el presente trabajo, el número de animales consanguíneos es mayor así como las observaciones en la producción de leche.

Además cuando se compararon descriptivamente las vacas consanguíneas con las no consanguíneas (ver cuadro 14), el promedio de producción de leche fue de 8 244 Kg. y 8 255 Kg. de leche respectivamente, diferencias que no fueron significativas, así mismo estas variaciones podrían darse, porque hubo un considerable número de animales (446), que por falta de más información no fue posible identificar a sus padres, por lo tanto la genealogía de los años de 1989 a 1997, estaba incompleta. Esta falta de información nos indicaría que aquellos animales no identificados, pudieron haber tenido cierto grado de consanguinidad y parentesco con los animales que resultaron no ser consanguíneos, lo cual estaría influenciando en los resultados obtenidos, por un estimado en el estudio.

Cuadro 14. Estadísticas comparativas de producción de leche entre vacas consanguíneas y no consanguíneas.

VARIABLES	VACAS	
	Consanguíneas	No consanguíneas
Observaciones	344	1 371
Promedio	8 244	8 255
Desviación estándar	918	439
Valores mínimos	5 582	7 705
Valores máximos	11 399	9 957
Mediana	8 152	8 151

4.3 Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Parto

De acuerdo con los análisis estadísticos, ninguno de los niveles de consanguinidad tuvo efectos significativos en las edades al parto (anexo 02).

Pero cuando se compararon descriptivamente los promedios de las edades al parto, entre las vacas consanguíneas de acuerdo con los niveles de consanguinidad, los cuales son mostrados en el cuadro 15, se pueden observar ligeras diferencias en los promedios, resultando estadísticamente no significativos, por lo tanto no son similares a los resultados obtenidos por CASSELL (1999), que por cada 1% de incremento en la consanguinidad, la edad al parto se incrementaba en 0,36 días, mientras que BONCZEK Y YOUNG (1980), citados por SMITH (1997), hallaron 0,65 días, respectivamente.

Cuadro 15. Promedio de la edad al parto en días, de las vacas consanguíneas

Parto Nº	Niveles de consanguinidad								
	(0 < F < 6,25)			(6,25 < F < 12,5)			(F > 12,5)		
	N	X	Sd	N	X	Sd	N	X	Sd
1	398	778	96,9	12	791	118,2	7	754	29,0
2	284	1 250	147,5	10	1 272	143,0	6	1 139	78
3	149	1 708	187,8	7	1 787	195,2	-	-	-
4	72	2 111	205,0	5	2 131	190,0	-	-	-
5	56	2 701	314,4	2	2 505	427,8	-	-	-

Mientras que en el quinto parto la variación es favorable para las vacas consanguíneas con bajos niveles de consanguinidad, pero el número de observaciones es muy pequeño, haciendo que esta variación sea menos importante. Esto debido a que los niveles de consanguinidad fueron muy bajos y las vacas consanguíneas fueron de menor cantidad en la población.

Así mismo como se menciona anteriormente, la genealogía estaba incompleta y esto podría estar influenciando en los resultados obtenidos, sobre valorando los efectos de la consanguinidad para esta característica y las demás tratadas en el presente estudio.

4.4 Efectos de la Consanguinidad en el Intervalo entre Partos

La consanguinidad no afecta significativamente al intervalo entre partos, según las pruebas estadísticas realizadas (anexo 03), resultados que no coinciden con los obtenidos por CASSELL (1999), quien encontró que por cada 1% de incremento de la consanguinidad, el intervalo entre partos incrementaba en 0,26 días mientras que PARLAND *et al.*, (2007) determinó un incremento de 8,8 días cuando la consanguinidad ascendía a 12 %, a su vez THOMPSON *et al.* (2000), encontraron que la edad al primer parto aumentó hasta 26 días, cuando los niveles de consanguinidad fueron superiores a 10%.

En el cuadro 16 se observan los promedios de los intervalos entre partos de las vacas consanguíneas de acuerdo a sus niveles de consanguinidad, las variaciones muestran que conforme se iban incrementando los niveles de consanguinidad, el intervalo entre parto en días también fue disminuyendo ; se podría deber esto a que el número de observaciones con respecto a aquellas vacas con niveles de mediano a alto de consanguinidad son muy pocas y no dan la suficiente confianza, como para asumir que la consanguinidad tenga efectos positivos en el intervalo entre partos.

Cuadro 16. Intervalo entre partos en días en promedio a diferentes niveles de Consanguinidad.

Niveles F (%)	N	Intervalo entre partos	
		Promedio	Sd
0 < F < 6,25	561	461,7	107,0
6,25 < F < 12,5	24	449,5	80,0
12,5 < F	6	391,8	60,2

En el cuadro 17 donde se comparan vacas consanguíneas con las no consanguíneas, las primeras muestran un promedio de 461 y 460 días para las no consanguíneas respectivamente, resultados que no muestran diferencias significativas; esto se podría ser porque en el establo Montegrande se trabaja con programas de sincronización de celo, como parte de un sistema eficiente de manejo reproductivo, que viene logrando muchos resultados favorables, los mismos que hacen variar los efectos de la consanguinidad para esta y otras características reproductivas analizadas en el presente estudio.

Cuadro 17. Comparación entre vacas consanguíneas y no consanguíneas en el intervalo entre partos

Vacas	N° Obs.	X	Sd	V. mín.	V. máx.
Consanguíneas	591	461	105,9	310	912
No consanguíneas	2598	460	113,2	305	1068

Así mismo los valores máximos contradicen ligeramente a los promedios presentados, pudiendo deberse al menor número de observaciones de las vaca consanguíneas.

4.5 Efectos de la Consanguinidad en el Número de Servicios por Concepción

Estadísticamente la consanguinidad no tiene efectos significativos en el número de servicios por concepción (anexo 04). Resultados que son muy diferentes a los obtenidos por BONCZEK Y YOUNG (1980), citados por SMITH (1997), quienes encontraron un incremento de 0,024 servicios por concepción, 0,84 días vacíos y 0,65 días de edad para primer parto por un incremento de 1% en la consanguinidad.

En el cuadro 18 se presentan los promedios de servicios por concepción, en las vacas con diferentes niveles de consanguinidad, donde se hacen comparaciones descriptivas por clases según los niveles de consanguinidad.

Cuadro 18. Número de servicios por concepción en promedio para vacas consanguíneas

Parto Nº	Niveles de la consanguinidad								
	(0 < F < 6,25)			(6,25 < F < 12,5)			(F > 12,5)		
	N	X	Sd	N	X	Sd	N	X	Sd
1	398	1,58	1,24	12	1,67	0,65	7	1,43	0,53
2	284	2,54	2,10	10	2,50	1,35	6	2,17	1,47
3	149	2,55	1,85	7	2,86	1,95	-	-	-
4	72	2,38	1,80	5	2,00	1,00	-	-	-
5	56	1,83	1,41	2	2,00	0,00	-	-	-

Los resultados obtenidos en el primer parto, guardan correspondencia con el número de servicios ya que los servicios por concepción para el mismo es menos frente al segundo parto, pero también se observa que a partir del tercer parto disminuyen los servicios por concepción, así como también el número de observaciones haciendo que no haya significancia estadística. Además ya se mencionó que el establo Montegrando trabaja con programas de sincronización de celo, como parte de un sistema eficiente de manejo reproductivo y viene logrando muchos resultados favorables, los mismos que hacen variar los efectos de la consanguinidad para esta y otras características reproductivas analizadas en el presente estudio.

V CONCLUSIONES

- Del total de la población de animales en estudio el 66,9% no fueron consanguíneos; mientras que el 33,1% presentaron consanguinidad y se agruparon en tres clases: $0 < F < 6,25\%$: 32,1%; $6,25 < F < 12,5\%$: 0,71%; $F > 12,5\%$: 0,28%. El promedio de consanguinidad del establo fue 0,0013%, un nivel muy aceptable para que no afecte la productividad.
- En la producción de leche, no hubo efectos significativos de consanguinidad, siendo el promedio de producción para vacas consanguíneas: 8 244 Kg de leche por campaña a 305d 2x, mientras que en las no consanguíneas: 8 255 Kg de leche por campaña a 305d 2x.
- En las características reproductivas: edad al parto, intervalo entre partos y número de servicios por concepción la consanguinidad no presentó efectos significativos. Evaluándose tres niveles de consanguinidad: $0 < F < 6,25\%$; $6,25 < F < 12,5\%$; $F > 12,5\%$, para la edad al primer parto los promedios fueron: 778; 791; 754 días; mientras que para el intervalo entre partos los promedios fueron 461,70; 449,54; 391,83 días y los promedios para el número de servicios por concepción al primer parto fueron: 1,58; 1,67; y 1,43 no hubo diferencias significativas.

VI RECOMENDACIONES

- Llevar un buen sistema de registros de datos genealógicos, productivos y reproductivos en un establo lechero, por ser una herramienta básica para desarrollar un programa para evitar la consanguinidad.

VII RESUMEN

Se determinaron los valores consanguinidad de los vacunos lecheros de la raza Holstein, en el establo Montegrande de la Cuenca lechera de Lima y con el apoyo del Servicio de Evaluaciones Genéticas del Programa de Mejoramiento Genético de la UNALM, se obtuvieron los coeficientes de consanguinidad de 2542 animales, de un período de 19 años (1989-2008). Además se evaluaron los efectos de consanguinidad de las características, producción de leche y reproductivas: edad al parto, intervalo entre partos y número de servicios por concepción. Del total de la población de animales en estudio el 66,9% no fueron consanguíneos; mientras que el 33,1% presentaron consanguinidad y se agruparon en tres clases: $0 < F < 6,25\%$: 32,1%; $6,25 < F < 12,5\%$: 0,71%; $F > 12,5\%$: 0,28%. El promedio de consanguinidad del establo fue 0,0013%. En la producción de leche, no hubo efectos significativos de consanguinidad, siendo el promedio de producción para vacas consanguíneas: 8 244 Kg de leche por campaña a 305d, mientras que en las no consanguíneas fue de 8 255 Kg de leche por campaña a 305d. En las características reproductivas: edad al parto, intervalo entre partos y número de servicios por concepción la consanguinidad tampoco presentó efectos significativos, evaluándose tres niveles de consanguinidad: $0 < F < 6,25\%$; $6,25 < F < 12,5\%$; $F > 12,5\%$, para la edad al primer parto los promedios fueron: 778; 791; 754 días; mientras que para el intervalo entre partos los promedios fueron 461,70; 449,54; 391,83 días y los promedios para el número de servicios por concepción al primer parto fueron: 1,58; 1,67; y 1,43 respectivamente.

Summary

The inbreeding values were determined for the Holstein bovine dairy in the Montegrando herd of the Lima dairy region, along with the support of the “Service of Genetic Evaluation of the Program of Genetic Improvement” from the UNALM. The inbreeding coefficients were obtained for 2542 animals within a period of 19 years (1989 – 2008). Additionally, the effects of inbreeding on the animals’ milk production and reproductive characteristics (age at calving, interval between calving and number of services to achieve conception) were evaluated. Of the total population of animals in the study 66.9% were not inbred, while the other 33.1% were grouped into three classes: $0\% < F > 6.25\%$: 32.1%; $6.25\% < F > 12.5\%$: 0.71%; $F > 12.5\%$: 0.28%. The average of inbreeding in the herd was 0.0013%. In the production of milk, there were no significant effects from inbreeding: 8,244kg of milk in a 305 day milking campaign compared with 8,255kg from non-inbred cows. In the reproductive characteristics (age at calving, interval between calving, and number of services to achieve conception) inbreeding also failed to present significant effects. Evaluating the three classes, $0\% < F > 6.25\%$; $6.25\% < F > 12.5\%$; $F > 12.5\%$, the average age at first calving were 778, 791 and 754 days, while the average intervals between calving were 461.70, 449.54 and 391.83 days, and the average number of services to achieve conception were 1.58, 1.67 and 1.43 respectively.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- BARRIGA, S. 2008. "Coeficiente de Consanguinidad en vacas y líneas genéticas de Toros Holstein del establo de Vacunos de la Unidad Experimental de Zootecnia Años 1949 – 2006.
- CARAVIELLO, Daniel. Selección Genética. Guía Técnica Lechera - Suplemento. The Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA. 2004. 22 pgs.
- CARDELLINO, R., ROVIRA, J. 1993. Mejoramiento Genético animal. Editorial Hemisferio Sur. Uruguay. 253p.
- CASSELL, B. 1999. Inbreeding. Extension Dairy Scientist. (On line). Publication N° 404- 080. <http://www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-080/404-080.html#pdc>
- DOORMAL, B. 2001 Inbreeding in Canadian breeds. (on line). Canadian Dairy Network . <[http://www.cdn. Ca /Articles /inbreeding_ in_canadian_ dairy_ bre. htm](http://www.cdn.ca/Articles/inbreeding_in_canadian_dairy_bre.htm)>
- HERMAS, S. A., YOUNG, C. W. and J. W. RUST, J.W. 1986. Effects of Mild Inbreeding on Productive and Reproductive Performance of Guernsey Cattle Department of Animal Science University of Minnesota St. Paul 55108.
- JOHANSSON, Ivar y RENDEL, Jan. Genética y Mejora Animal. Editorial Acribia Zaragoza – España. 1972. 567 pgs.
- KUCHIDA, K., KAWAHARA, T., SUZUKI, M. y MIYOSHI, S. 1998. Relationships between linear type traits and inbreeding coefficients of cow, sire and dam in Japanese Holstein. (On line). Department of Animal Science, Obihiro University of Agric. & Vet. Sci. Japan. < [http://elib .tihohannover.de /publications /6wccgalp /papers/ contents.htm](http://elib.tihoannover.de/publications/6wccgalp/papers/contents.htm)>

- LANGE, K. 2003. Mathematical and Methods Statistycal For Analysis Genetics. Edit. Springer – Verlag New York. 398 Pgs.
- LASLEY, J. 1987. Genetica y Mejoramiento del Ganado. México. Union Tipografica Editorial Hispano – Americana.
- LUSH, Jay L. 1965 Bases para la Selección Animal. Ediciones Agropecuarias Perú. Argentina. 673 pgs.
- MACNEIL, M., URICK, J., NEWMAN, S. i KNAPP, B. 1992. Selection for postweaning growth in inbred Hereford cattle: The for Keogh, Montana Line 1 example J. Anim. Sci. 70 : 723 – 733.
- MIGLIOR, F. i BURSIDE, E. 1995. Inbreeding of Canadian Holstein cattle. J. Dairy Sci. 78: 1163 – 1167.
- MUJICA, F. 1992. Hibridismo en producción animal. In: Latrille, L.(ed). Producción animal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto Producción Animal; Serie B - 16 .Valdivia, Chile Pp: 179 – 199.
- NAVAJAS, E. 1996. Consanguinidad y depresión endogámica. Material de apoyo al curso de zootecnia.
- NEIRA, R. 1985. Introducción al estudio de la consanguinidad en animales. Serie publicación docente N° 11. Santiago, Chile. 198 p.
- NORTHCUTT, L., BUCHANAN, D. i CLUTTER, A. 2001. Inbreeding in cattle. (On line). Oklahoma State University.
- PARLAND, S. Mc., Kearney, F. Rath, M. and Berry, P. 2007 Inbreeding Effects on Milk Production, Calving Performance, Fertility, and Conformation in Irish

- Holstein-Friesians Irish Cattle Breeding Federation, Bandon, Co. Cork, Ireland
- SMITH, Lori A. 1997. The effect on lifetime performance of dairy Tesis para obter el Título de Master of Science. Departament of Dairy Science, Virginia Polytechnic Institute, and State University, Blacksburg.
- SMITH, L., CASSELL, B. i PEARSON, R. 1998. The effects of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle. J. Dairy Sci. 81: 2729 – 2737.
- THOMPSON, J., EVERETT, R. i HAMMERSCHMIDTT, N. 2000. Effects of inbreeding on production and survival in Holsteins. J. Dairy Sci. 83: 1856-1863.
- THOMPSON, J., EVERETT, R. i WOLFET, C. 2000b. Effects of inbreeding on production and survival in Jersey. J. Dairy Sci. 83: 2131 – 2138.
- TIER, B. 1990. Computing imbreeding coefficients quickly. Elsevier / INRA Genetic Sel 22, 419 – 430.
- WIGGANS, G., VANRADEN, P. i ZUURBIER, J. 1995. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy cattle. J. Dairy Sci. 78:1584-1590.

IX ANEXOS

Salidas de las variables del programa estadístico R

Anexo 01. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Producción de Leche.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr(F)
<none>			14094220	5896		
AÑO	7	113013	14207233	5887	0.6483	0.7159
NPARTO	5	179625843	193720062	7409	1442.6939	<2e-16 ***
FC	2	133567	14227787	5898	2.6819	0.0693

Anexo 02. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Primer Parto.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr(F)
<none>			3753727	3817		
AÑO	7	134790	3888517	3818	2.0878	0.04379 *
FC	2	1292	3755019	3813	0.0700	0.93237

Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Segundo Parto.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr(F)
<none>			6026298	2990		
AÑO	6	340608	6366905	2995	2.7412	0.01318 *
FC	2	43108	6069406	2988	1.0408	0.35448

Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Tercer Parto.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr(F)
<none>			5335404	1643		
AÑO	5	112864	5448267	1636	0.6304	0.6768
FC	1	25901	5361305	1641	0.7233	0.3964

Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Cuarto Parto.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr (F)
<none>			3006686	826		
AÑO	4	118790	3125476	821	0.7013	0.5937
FC	1	438	3007124	824	0.0103	0.9193

Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en la Edad al Quinto Parto.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr (F)
<none>			1151107	374		
AÑO	3	202288	1353395	374	1.7573	0.1766
FC	1	9438	1160545	372	0.2460	0.6235

Anexo 03. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en Intervalo entre Partos.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr (F)
<none>			151651	3299		
AÑO	6	2507	154158	3296	1.6008	0.1445
DA	1	6373947	6525598	5520	24419.6651	<2e-16 ***
FC	2	21	151672	3295	0.0400	0.9608

Anexo 04. Análisis estadísticos para los Efectos de la Consanguinidad en el número de Servicios por Concepción.

	Df	Sum of Sq	RSS	AIC	F value	Pr (F)
<none>			2665.79	1014.31		
AÑO	7	104.12	2769.91	1038.94	5.5297	2.944e-06 ***
NPARTO	7	133.50	2799.29	1049.57	7.0899	2.782e-08 ***
FC	2	3.44	2669.23	1011.61	0.6389	0.5281
