



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

**Cálculo de consanguinidad en un rebaño lechero doble propósito (Overo Colorado) y su relación con niveles productivos y reproductivos**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.

**Carlos Aristeo Vergara Blanco**

Valdivia Chile 2002

**PROFESOR PATROCINANTE:**

Fernando Mujica C.  
Ing. Agr., Dr. Sc. Agr.

---

**PROFESORES INFORMANTES:**

Luis Latrille L.  
Ing. Agr., Mg. Sci., Ph. D.

---

Alberto Ferrando F.  
Ing. Agr.

---

A mis padres

## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	2
2.1	Generalidades	2
2.2	Nivel de consanguinidad en algunas poblaciones lecheras	3
2.2.1	Estados Unidos	3
2.2.2	Canadá	5
2.2.3	Japón	7
2.2.4	Brasil	7
2.3	Efectos que produce la consanguinidad	8
2.3.1	Producción de leche	9
2.3.1.1	Edad de la vaca	14
2.3.1.2	En la lactación	14
2.3.2	Características de conformación	14
2.4	Aspectos a considerar en el control de la consanguinidad	15
3	MATERIAL Y MÉTODO	17
3.1	Materiales	17
3.2	Método	17
3.2.1	Medición de la consanguinidad	17
3.2.2	Lapso interparto	20
3.2.3	Edad al primer parto	20
3.2.4	Producción de leche	21
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	24
4.1	Medición de la consanguinidad	24
4.2	Lapso interparto	26
4.3	Edad al primer parto	28

Capítulo		Página
4.4	Producción de leche	29
5	CONCLUSIONES	31
6	RESUMEN	33
	SUMMARY	34
7	BIBLIOGRAFIA	35
	ANEXOS	38

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro		Página
1	Nivel medio de consanguinidad al nacimiento durante 1990 y número de animales evaluados en las razas lecheras de Estados Unidos	3
2	Promedio de consanguinidad en los registros Holstein al parto	4
3	Actual nivel de consanguinidad en las razas lecheras de Canadá y su incremento por décadas	5
4	Promedio de consanguinidad en el ganado Holstein de Canadá desde 1976 a 1990	6
5	Número y porcentaje de vacas, con distintos niveles de endogamia	7
6	Coefficiente de endogamia en vacas de la raza Gir	8
7	Efectos de la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína para una lactancia de 305 días, en vacas Holstein	10
8	Efectos de la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína para una lactancia de 305 días, en vacas Jersey	11
9	Reducción de la producción en razas lecheras por el incremento de 1% de la consanguinidad	11
10	Efectos de la consanguinidad en el comportamiento de la lactancia individual de vacas Holstein	12
11	Cruzamiento consanguíneo y comportamiento productivo de la descendencia	13
12	Cambios en características de conformación con un 12,5% de consanguinidad, expresado como porcentaje de la varianza fenotípica	15

Cuadro		Página
13	Ordenamiento de los datos del pedigrí de la vaca 7098, para ingresarlo al programa Bloc de Notas	19
14	Producción de leche de la vaca 7098, en un día de cada mes	21
15	Vacas consanguíneas y sus diferentes niveles de endogamia	25
16	Cantidad y proporción de vacas que presentan distintas clases de consanguinidad en el rebaño	26
17	Tratamientos según los distintos niveles de consanguinidad	27
18	Análisis de varianza con distinto número de repeticiones para evaluar el efecto de la consanguinidad en el lapso interparto	27
19	Tratamientos y bloques en base a la consanguinidad y época de nacimiento de las vacas, respectivamente	28
20	Análisis de varianza con un diseño en bloques completos al azar generalizado para evaluar el efecto de la consanguinidad en la edad al primer parto	28
21	Bloques y tratamientos de acuerdo a la edad de las vacas y coeficiente de consanguinidad, respectivamente	29
22	Análisis de varianza con un diseño en bloques completos al azar generalizado para evaluar el efecto de la consanguinidad en la producción de leche	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Pedigrí de la vaca 7098	18
2	Producción de leche de la vaca 7098, en un día de cada mes al transcurrir la lactancia y la ecuación que se adapta a estos datos	22

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Pedigríes del rebaño 2001, considerando cuatro generaciones	39
2	Diagrama de flechas con identificación de cada animal	43
3	Diagrama de flechas con el coeficiente de consanguinidad de cada animal	44
4	Tratamientos según los distintos coeficientes de consanguinidad, para evaluar el efecto en el lapso interparto (días)	45
5	Tratamientos y bloques en base a la consanguinidad y época de nacimiento de las vacas, respectivamente; para evaluar la edad al primer parto (en años)	46
6	Bloques y tratamientos de acuerdo a la edad de las vacas y coeficiente de consanguinidad, respectivamente; para analizar el efecto en la producción de leche (en kilos)	47

## 1. INTRODUCCION

En el manejo de los animales es de gran importancia elegir un adecuado sistema de cruzamiento. Una vez seleccionados los animales que participarán como reproductores, debe decidirse el sistema de apareamiento, el cual puede ser un cruzamiento consanguíneo (endocría) o cruzamiento de no parientes (exocría).

El cruzamiento de individuos emparentados da origen a una progenie consanguínea, que presenta problemas en sus características reproductivas y productivas.

Por otra parte, los niveles de consanguinidad están aumentando en los rebaños lecheros debido a un mayor uso de la inseminación artificial, donde se utilizan muy pocos toros, ya que se eligen los que tienen un mayor mérito de acuerdo al objetivo productivo, con lo que se acentúan los efectos perjudiciales de este tipo de cruzamiento.

El objetivo general del presente estudio es cuantificar el nivel de consanguinidad en un rebaño lechero de la raza Overo Colorado, en el que se utiliza inseminación artificial (IA) y toros criados en el predio, producto de padres de IA. Se analizará como objetivos específicos la depresión que puedan causar los distintos niveles de consanguinidad en la producción de leche y caracteres reproductivos, considerando en estos últimos el lapso interparto y la edad al primer parto.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Generalidades

Cuando dos individuos tienen uno o más antecesores comunes se dice que están emparentados, naturalmente también lo son cuando uno de los individuos es antecesor del otro. El cruzamiento de individuos emparentados da origen a individuos consanguíneos (NEIRA, 1985).

El cruzamiento consanguíneo es el proceso de aparear individuos que están emparentados; cuanto más cercana sea la relación de los padres de un individuo, tanto más alto será el grado de consanguinidad (CASSELL, 1999).

Según NEIRA (1985), este tipo de cruzamiento 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.

El cruzamiento consanguíneo intensivo ha sido asociado a disminuciones en la producción de leche y de grasa; así como también a incrementos en las tasas de mortalidad, al ser comparado 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).

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

Este tipo de apareamiento resulta poco deseable en relación a la producción y supervivencia; sin embargo, no se debe evitar a cualquier costo; ya que se justificaría este tipo de apareamiento si el toro tuviera la suficiente superioridad como para justificar la depresión causada por este cruce (CASSELL, 1999).

## 2.2 Nivel de consanguinidad en algunas poblaciones lecheras

La selección para una alta producción y un mejor tipo lechero ha reducido la diversidad genética. Hoy, 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 los toros con mayor mérito, los cuales son pocos (CASSELL, 1999).

**2.2.1 Estados Unidos.** En un estudio WIGGANS *et al.* (1995), midieron el nivel de consanguinidad en las razas lecheras de Estados Unidos. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 1.

**CUADRO 1. Nivel medio de consanguinidad al nacimiento durante 1990 y número de animales evaluados en las razas lecheras de Estados Unidos.**

Raza	Número de animales y parientes	Nivel promedio consanguinidad (%)
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 Shorthorn	7.948	4,1

FUENTE: WIGGANS *et al.* (1995).

Según los datos medidos a partir del año 1960 hasta 1990 se puede observar un mayor nivel de consanguinidad en la raza Ayrshire, siendo la que presenta un menor nivel la raza Holstein (WIGGANS et al., 1995).

Según un estudio realizado por THOMPSON et al. (2000a), en donde se consideraron 1.805.773 vacas, los niveles de consanguinidad medidos en el rebaño Holstein de Estados Unidos, ha estado aumentando entre los años 1970 a 1998, lo cual se puede ver en el Cuadro 2.

**CUADRO 2. Promedio de consanguinidad en los registros Holstein al parto.**

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. (2000a).

Según los datos presentados, el nivel de consanguinidad a contar del año 1970 en el ganado lechero Holstein se ha incrementado a razón de 0,3% promedio al año, produciéndose un mayor aumento a partir de 1980 donde alcanzó 0,63% promedio al año (THOMPSON et al., 2000a).

En Estados Unidos THOMPSON et al. (2000b), realizaron un estudio similar al anterior, pero considerando 265.905 vacas de la raza lechera Jersey en la cual el nivel de consanguinidad promedio para el año 1998 fue de 4,6%.

**2.2.2 Canadá.** En un trabajo realizado por DOORMAAL (2001), los niveles de consanguinidad en las razas lecheras, en base a la información de todo el pedigrí oficial de la Canadian Dairy Network, son variados entre las razas, presentando diferentes tasas de incremento por década, lo que puede ser observado en detalle en el Cuadro 3.

**CUADRO 3. Actual nivel de consanguinidad en las razas lecheras de Canadá y su incremento por décadas.**

Raza	Promedio de consanguinidad en 1998 (%)	Incremento promedio de la consanguinidad por década (%)		
		1968 – 1978	1978 – 1988	1988 - 1998
Ayrshire	5,6	0,22	0,16	0,12
Brown Swiss	2,8	0,07	0,14	0,07
Canadiense	3,2	0,05	0,08	0,19
Guernsey	4,1	0,00	0,09	0,15
Holstein	4,4	0,08	0,04	0,26
Jersey	4,4	0,10	0,06	0,12

FUENTE: DOORMAAL (2001).

Actualmente la raza Ayrshire tiene un alto nivel promedio de consanguinidad, pero la proporción de incremento por década ha ido disminuyendo. Las razas Holstein, Jersey y Guernsey tienen un nivel de consanguinidad sobre el 4%. Estas razas tienen relativamente poca acumulación de consanguinidad hasta la década pasada. Pero en la raza Holstein en particular el nivel promedio se ha ido incrementando a una proporción de un cuarto a un uno por ciento al año (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 4.

**CUADRO 4. Promedio de consanguinidad en el ganado Holstein de Canadá desde 1976 a 1990.**

Clases de F (%)	1976 a 1980		1981 a 1985		1986 a 1990	
	Toros	Vacas	Toros	Vacas	Toros	Vacas
F = 0	4,88	1,14	1,5	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<12,5	5,97	3,64	4,32	2,95	7,61	3,59
12,5≤F<18,75	1,14	0,45	0,93	0,30	1,21	0,33
18,75≤F<25	0,09	0,01	0,04	0,01	0,03	0
F≥25	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).

Más del 90% de los animales estudiados se concentra en las dos categorías bajas de consanguinidad, que es, < 6,25 %. El porcentaje de vacas con una estimación de consanguinidad de 0%, relativo a la base de 1950, fue de 1,14% para los primeros 5 años. En los periodos subsecuentes, estos porcentajes iniciales declinan a 0,0% para los datos de 1990 (MIGLIOR y BURNSIDE, 1995).

El porcentaje de animales con coeficientes de consanguinidad de 0 a 6,25 % se mantiene estable en aproximadamente el 96% de las vacas, así se muestra una notable tendencia a una lenta acumulación de la consanguinidad. En el último período el porcentaje de toros con coeficientes de consanguinidad  $\geq 6,25\%$  fue más que el doble que este porcentaje en las vacas (MIGLIOR y BURNSIDE, 1995).

**2.2.3 Japón.** En un estudio realizado por KUCHIDA *et al.* (1998), de la Asociación Holstein de Japón, entre los años 1984 y 1997, en el cual se evaluaron 254.043 vacas, se observaron distintos niveles de endogamia. Los resultados de este estudio se encuentran en el Cuadro 5.

**CUADRO 5. Número y porcentaje de vacas, con distintos niveles de endogamia.**

Coeficiente consanguinidad	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 y más	411	0,16
Total	254.043	100

FUENTE: KUCHIDA *et al.* (1998).

Según el Cuadro 5, la mayoría de las vacas no tiene consanguinidad y dentro de los animales consanguíneos el mayor porcentaje se encuentra en los niveles bajos ( $0 < F < 0,0156$ ). En los niveles más altos solo se encuentra un número reducido de vacas (KUCHIDA *et al.*, 1998).

**2.2.4 Brasil.** En Brasil QUEIROZ *et al.* (2000), realizaron un estudio para cuantificar el nivel de consanguinidad de la raza Gir, los resultados se encuentran en el Cuadro 6.

**CUADRO 6. Coeficiente de endogamia en vacas de la raza Gir.**

Cantidad y porcentaje de animales	Vacas
Número total	22.979
% de animales consanguíneos	11,65
F medio de la población (%)	1,04
F promedio de animales consanguíneos (%)	8,97
Rango de F (%)	0,00 – 37,5

FUENTE: QUEIROZ *et al.* (2000).

En las vacas de la raza Gir, los coeficientes medios de endogamia pueden ser considerados de baja magnitud. Sin embargo, hay que considerar que en la población base no habido cruzamientos consanguíneos, por lo tanto, los niveles de consanguinidad que presenta el rebaño involucra sólo las últimas seis generaciones (QUEIROZ *et al.*, 2000).

**2.3 Efectos que produce la consanguinidad**

Las 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).

Según QUEIROZ *et al.* (2000), la consanguinidad produce un aumento de la homocigosis y consecuentemente una disminución de la heterocigosis, alterando así la frecuencia genotípica pero no la frecuencia génica.

Al respecto YOUNG y SEYKORA (1996), señalan que la consanguinidad es importante porque produce, aparte de la depresión consanguínea, una disminución de la variabilidad genética.

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. Los genes letales aparecen en animales consanguíneos, con mayor frecuencia en estado homocigótico y en 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 (CASSELL, 1999).

Según NORTH CUTT *et al.* (2001), la consanguinidad produce aumentos 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.

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 de 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).

**2.3.1 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. En el Cuadro 7 se muestra el efecto que tiene la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína (THOMPSON *et al.*, 2000a).

**CUADRO 7. Efectos de la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína para una lactancia de 305 días, en vacas Holstein.**

F (%)	Leche (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. (2000a).

Las pérdidas en producción (leche, grasa y proteína) van asociadas a un incremento de la consanguinidad, pero esta tendencia no es lineal ni logarítmica. Este incremento aparece como una variable que no permite discernir el área de mayor producción de leche (THOMPSON et al., 2000a).

THOMPSON et al. (2000b), realizaron un estudio similar al citado anteriormente, pero en la raza lechera Jersey, los resultados se pueden observar en el Cuadro 8.

**CUADRO 8. Efectos de la consanguinidad en la producción de leche, grasa y proteína para una lactancia de 305 días, en vacas Jersey.**

F (%)	Leche (kg)	Grasa (kg)	Proteína (kg)
2,00	-19,3	-4,01	-1,79
4,00	-25,0	-4,84	-2,49
6,00	-84,8	-5,94	-4,70
8,00	-159,7	-8,02	-7,33
10,0	-177,4	-8,57	-8,71
16,9	-326,7	-18,95	-14,38
26,4	-297,5	-16,46	-12,17

FUENTE: THOMPSON *et al.* (2000b).

En el Cuadro 8 se observa claramente la incidencia que tiene la consanguinidad en los parámetros productivos (THOMPSON *et al.*, 2000b).

WIGGANS *et al.* (1995), realizaron un estudio donde cuantificaron el efecto del incremento de la consanguinidad en 1% en algunas razas lecheras, los resultados se pueden ver en el Cuadro 9.

**CUADRO 9. Reducción de la producción en razas lecheras por el incremento de 1% de la consanguinidad.**

Raza	Efectos del incremento de 1% de consanguinidad
Holstein	-29,48 kg
Ayrshire	- 30,39 kg
Guernsey	- 19,50 kg
Jersey	- 21,32 kg
Brown Swiss	- 24,49 kg

FUENTE: Adaptado de WIGGANS *et al.* (1995).

Las razas que presenta una mayor reducción en la producción de leche por lactancia son la Ayrshire y la Holstein, esto debido a que son las que presentan una mayor producción en comparación a las otras razas (WIGGANS et al., 1995).

CASSELL (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 10.

**CUADRO 10. Efectos de la consanguinidad en el comportamiento de la lactancia individual de vacas Holstein.**

Características	Efectos por cada 1 % de incremento de la consanguinidad
Edad al primer parto (días)	+0,36
Días de vida productiva	-13
Producción leche durante la vida productiva (kg)	-358
Producción de grasa durante la vida productiva (kg)	-13
Producción de proteína durante la vida productiva (kg)	-11
Producción de leche durante la primera lactancia (kg)	-37
Producción de grasa durante la primera lactancia (kg)	-1,36
Producción de proteína durante la primera lactancia (kg)	-1,36
Promedio células somáticas en la primera lactancia	-0,004
Primer intervalo de partos (días)	+0,26

FUENTE: Adaptado de CASSELL (1999).

Los parámetros productivos son los que sufren un mayor impacto. En las células somáticas el efecto es menos importante, considerándolo casi nulo (CASSELL, 1999).

En un estudio realizado por MIGLIOR *et al.* (1995), en donde se evaluaron un total de 2.607.864 pruebas por días de recuento de células somáticas, entre los años 1985 y 1990, en vacas Holstein de primera lactancia, no se encontró un efecto significativo de la consanguinidad sobre el aumento de estas células.

Según CASSELL (1999), en los ganados lecheros se pueden presentar tres apareamientos específicos, que los productores debieran tratar de evitar, el tipo de cruzamiento y sus efectos pueden ser observados en el Cuadro 11.

**CUADRO 11. Cruzamiento consanguíneo y comportamiento productivo de la descendencia.**

Cruzamiento del toro con:	Porcentaje de endogamia	Cambios promedio esperados	
		Leche durante la primera lactancia (kg)	Proteína durante la primera lactancia (kg)
Su propia hija	25%	929,86	34,01
Su propia media hermana	12,5%	464,93	17,23
La hija de su medio hermano	6,25%	232,69	8,62

FUENTE: Adaptado de CASSELL (1999).

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

2.3.1.1 Edad de la vaca. En general 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.

2.3.1.2 En la lactación. Altos niveles de consanguinidad tienen un gran deterioro en la lactancia temprana, con probabilidad de inhibir el período de mayor producción. Los efectos de los bajos niveles de consanguinidad fueron ligeramente beneficiosos para algunos niveles en los días de lactación (THOMPSON et al., 2000b).

**2.3.2 Características de conformación.** Según SMITH et al. (1998), la consanguinidad afecta una serie de características de conformación en las vacas lecheras, las cuales se presentan en el Cuadro 12, donde se evalúan con un nivel de consanguinidad del 12,5%.

**CUADRO 12. Cambios en características de conformación con un 12,5% de consanguinidad, expresado como porcentaje de la varianza fenotípica.**

Característica	Pérdida con 12,5 % de consanguinidad
Estatura	-1,88
Profundidad del cuerpo	-2,5
Angulo anca	-0,38
Angulo de pata	-0,25
Fijación anterior de la ubre	+0,13
Altura de la ubre	-0,63
Anchura de la ubre	-0,63
Profundidad de la ubre	+0,63

FUENTE: SMITH et al. (1998).

Como se puede observar en el Cuadro 12 existen más características de conformación que se afectan por la consanguinidad negativamente, que en forma positiva, siendo una de la más afectada la profundidad del cuerpo (SMITH et al., 1998).

En términos generales se puede afirmar que las características que más se afectan por la consanguinidad son aquellas de baja heredabilidad (MUJICA, 1992).

#### **2.4 Aspectos a considerar en el control de la consanguinidad**

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; esta es una herramienta poderosa para controlar la consanguinidad.

La segunda manera de control es 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).

Para que la endogamia sea controlada a nivel de predio se necesita conocer el pedigrí de la vaca que se inseminará. Los cruzamientos extremadamente cercanos pueden ocurrir cuando la identidad es desconocida, pues mucha de las pérdidas de la endogamia proviene de antepasados comunes tres o más generaciones en un pedigrí. Esto significa que la información del pedigrí debiera estar completa, durante cuatro o cinco generaciones, ya que es necesaria para hacer un buen manejo de la endogamia. 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).

Al respecto VANRADEN y SMITH (1999), indican 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.

### 3. MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Materiales

Los materiales empleados en este estudio, fueron los registros de pedigrí de un rebaño lechero de 157 vacas de la raza Overo Colorado. Este rebaño tiene un promedio de tres lactancias aproximadamente y la edad de las vacas fluctúa entre 2,8 y 15 años, teniendo un promedio de 5,4. El predio donde se encuentra este hato está en las cercanías de Frutillar, en suelos tipo Ñadi; tiene como rubros productivos la actividad lechera y la crianza de los terneros que resultan de esta actividad. Los terneros que provienen de la lechería se terminan en el mismo predio, es decir, se venden con peso de faenamiento.

Para el cálculo del coeficiente de endogamia se utilizó el Programa Computacional Pedigree Viewer, obtenido de Internet, el cual fue desarrollado por Brian Kinghorn, del Center for Genetic Evaluation of Livestock de Estados Unidos.

Este programa fue obtenido gratuitamente desde Internet de una página personal (<http://www-personal.une.edu.au/~bkinghor/pedigree.htm>), en la cual están explicados todos los pasos para bajar e instalar el “software”. El programa sólo lee archivos que tengan la extensión ped.

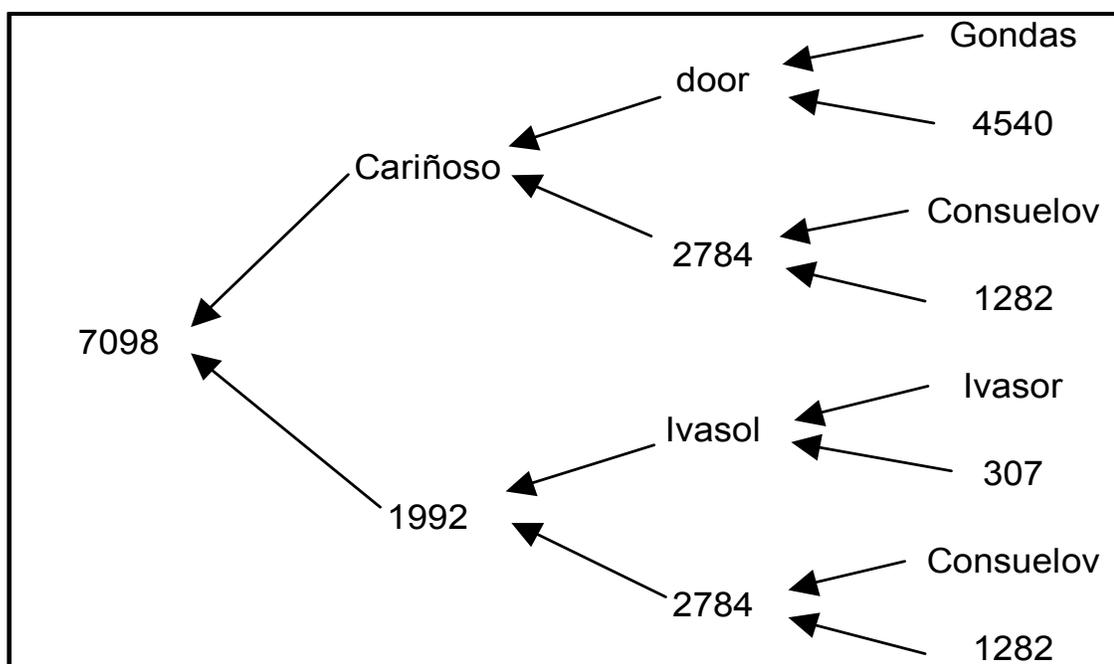
#### 3.2 Método

A continuación se describirán los procedimientos a considerar en la medición de la consanguinidad; y la metodología para evaluar su efecto en el lapso interparto, edad al primer parto y producción de leche.

**3.2.1 Medición de la consanguinidad.** De los registros se obtuvieron los datos de pedigrí de las vacas que se encontraban en el rebaño el año 2001 y además

de los toros que fueron criados en el predio. La información del pedigrí de los toros de inseminación artificial se obtuvo de las empresas que comercializan el semen.

En el pedigrí de cada animal, se consideraron cuatro generaciones, es decir, hasta bisabuelos, ya que no existían antecedentes que permitan hacer un análisis de más antecesores. El ejemplo de un pedigrí se encuentra en la Figura 1.



**FIGURA 1. Pedigrí de la vaca 7098**

Con los datos del pedigrí se debe hacer un archivo en el programa Bloc de Notas (permite dar la extensión que se desea al archivo), para cada vaca en el rebaño el año 2001, el cual tendrá tres columnas. En la primera se coloca la identidad del individuo, en la segunda la identidad del padre y en la tercera la identidad de la madre. Esto se puede observar en el Cuadro 13, para el cual los datos fueron obtenidos de la Figura 1.

**CUADRO 13. Ordenamiento de los datos del pedigrí de la vaca 7098, para ingresarlo al programa Bloc de Notas.**

Identidad	Padre	Madre
7098	Cariñoso	1992
Cariñoso	Door	2784
1992	Ivasol	2784
Door	Gondas	4540
2784	Consuelov	1282
Ivasol	Ivasor	307
2784	Consuelov	1282

Una vez ordenado el pedigrí de cada vaca como el presentado en el Cuadro 13, este debe ser guardado con la extensión ped, ya que es la única forma que el programa Pedigree Viewer lea los archivos. Posteriormente se procedió al cálculo del coeficiente de consanguinidad en forma individual.

El método que utiliza el Programa Pedigree Viewer para el cálculo del coeficiente de endogamia, es el desarrollado por Wright (1922) citado por LUSH (1969), siendo la fórmula:

$$F_x = \sum 0,5^{n_1+n_2+1} (1 + F_A) \quad (3,1)$$

Donde,

$F_x$  = coeficiente de endogamia del animal X.

$n_1$  = número de generaciones que va desde un padre al antecesor común.

$n_2$  = número de generaciones desde el otro padre al antecesor común.

$F_A$  = coeficiente de endogamia del antecesor A.

El programa con los datos ingresados construye un diagrama de flechas del pedigrí, donde identifica cada individuo y diferencia las líneas paternas y maternas en el color de éstas.

**3.2.2 Lapso interparto.** Para evaluar esta característica reproductiva se consideraron 98 vacas, entre los partos de la temporada 2000 y 2001. Para ver el efecto que produce la endogamia se utilizó un Análisis de Varianza con un diseño completamente al azar con distinto número de repeticiones.

MODELO

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (3,2)$$

Donde,

$\mu$  = efecto global.

$\tau_i$  = efecto del tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = variación aleatoria o error experimental.

Los tratamientos fueron en base a los distintos niveles de consanguinidad, teniendo como grupo control las vacas que no tenían consanguinidad.

**3.2.3 Edad al primer parto.** Para analizar el efecto de la endogamia se utilizó un Análisis de Varianza con un diseño en bloques completos al azar generalizado.

MODELO

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + I_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (3,3)$$

Donde,

$\mu$  = efecto global.

$\tau_i$  = efecto del tratamiento.

$\beta_j$  = efecto del bloque.

$I_{ij}$  = error experimental (efecto de la interacción de bloques y

tratamientos).

$\varepsilon_{ijk}$  = error muestral o de diseño (variación aleatoria).

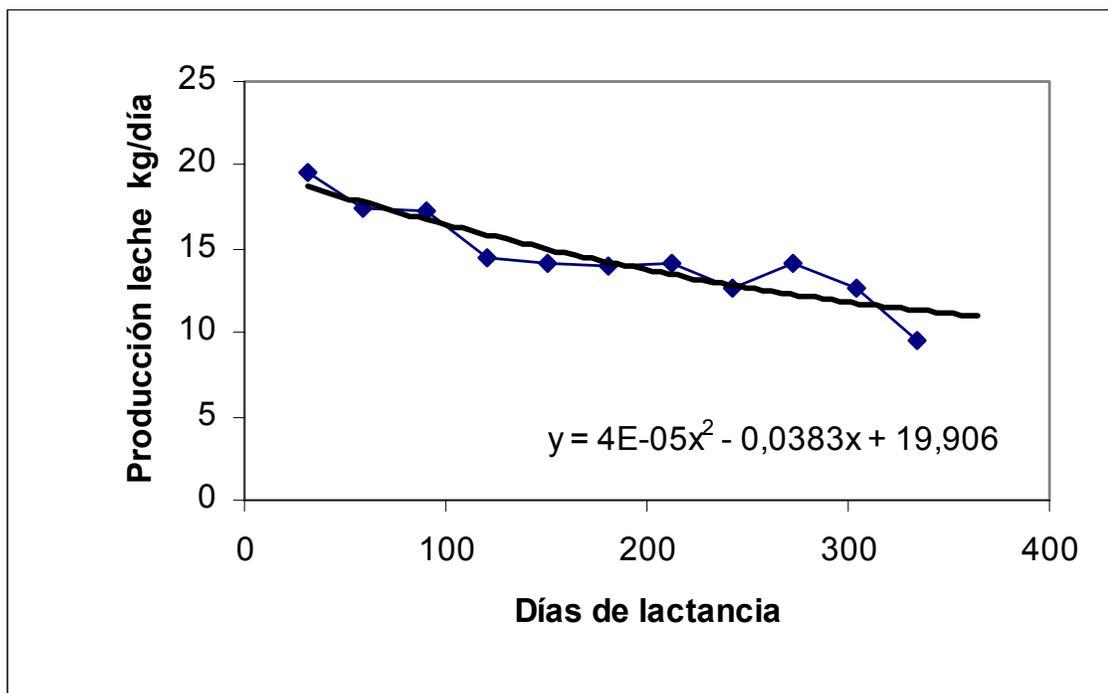
Los bloques fueron en base a la época de nacimiento de las vacas, como una manera de evaluar si existen diferencias en el crecimiento de estas, entre las distintas épocas de nacimientos (MARTINEZ, 1993). Los tratamientos son los distintos niveles de consanguinidad. Para evaluar esta característica reproductiva se utilizaron 157 vacas.

**3.2.4 Producción de leche.** Para estudiar el efecto de la consanguinidad en esta característica las producciones debieron hacerse comparables, por lo tanto se corrigieron las lactancias a 305 días, en base a las características de la curva de producción de cada vaca, obteniendo la ecuación de ésta, lo que se realizó en Excel, para posteriormente sacar la Integral de esta ecuación a 305 días. Sólo se corrigieron lactancias con 181 días o más; para obtener una curva lo más correcta posible, se estimaron los datos hasta los 305 días de acuerdo a las características de la curva de producción (merma). Esta tiene una tendencia polinomial, lo cual se puede observar, a modo de ejemplo en el Cuadro 14 y Figura 2.

**CUADRO 14. Producción de leche (kg/día) de la vaca 7098, en un día de cada mes**

ID	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
7098	19,6	17,5	17,2	14,4	14,2	14	14,2	12,6	14,2	12,6	9,6	

El gráfico de los datos del Cuadro 14 y la tendencia se pueden ver en la Figura 2.



**FIGURA 2. Producción de leche de la vaca 7098, en un día de cada mes al transcurrir la lactancia y la ecuación que se adapta a estos datos.**

En base a la ecuación anterior (mostrada en el gráfico) se midió el área bajo la curva, esto se hizo sacando la integral de la ecuación a 305 días, que da como resultado, para el ejemplo presentado, 4.658 kg de leche. Esto se realizó para cada vaca.

Las lactancias corregidas a 305 días, también se modificaron según la edad de la vaca (LASLEY, 1970).

Las producciones de las vacas que fueron corregidas a lactancias de 305 días y por la edad, también se le eliminó el efecto de superioridad o inferioridad genética de los toros (padres).

Para eliminar el efecto de superioridad o inferioridad genética de los padres de las vacas, se calcularon los promedios de las producciones de las hijas de cada toro, luego se calculó el promedio de las hijas de todos los toros y se obtuvo la diferencia entre estos dos valores, y luego se sumó o restó esta diferencia a las hijas de cada toro, con lo cual se eliminó el efecto genético de los padres.

El objetivo de realizar esta corrección es por el hecho que los mejores toros se usan con mayor intensidad, obteniendo, por lo tanto mayor descendencia que presentan mayor consanguinidad que otros toros de no tantos méritos y por lo tanto con mucho menor uso. Esta modificación al homogenizar el efecto genético de los toros, permite analizar de mejor manera el efecto de la consanguinidad en la producción de leche.

Con todas las lactancias corregidas se procedió a ver si existen diferencias en las producciones entre los distintos niveles de consanguinidad que presentaron las vacas, teniendo como grupo control las vacas que no tenían ningún nivel de endogamia. Para ver si existen diferencias estadísticamente significativas se utilizó un Análisis de Varianza con diseños en bloque completos al azar generalizado (3,3); los bloques son la edad y los tratamientos los niveles de consanguinidad. Para este análisis se consideraron 142 vacas.

Como el método estadístico es un diseño completo fue necesario calcular un dato por medio de la fórmula del Dato faltante para un Análisis de Varianza con diseño en bloques completos al azar.

## **4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS**

En este Capítulo se presentarán los resultados de medición de los niveles de consanguinidad y el efecto que esta característica genética puede tener en el lapso interparto, edad al primer parto y producción de leche.

### **4.1 Medición de la consanguinidad**

Para la medición de este parámetro genético se utilizaron los datos de pedigrí que se encuentran en el Anexo 1.

El programa Pedigree Viewer entrega un diagrama de flechas, un ejemplo del cual se encuentra en el Anexo 2, en donde se observa la identificación de cada animal. En el Anexo 3 se encuentra el mismo diagrama anterior pero indicando en vez de la identidad del animal, el nivel de consanguinidad de cada uno de ellos. Este mismo procedimiento se realizó para todas las vacas que se encontraban en el rebaño el año 2001.

De las 157 vacas que presentan antecedentes registrados de pedigrí, solo 24 de ellas tienen algún nivel de consanguinidad, lo que se pueden observar en el Cuadro 15.

**CUADRO 15. Vacas consanguíneas y sus diferentes niveles de endogamia.**

Nº vaca	F (%)	Nº vaca	F (%)
5598	3,125	4599	3,125
5897	3,125	6797	6,25
4494	3,125	396	6,25
3392	3,125	1099	6,25
6597	3,125	1695	6,25
493	3,125	2099	6,25
299	3,125	395	6,25
3999	3,125	5398	9,375
2398	3,125	896	9,375
1498	3,125	7098	12,5
3499	3,125	6397	12,5
4399	3,125	3295	25,0

Del número total de vacas analizadas, un 15,3% de ellas presentaba algún grado de consanguinidad. En el Cuadro 15 se puede observar que el nivel de consanguinidad varía entre 3,125 hasta un 25%, teniendo como nivel medio 6,12%. Si se avalúa el nivel de consanguinidad en el rebaño completo da un coeficiente de endogamia de 0,94%. Al ser comparado con el trabajo de QUEIROZ *et al.* (2000), los valores son similares, pero habiendo discrepancia en el rango de los niveles de consanguinidad.

Si el estudio realizado se compara con los datos obtenidos por WIGGANS *et al.* (1995), THOMPSON *et al.* (2000a) y DOORMAAL (2001), los resultados obtenidos en cuanto a los niveles de consanguinidad, son inferiores debido probablemente, al bajo número de animales y generaciones consideradas.

La cantidad y proporción relativa de vacas que presentan distintos niveles de consanguinidad en el rebaño se encuentra en el Cuadro 16.

**CUADRO 16. Cantidad y proporción de vacas que presentan distintas clases de consanguinidad en el rebaño.**

Clases de F	Nº vacas	% vacas
F=0	133	84,7
$0 < F < 6,25$	13	8,28
$6,25 \leq F < 12,5$	8	5,09
$12,5 \leq F \leq 25$	3	1,91

Según el Cuadro 16 el mayor porcentaje de las vacas no presenta consanguinidad y solo un pequeño porcentaje se encuentra en los niveles más altos de 12,5 a 25 %. Esto concuerda con el estudio realizado por KUCHIDA *et al.* (1998) y QUEIROZ *et al.* (2000), pero difiere de lo presentado por MIGLIOR y BURNSIDE (1995), en cuyo estudio la mayor proporción de las vacas se concentra en los niveles de consanguinidad de  $0 < F < 6,25$ .

#### 4.2 Lapso interparto

Para cuantificar el lapso interparto se consideraron los partos de la temporada 2001 y 2002, los cuales se encuentran agrupados según los distintos niveles de consanguinidad que presentaban las vacas analizadas, y que a la vez conforman los distintos tratamientos, el ordenamiento de estos últimos se encuentra en el Cuadro 17. El detalle de los datos de cada uno de los tratamientos se puede ver en el Anexo 4.

**CUADRO 17. Tratamientos según los distintos niveles de consanguinidad.**

Tratamientos	Consanguinidad (%)
T1: vacas con coeficiente de consanguinidad igual a	3,125
T2: vacas con coeficiente de consanguinidad igual a	6,25
T3: vacas con coeficiente de consanguinidad entre	9,375 y 12,5
T4: testigo	0,0

Los resultados del Análisis de varianza, realizados para ver el efecto de la consanguinidad en el lapso interparto se pueden observar en el Cuadro 18.

**CUADRO 18. Análisis de varianza con distinto número de repeticiones para evaluar el efecto de la consanguinidad en el lapso interparto.**

FUENTE	GL	SC	CM	F	Fc
Trat	3	4.099,507	1.366,5026	0,474837	2,714
Error	94	270.516,492	2.877,835		
Total	97	274.616			

Como se puede observar no se producen diferencias estadísticamente significativas, ya que el F crítico (Fc) es mayor que el F calculado ( $P < 0,05$ ). Por lo tanto, la consanguinidad no afectaría el lapso interparto, lo que discrepa de lo presentado por CASSELL (1999), según el cual por cada 1% de aumento de la consanguinidad se produce un incremento del lapso interparto de 0,26 días. Estas diferencias pueden ser porque el número de vacas analizadas en el presente estudio es pequeño con respecto a la referencia citada anteriormente.

### 4.3 Edad al primer parto

Para evaluar el efecto de la endogamia en la edad al primer parto se realizó un Análisis de Varianza con un diseño en bloques completo al azar generalizado, en donde los bloques fueron la época de nacimiento de las futuras vacas y los tratamientos, los distintos niveles de consanguinidades. Los bloques y tratamientos se pueden ver en el Cuadro 19 y el detalle de cada uno de los datos que conforman tanto bloques como tratamientos en el Anexo 5.

**CUADRO 19. Tratamientos y bloques en base a la consanguinidad y época de nacimiento de las vacas, respectivamente.**

Bloques	Época	Tratamientos	Consanguinidad (%)
B1	22 sep – 21 dic	T1	3,125
B2	22 dic – 21 mar	T2	6,25 – 25
B3	22 mar – 21 jun	T3	0,0
B4	22 jun – 21 sep		

Los resultados del Análisis de varianza de los datos para evaluar el efecto de la consanguinidad en la edad al primer parto se encuentran en el Cuadro 20.

**CUADRO 20. Análisis de varianza con un diseño en bloques completos al azar generalizado para evaluar el efecto de la consanguinidad en la edad al primer parto.**

FUENTE	GL	SC	CM	F	FC
Bloq	3	0,30622	0,10207	1,94992	2,68
Trat	2	0,12035	0,06017	1,14959	3,07
Error exp	6	0,112	0,01864	0,35614	2,17
Error muestr	145	7,590	0,05234		
Total	156	8,129			

Según el Cuadro 20 no se observan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), tanto para bloques como para tratamientos. Lo que implica que la época en que nacieron las vacas y los distintos niveles de consanguinidad no afectan la edad al primer parto. Sin embargo este resultado contradice el estudio de CASSELL (1999), según el cual por cada 1% de aumento de la consanguinidad se incrementa en más 0,36 días la edad al primer parto. La razón de esta diferencia se debe a que el grupo de vacas analizadas es reducido con respecto al estudio anteriormente comparado. Otras de las razones que provocarían esta diferencia sería el hecho que las vacas consanguíneas son genéticamente superiores a las vacas no consanguíneas del rebaño para esta característica reproductiva. Tampoco hay interacción entre época de nacimiento de las vacas y coeficiente de consanguinidad, en relación a la edad al primer parto.

#### 4.4 Producción de leche

Para evaluar esta característica se realizó un Análisis de Varianza con un diseño en bloques completos al azar generalizado, siendo los bloques la edad de las vacas en el rebaño en el año 2001 y los tratamientos los niveles de consanguinidad. Los distintos bloques y tratamientos se encuentran ordenados en el Cuadro 21, el detalle de estos datos se encuentra en el Anexo 6.

**CUADRO 21. Bloques y tratamientos de acuerdo a la edad de las vacas y coeficiente de consanguinidad, respectivamente.**

Bloques	Edad (años)	Tratamientos	Consanguinidad (%)
B1	2,00 – 4,00	T1	3,125
B2	4,01 – 5,50	T2	6,25 – 25
B3	5,51 – 8,00	T3	0,0
B4	8,01 y más		

El resultado del Análisis de varianza para evaluar el efecto de las distintas consanguinidades y edad de las vacas, sobre las producciones de leche, se encuentra en el Cuadro 22.

**CUADRO 22. Análisis de varianza con un diseño en bloques completos al azar generalizado para evaluar el efecto de la consanguinidad en la producción de leche.**

FUENTE	GL	SC	CM	F	FC
Bloq	3	3094550,944	1031516,98	1,78765	2,68
Trat	2	250065,1975	125032,598	0,21668	3,07
Error exp	6	2083534,748	347255,791	0,6018	2,17
Error muestr	131	75589944,41	577022,476		
Total	142	81018095,3			

Según el Cuadro 22 no existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ); tanto para tratamientos como para bloques, por lo tanto, la consanguinidad no afecta la producción de leche, ni tampoco la deprime a edades más tempranas. Tampoco existe interacción entre la edad de las vacas y coeficientes de consanguinidad, en relación a la producción de leche. Estos resultados obtenidos se diferencian de los presentados de THOMPSON *et al.* (2000a y b), según los cuales la consanguinidad afecta la producción de leche, como también tiene una mayor influencia a edades más jóvenes de las vacas.

La diferencia obtenida entre el presente ensayo y la cita mencionada anteriormente pueden ser atribuidos a la superioridad genética de las vacas consanguíneas, lo que está de acuerdo con lo presentado por CASSELL (1999), al señalar que el cruce consanguíneo no debe evitarse a cualquier costo ya que si la superioridad genética es mayor que el efecto de la depresión consanguínea, se produciría una mejora.

## 5. CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado se puede concluir que:

Existe un cierto nivel de consanguinidad, que es el resultado del uso continuo de toros de inseminación artificial y de hijos de éstos, que son usados como padres, con lo cual se va aumentando el nivel de parentesco dentro del rebaño.

En las características estudiadas (lapso interparto, edad al primer parto y producción de leche) los distintos niveles de consanguinidad no tuvieron ningún efecto, esto debido a que el grupo de vacas consanguíneas es superior genéticamente que las vacas del rebaño que no presentaban consanguinidad.

Si bien no se encontró ningún efecto negativo de la consanguinidad en las características estudiadas, hay que tener cuidado por la aparición de genes recesivos semiletales y letales que pueden resultar del cruzamiento consanguíneo.

Los resultados obtenidos demuestran que en este rebaño ha habido una selección para mejorar la producción de leche, lapso interparto y edad al primer parto; lo que llevó a un cierto nivel de consanguinidad en un grupo de vacas, ya que siempre se usaron las mismas líneas paternas (lo que seguramente ha disminuido la diversidad genética). Pero en esta selección se ha logrado contrarrestar el efecto negativo de la consanguinidad por medio del potencial genético de los padres.

Para estudios a futuro en los cuales se deba medir los niveles de consanguinidad, sería adecuado tener pedigrís que incluyan más generaciones

que las analizadas en este estudio; además los pedigrí deben ser completos. También sería importante disponer de información de más características productivas y reproductivas que sean afectadas por la consanguinidad que las analizadas en el presente trabajo, para así tener una mejor apreciación de los distintos efectos que pueda tener la consanguinidad.

## 6. RESUMEN

El objetivo de esta tesis, fue medir el nivel de consanguinidad de un rebaño lechero, y sus efectos en el lapso interparto, edad al primer parto y producción de leche. Este estudio se llevó a cabo con datos de un rebaño lechero de la raza Overo Colorado, ubicados en las cercanías de Frutillar; el hato estaba constituido por 157 vacas, las cuales tenían un promedio de tres lactancias y su edad fluctuaba entre 2,8 y 15 años.

Para el cálculo del coeficiente de endogamia se utilizó el programa Pedigree Viewer, desarrollado por Brian Kinghorn, del Center for Genetic Evaluation of Livestock de Estados Unidos. Este programa sólo lee archivos que tengan la extensión ped, por lo tanto, fue necesario hacer cada archivo en el Bloc de Notas, ya que este permite guardar con la extensión anteriormente mencionada. Se hizo un archivo, por cada pedigrí, luego se ingresaron uno a uno al programa Pedigree Viewer para calcular el coeficiente de endogamia en forma individual.

Los resultados obtenidos fueron que de 24 de las 157 vacas, tenían algún nivel de consanguinidad. Posteriormente se evaluó el efecto de la consanguinidad en el lapso interparto, edad al primer parto y en la producción de leche, encontrándose que no tenía ningún efecto. Los resultados anteriores indican que las vacas consanguíneas; tuvieron una superioridad genética para las características analizadas al ser comparadas con las vacas que no tenían consanguinidad. Por lo tanto la depresión esperada causada por la consanguinidad se contrarrestó con el efecto de la superioridad genética de las vacas consanguíneas.

## SUMMARY

The objective of this work was to estimate the level of inbreeding in a commercial dairy herd and its effects on number of days between calvings, age at first calving and milk production. The study took place using data from a dairy farm, located in the vicinity of Frutillar, Tenth Region, with animals of the Overo Colorado breed. The data set included 157 cows, with an average of three lactations and with an age fluctuating between 2,8 and 15 years.

For the calculation of the index of inbreeding the program called Pedigree Viewer, developed by Brian Kinghorn from the US Center for Livestock Genetic Evaluation, was utilized. This program only reads files with the extension ped- and thus it was necessary to produce individual files in the block of notes as it permits to save the data with the above-mentioned extension. A file was produced for each pedigree, and then each one was entered in the Pedigree Viewer program to calculate the index of inbreeding on an individual basis.

Twenty-four out of the 157 cow data set analyzed had some degree of inbreeding. Then the effect of inbreeding on the number of days between calvings, age at first calving and milk production was estimated but no effect was detected. These results indicate that inbred cows had a genetic superiority for the characteristics analyzed when compared with the cows not showing inbreeding. Then, it is concluded that, at least in this case, the depression produced by inbreeding was balanced with the genetic superiority of the inbred cows.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- 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 2002).
- DOORMAAL, 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)> (7 de marzo 2002).
- 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.tiho-hannover.de/publications/6wccgalp/papers/contents.htm>> (10 de abril del 2002).
- LUSH, J. 1969. Bases para la selección animal. Ediciones agropecuarias peri. Buenos Aires, Argentina. 673 p.
- LASLEY, J. 1970. Genética del mejoramiento del ganado. Editorial Hispanoamericana. Mexico. 378 p.
- MARTINEZ, J. 1993. Edad al primer parto e intervalos entre partos en ganado pardo suizo criado en trópico subhúmedo. Biotam. (On line). 4 (2): <<http://ecologia.uat.mx/biotam/v4n2/art3.html>>. (15 de Julio 2002).

- MACNEIL, M., URICK, J., NEWMAN, S. y 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., BURSIDE, E. y DEKKERS, J. 1995. Nonadditive for somatic genetic effects and inbreeding depression cell counts of Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 78: 1168 – 1172.
- MIGLIOR, F. y 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.
- NEIRA, R. 1985. Introducción al estudio de la consanguinidad en animales. Serie publicación docente N° 11. Santiago, Chile. 198 p.
- NORTHCUTT, L., BUCHANAN, D. y CLUTTER, A. 2001. Inbreeding in cattle. (On line). Oklahoma State University. <<http://www.skally.net/alot/genetic.htm>> ( 12 abril del 2002).
- QUEIROZ, S., ALBUQUERQUE, L. y LANZÓN, N. 2000. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raza Gir no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.* 29(4): 1014 – 1019.
- SMITH, L., CASSELL, B. y PEARSON, R. 1998. The effects of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81: 2729 – 2737.

- 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.
- YOUNG, C. y SEYKORA, A. 1996. Estimates of Inbreeding and relationship among registered Holstein females in the United States. *J. Dairy Sci.* 79: 502-505.
- 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.

**ANEXOS**

### Anexo 1. Pedigrías del rebaño 2001, considerando cuatro generaciones

Id	Padre	Madre	Abuelop	Abuelap	Abuelom	Abuelam	Bisaboop	Bisabaop	Bisaboap	Bisabaap	Bisaboom	Bisabaom	Bisaboam	Bisabaam
5398	marino	5692	ban	5490	espejo	5185	bango	10073	ivasol	5185	ivasol	3885	consuelov	1982
8698	consuelo	2495	ooker	2388	copihue	793	falke	10919	consuelov	1277	fire red	3881	copihue	3589
5598	regalon	789	runte	2683	moscardon	1374	renner	9224	memo	1679	memo	576		
6498	cariñoso	6994	door	2784	dichoso	1883	gondas	4540	consuelov	1282	ivasol	187	nortino	1179
8798	consuelo	3292	ooker	2388	dublin2	1883	falke	10919	consuelov	1277	dublin	2780	nortino	1179
7098	cariñoso	1992	door	2784	ivasol	2784	gondas	4540	consuelov	1282	ivasor	307	consuelov	1282
4898	marino	1295	ban	5490	famoso	5390	bango	10073	ivasol	5185	markus	19185	eitel2	3786
7898	cariñoso	2394	door	2784	ban	1387	gondas	4540	consuelov	1282	bango	10073	dublin	382
5098	marino	2295	ban	5490	regalon	1092	bango	10073	ivasol	5185	runte	2683	ivasol	4385
598		5496			marino	5092							copihue	2389
4798	dichoso	195	ivasol	187	copihue	2791	ivasor	307	holger	2180	fire red	3881	rambo	2786
8998	consuelo	1092	ooker	2388	ivasol	4385	falke	10919	consuelov	1277	ivasor	307	regalo	3481
3095	regalon	3190	runte	2683	ivasol	2485	renner	9224	memo	1679	ivasor	307	monaco	281
8298	cariñoso	1393	door	2784	copihue	2686	gondas	4540	consuelov	1282	fire red	3881	lindo	4179
5897	marino	3194	ban	5490	copihue	192	bango	10073	ivasol	5185	fire red	3881	ivasol	1487
1293	espejo	5490	ivasol	3885	ivasol	5185	ivasor	307	pioner	4382	ivasor	307	consuelov	1982
698		790			ivasol	1886					ivasor	307	principe	2183
5998	cariñoso	1793	door	2784	regalon	4787	gondas	4540	consuelov	1277	runte	2683	moscardon	4679
6298	cariñoso	1293	door	2784	espejo	5490	gondas	4540	consuelov	1277	ivasol	3885	ivasol	5185
3797	roel	3392	japik	4523	espejo	1088	daan	4031	gondas	1192	ivasol	3885	consuelov	1182
1395	regalon	5990	runte	2683	dublin2	2180	renner	9224	memo	1679	dublin	2780	nortino	5977
4397	regalon	2388	runte	2683	consuelov	1277	renner	9224	memo	1679	pioner	6869		
3198	marino	4587	ban	5490	consuelov	983	renner	10073	ivasol	5185	pioner	6869	memo	6577
2791	rambo	2786	frutilla	2180	moscardon	4383	renner	2774	nortino	5977	memo	576	monaco	2780
4494	copihue	3292	fire red	3881	dublin2	1883	regal		nortino	1374	dublin	2780	nortino	1179
6394	dichoso	2389	ivasol	187	frutilla	3786	ivasor	307	holger	2180	estrella	2774	principe	3282
3096	regalon	1092	runte	2683	ivasol	4385	renner	9224	memo	1679	ivasor	307	regalo	3481
5796	cariñoso2	1494	ban	2784	espejo	1286	bango	10073	consuelov	1277	ivasol	3885	principe	1374
6497	marino	493	ban	5490	regalon	2787	bango	10073	ivasol	5185	runte	2683	moscardon	583
4597	regalon	392	runte	2683	ranchero	789	renner	9224	memo	1679	consuelov	1679	moscardon	1374
3392	espejo	1088	ivasol	3885	consuelov	1182	ivasor	307	pioner	4382	pioner	6869	chancha	2279
2297	roel	5692	japik	4523	espejo	5185	daan	4031	gondas	1192	ivasol	3885	consuelov	1982
4394	regalon	2985	runte	2683	lindo	1179	renner	9224	memo	1679			princeso	3676
5497	marino	4589	ban	5490	espejo	2780	bango	10073	ivasol	5185			estrella	976
3897	regalon	2894	runte	2683	famoso	3986	renner	9224	memo	1679	markus	19182	consuelov	3481
6597	marino	6994	ban	5490	dichoso	1883	bango	10073	ivasol	5185	ivasol	187	nortino	1179
5797	marino	1693	ban	5490	regalon	1182	bango	10073	ivasol	5185	runte	2683	chancha	2279
3396	regalon	3188	runte	2683	consuelov	4383	renner	9224	memo	1679	ooker	2388	monaco	2780
4195	niño	1293	roel	2787	espejo	5490	japik	4523	moscardon	583	ivasol	3885	ivasol	5185
3896	cariñoso2	1294	ban	2784	regalon	583	bango	10073	consuelov	1282	runte	2683	monaco	3279

(continúa)

## Continuación Anexo 1

4297	regalon	2388	runte	2683	consuelov	1277	renner	9224	memo	1679	pioner	6869		
6396	carifoso2	3194	ban	2784	copihue	192	bango	10073	consuelov	1282	fire red	3881	ivasol	1487
5294	ban	1988	bango	10073	runte	1282	ulander	1035	herzog	10074	renner	9224	peineta	6577
3996	regalon	3190	runte	2683	ivasol	2485	renner	9224	memo	1679	ivasor	307	monaco	281
5395	copihue	1792	fire red	3881	espejo	1189	regal		nortino	1374	ivasol	3885	ivasol	1483
5595	copihue	5488	fire red	3881	moscardon	3582	regal		nortino	1374	memo	576	nortino2	7571
6397	marino	5493	ban	5490	ban	1290	bango	10073	ivasol	5185	bango	10073	fire red	2683
6797	marino	3190	ban	5490	ivasol	2480	bango	10073	ivasol	5185	ivasor	307	nortino2	777
5097	marino	491	ban	5490	fire red	2684	bango	10073	ivasol	5185			consuelov	382
394	muchacho		fire red	3985			regal		consuelov	3881				
5096	milagro	1694			ban	4690					bango	10073	ivasol	4182
5496	marino	5092	ban	5490	copihue	2389	bango	10073	ivasol	5185	fire red	3885	frutilla	3786
6794	dichoso	2884	ivasol	187	consuelov	1982	ivasor	307	holger	2180	pioner	6869	peineta	3676
2997	dichoso	1094	ivasol	187	regalon	4186	ivasor	307	holger	2180	runte	2683	principe	983
3597	salers	895			copihue	3085					fire red	3881	amapola	3082
2497	inquieta	3184	herold	25107	consuelov	4383	hilton	7119	pnco cuchal	24001	pioner	6869	monaco	2780
199	consuelo	4394	ooker	2388	regalon	2985	falke	10919	consuelov	1277	runte	2683	lindo	1179
4895	regalon	991	runte	2683	ivasol	5086	renner	9224	memo	1679	ivasor	307		
5995	niñov	5493	ivasol	4186	ban	1290	ivasor	307	principe	983	bango	10073	fire red	2683
6695	dichoso	4992	ivasol	187	bohemia	2884	ivasor	307	holger	2180	fink	267	consuelov	1982
2895	copihue	993	fire red	3881	espejo	5790	regal		nortino	1374	ivasol	3885	entusiasmo	2986
3497	regalon	1293	runte	2683	espejo	5490	renner	9224	memo	1679	ivasol	3885	ivasol	5185
4593	espejo	4689	ivasol	3885	rambo	486	ivasor	307	pioner	4382	frutilla	2180	consuelov	882
396	niñov	5893	ivasol	4186	florido	5185	ivasor	307	principe	983	ivasol	3386	consuelov	1982
7798	carifoso	1193	door	2784	espejo	5090	gondas	4540	consuelov	1282	ivasol	3885	moscardon	4885
2894	famoso	3996	markus	19185	consuelov	3481	manus	3523			pioner	6869	nortino	7571
499	consuelo	694	ooker	2388	muchacho	691	falke	10919	consuelov	1277	fire red	3985	dublin2	1584
5999	consuelo	4195	ooker	2388	niñov	1293	falke	10919	consuelov	1277	ivasol	4186	espejo	5490
1199	pluto	3893	hubert	75918	ivasol	2388	tegus	10075	pascol	7430	ivasor	307	consuelov	1277
1897	roel	2290	japik	4523	moscardon	5977	daan	4031	gondas	1192	memo	576		
2995	espejo	3988	ivasol	3885	rambo	2286	ivasor	307	pioner	4382	frutilla	2180	principe	1277
3994	copihue	2292	fire red	3881	ivasol	3282	regal		nortino	1374	ivasor	307	pioner2	5977
1097	dichoso	4587	ivasol	187	consuelov	983	ivasor	307	holger	2180	pioner	6869	memo	6577
1298	famoso	4988	markus	19185	guerrillero	2884	manus	3523			society	18408	consuelov	1982
1493	regalon	4385	runte	2683	regalo	4381	renner	9224	memo	1679	karat	11192		
1299	marino	992	ban	5490	dublin2	3582	bango	10073	ivasol	5185	dublin	2780	nortino	7571
4594	famoso	1591	markus	19185	eitel2	4588	manus	3523	jupiter	15632	eitel	2683	ivasol	3184
2298	regalon	1490	runte	2683	fire red	2886	renner	9224	memo	1679	regal		lindo	4179
6995	dichoso	4988	ivasol	187	guerrillero	2884	ivasor	307	holger	2180	society	18408	consuelov	1982
999	marino	394	ban	5490	muchacho		bango	10073	ivasol	5185	fire red	3985		
6095	dichoso	4391	ivasol	187	regalon	3687	ivasor	307	holger	2180	runte	2683	consuelov	4182
1099	regalon	192	runte	2683	ivasol	1487	renner	9224	memo	1679	ivasor	307	dublin	2683
1499	consuelo	4594	ooker	2388	famoso	1591	falke	10919	consuelov	1277	markus	19185	eitel2	4588

(continúa)

## Continuación Anexo 1

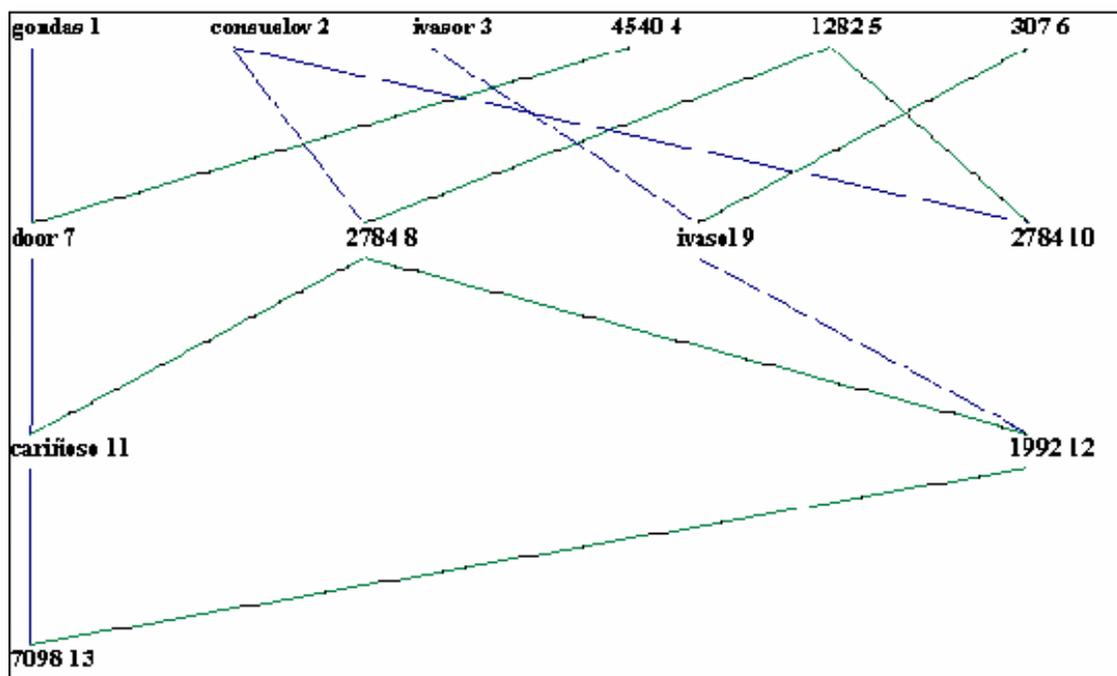
1699	consuelo	5395	ooker	2388	copihue	1792	falke	10919	consuelov	1277	fire red	3881	espejo	1189
1095	regalon	5086	runte	2683			renner	9224	memo	1679				
595	copihue	583	fire red	3881	monaco2	3279	regal		nortino	1374			heiko	5071
1496	monokel	5692	franko	9410	espejo	5185	feuerste	24626	salentin	94106	ivasol	3885	consuelov	1982
493	regalon	2787	runte	2683	moscardon	583	renner	9224	memo	1679	memo	576	monaco	3279
799	consuelo	5295	ooker	2388	copihue	2491	falke	10919	consuelov	1282	fire red	3881	eitel2	1288
299	marino	6995	ban	5490	dichoso	4988	bango	10073	ivasol	5185	ivasol	187	guerrillero	2884
2399	squash	1495	carstens	9826	copihue	2486					fire red	3881	consuelov	3777
596	niñov	4093	ivasol	4186	copihue	1289	ivasor	307	principe	983	fire red	3881	ivasol	4385
3395	copihue	893	fire red	3881	espejo	3390	regal		nortino	1374	ivasol	3885	rambo	2886
2696	dichoso	5086	ivasol	187			ivasor	307	holger	2180				
1197	regalon	583	ban	5490	monaco2	3279	bango	10073	ivasol	5185			heiko	
2599	squash	2894	carstens	9826	famoso	3986					markus	19185	consuelov	3481
3899	consuelo	5493	ooker	2388	ban	1290	falke	10919	consuelov	1282	bango	10073	fire red	2683
4192	regalon	3485	ban	5490	monaco2	575	bango	10073	ivasol	5185				
3299	squash	991	carstens	9826	ivasol	5086					ivasor	307		
1795	dichoso	6592	ivasol	187	espejo	5488	ivasor	307	holger	2180	ivasol	3885	moscardon	3582
797	cariñoso2	3594	ban	2784	copihue	1292	bango	10073	consuelov	1282	fire red	3881	regalon	2684
192	ivasol	1497	ivasor	307	dublin	2683	ismael	13970	holger	114	dubbel	33481	memo	1679
5196	marino	3892	ban	5490	regalon	5089	bango	10073	ivasol	5185	runte	2683		
1999	squash	1794	carstens	9826	regalon	5290					runte	2683	ivasol	686
3295	copihue	293	fire red	3881	copihue	3890	regal		nortino	1374	fire red	3881	moscardon	4179
3999	cariñoso	5490	door	2784	ivasol	5185	gondas	4540	consuelov	1282	ivasor	307	consuelov	1982
3595	ban	1290	bango	10073	fire red	2683	ulander	1035	herzog	10074	regal		memo	1679
3699	squash	3294	carstens	9826	regalon	3188							consuelov	4383
1695	copihue	787	fire red	3881	moscardon	1374	regal		nortino	1374	memo	576		
1693	regalon	1182	runte	2683	chancha	2279	renner	9224	memo	1679			nortino	2401
1393	copihue	2686	fire red	3881	moscardon	3783	regal		nortino	1374	memo	576	chancha	181
6699	niño	3292	roel	2787	dublin2	1883	japik	4523	moscardon	583	dublin	2780	nortino	1179
4995	niñov	2593	ivasol	4186	regalon	3582	ivasor	307	principe	983	runte	2683	nortino	7571
7398	cariñoso	4690	door	2784	ivasol	4182	gondas	4540	consuelov	1282	ivasor	307	monaco	2478
2398	marino	6794	ban	5490	dichoso	2884	bango	10073	ivasol	5185	ivasol	187	consuelov	1982
297	cariñoso2	4394	ban	2784	regalon	2985	bango	10073	consuelov	1282	runte	2683	lindo	1179
2195	regalon	4690	runte	2683	ivasol	4182	renner	9224	memo	1679	ivasor	307	monaco	2478
6693	florido	2683	ivasol	3386	memo	1679	ivasor	307	consuelov	3580	mino	10883	princeso	6270
3795	regalon	4392	runte	2683	ivasol	4383	renner	9224	memo	1679	ivasor	307	monaco	2780
899	inquieto	2887	herold	25107	consuelov	4382	hilton	7119	pnco cuchal	24001	pioner	6869	estrella	2401
3596	door	1893	gondas	4540	ivasol	3282	minars	9131	alva	8223	ivasor	307	pioner	5977
3194	copihue	192	fire red	3881	ivasol	1487	regal		nortino	1374	ivasor	307	dublin	2683
1796	copihue	2887	fire red	3881	consuelov	4382	regal		nortino	1374	pioner	6869	estrella	2401
4093	copihue	1289	fire red	3881	ivasol	4385	regal		nortino	1374	ivasor	307	regalo	3481
1096	regalon	986	runte	2683	konrad	5977	renner	9224	memo	1679	komponist	12839		
2896	cariñoso2	194	ban	2784	muchacho	2891	bango	10073	consuelov	1282	fire red	3985	dublin2	3787

(continúa)

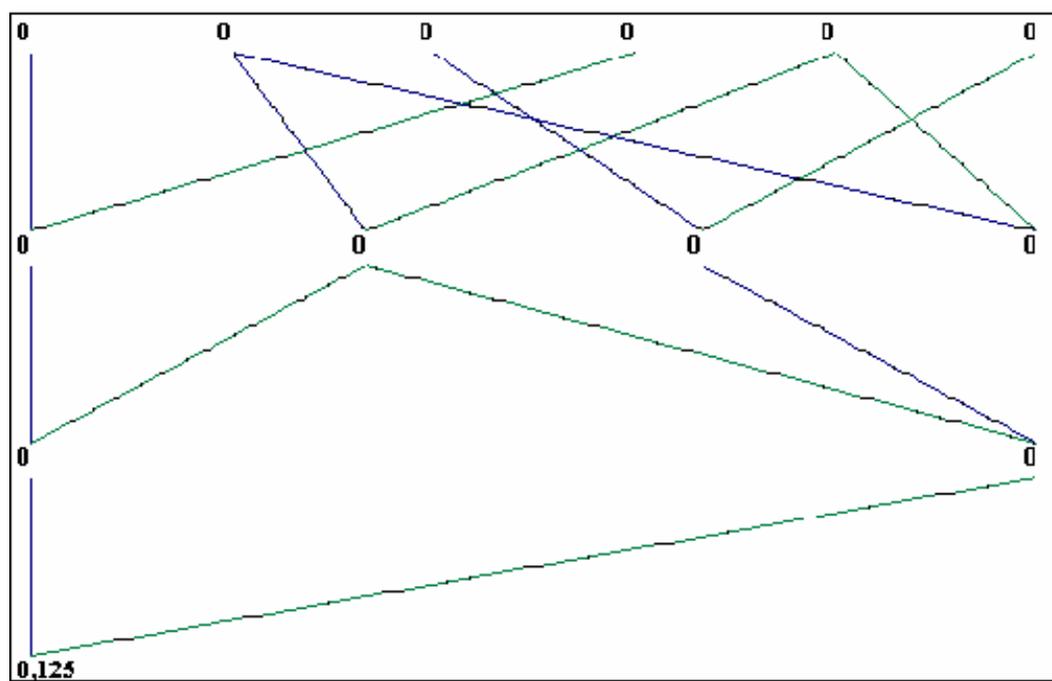
## Continuación Anexo 1

996	copihue	4590	fire red	3881	moscardon	4885	regal		nortino	1374	memo	576	monaco	1979
3796	rowan	1293	berend	3239	espejo	5490	jos gusta	629	walter	432	ivasol	3885	ivasol	5185
2099	marino	396	ban	5490	niñov	5893	bango	10073	ivasol	5185	ivasol	4186	florido	5185
1697	inquieto	4385	herold	25107	regalo	4381	hilton	7119	bnco cuchal	24001			hereford	2079
1295	famoso	5390	markus	19185	eitel2	3786	manus	3523			eitel	2683	principe	3282
3799	consuelo	2695	ooker	2388	espejo	392	falke	10919	consuelov	1277	ivasol	3885	ranchero	789
1498	marino	6793	ban	5490	florido	2486	bango	10073	ivasol	5185	ivasol	3386	consuelo	3777
5092	copihue	2389	fire red	3881	frutilla	3786	regal		nortino	1374	estrella	2774	principe	3282
2095	copihue	4187	fire red	3881	frutilla	4279	regal		nortino	1374	estrella	2774	mulero	7671
1696	door	3392	gondas	4540	espejo	1088	minars	9131	alva	8223	ivasol	3885	consuelo	1182
495	copihue	386	fire red	3881	consuelov	2780	regal		nortino	1374	pioner	6869	estrella	976
896	regalon	2691	runte	2683	ranchero	1988	renner	9224	memo	1679	consuelov	1679	runte	1282
395	dichoso	5992	ivasol	187	espejo	2687	ivasor	307	holger	2180	ivasol	3885	consuelov	4383
4187	frutilla	4279	estrella	2774	mulero	7671	arno	377			monaco	37305		
2198	pluto	6693	hubert	75918	florido	2683	teguas	10075	pascol	7430	ivasol	3386	memo	1679
1092	ivasol	4385	ivasor	307	regalo	3481	ismael	13970	holger	114	karat	11192	nortino	7571
3499	marino	1795	ban	5490	dichoso	6592	bango	10073	ivasol	5185	ivasol	187	espejo	5488
1799	squash	3394	carstens	9826	regalon	3689					runte	2683	consuelov	4182
4399	cariñoso	4992	door	2784	bohemia	2884	gondas	4540	consuelov	1282	fink	267	consuelov	2982
2098	inquieto	992	herold	25107	dublin2	3582	hilton	7119	bnco cuchal	24001	dublin	2780	nortino2	7571
4294	ban	4383	bango	10073	monaco2	2780	ulander	1035	herzog	10074			estrella	976
4199	cariñoso	3395	door	2784	copihue	893	gondas	4540	consuelov	1282	fire red	3881	espejo	3390
4897	inquieto	2494	herold	25107	regalon	3582	hilton	7119	bnco cuchal	24001	runte	2683	nortino2	7571
4698	regalon	991	runte	2683	ivasol	5086	renner	9224	memo	1679				
4096	monokel	1290	franko	9410	fire red	2683	feuerste	24626	salentin	94106			memo	1679
6099	niño	3194	roel	2787	copihue	192	japik	4523	moscardon	583	fire red	3881	ivasol	1487
3599	squash	4192	carstens	9826	regalon	3485					runte	2683	monaco2	575
5696	marino	1693	ban	5490	regalon	1182	bango	10073	ivasol	5185	runte	2683	chancha	2279
1998	marino	3394	ban	5490	regalon	3689	bango	10073	ivasol	5185	runte	2683	consuelov	4182
1598	inquieto	4594	herold	25107	famoso	1591	hilton	7119	bnco cuchal	24001	markus	19185	eitel2	4588
4599	cariñoso	4391	door	2784	regalon	3687	gondas	4540	consuelov	1282	runte	2683	consuelov	4182

## ANEXO 2. Diagrama de flechas con identificación de cada animal.



**ANEXO 3. Diagrama de flechas con el coeficiente de consanguinidad de cada animal.**



**Anexo 4. Tratamientos según los distintos coeficientes de consanguinidad, para evaluar el efecto en el lapso interparto (días).**

Tratamientos	Lapso interparto en días			Y i . .	n i . .
T1	403	364	339	2221	6
	312	348	455		
T2	341	483	416	1240	3
T3	390	391	366	1147	3
T4	333	390	452	33528	86
	499	434	315		
	340	342	365		
	369	348	340		
	401	376	315		
	405	462	361		
	376	386	342		
	333	405	344		
	460	347	504		
	331	469	365		
	433	351	354		
	370	358	346		
	372	485	345		
	331	389	369		
	389	424	410		
	353	397	390		
	400	458	320		
	442	363	379		
	371	355	353		
	386	380	402		
	383	421	393		
	405	425	156		
	423	426	452		
463	451	443			
484	505	376			
372	471	370			
366	334	364			
408	433	430			
350	440				

Tratamientos	F
T1	0,03125
T2	0,0625
T3	0,09375 - 0,125
T4	sin F

n . . .	98
Y . . .	38136
Corrección	14840352

**ANEXO 5. Tratamientos y bloques en base a la consanguinidad y época de nacimiento de las vacas, respectivamente; para evaluar la edad al primer parto (en años).**

Tratamientos	Bloques				n i . .	Y i . .	Promedio
	B1	B2	B3	B4			
T1	2,129	2,507	2,022	2,425	13	29,279	2,252
	2,227	2,482	2,241	2,419			
			2,315	1,989			
				2,189			
				2,096			
T2	2,200	2,427	2,255	2,263	11	25,392	2,308
	2,337	2,463	2,452	2,427			
	2,044		2,348	2,175			
T3	2,252	2,970	2,436	2,479	133	312,373	2,349
	2,345	2,521	2,244	2,463			
	2,266	2,244	2,756	2,200			
	2,318	2,964	2,633	2,433			
	2,321	2,696	3,244	2,408			
	2,425	2,342	2,137	2,690			
	2,164	2,219	2,696	2,592			
	2,296	2,279	2,332	2,425			
	2,310	2,288	2,452	2,408			
	2,123	2,216	2,225	2,274			
	2,288	2,345	2,216	2,416			
	2,299	2,326	2,252	2,195			
	2,411	2,416	2,241	2,419			
	2,356	2,471	2,184	2,485			
	2,156	2,551	2,244	2,545			
	2,452	2,299	2,318	2,493			
	2,318	2,195	2,337	2,671			
	2,052	2,274	2,238	2,162			
	2,285		2,118	2,474			
	2,351		2,200	2,436			
	2,447		2,247	2,997			
	2,195		2,271	2,603			
	2,337		2,342	2,129			
	2,627		2,425	2,156			
	1,660		2,299	2,584			
	2,378		2,192	2,066			
	2,373		2,290	1,981			
	2,268		2,164	2,164			
	2,175		2,359	2,099			
	1,896		2,326	2,068			
	2,378		2,258	2,044			
	2,921		2,370	2,033			
	2,197		2,395	3,395			
2,052		2,474	2,611				
2,288		2,403	2,288				
2,789			2,238				
			2,112				
			2,175				
			2,370				
			2,115				
			2,192				
			2,200				
			2,164				
			2,222				
n . j .	41	22	41	53	157	157	
Y . j .	93,704	53,496	95,948	123,896	367,044		
Promedio	2,285	2,432	2,340	2,338			

**ANEXO 6. Bloques y tratamientos de acuerdo a la edad de las vacas y coeficiente de consanguinidad, respectivamente; para analizar el efecto en la producción de leche (en kilos).**

Tratamientos	B1	B2	B3	B4	Y i . .	n i . .	Promedio
T1	5340,61	5328,54	4761,43	6411,09	67060,36	12	5588,36
	4935,09	7162,68		6439,18			
	5572,66	4567,14					
	4778,38	6098,55					
	5665,00						
T2	4684,26	5315,94	5639,80	5832,12	57864,90	10	5786,49
	5042,43	6745,61	5911,91				
	5641,85		6175,41				
	6875,58						
T3	5672,43	5300,25	6173,36	5714,79	692406,46	121	5722,37
	4967,05	5513,25	6483,07	6002,03			
	6308,36	6451,13	6487,23	5976,17			
	6377,00	7179,95	5997,35	4502,01			
	4726,94	6790,02	5418,07	4656,19			
	5073,21	5783,44	6677,81	5440,74			
		5981,82	5655,95	5813,46			
	3100,07	5903,30	5714,79	5714,79			
	6701,95	6251,57	6072,17	4790,45			
	5964,59	7002,17	6035,92	6145,62			
		3654,58	6464,13	7391,46			
	7221,53	5733,82	5700,43	6773,39			
	4635,79	5394,84	5039,91				
	6053,38	6172,62	4731,25				
	4717,82	7096,55	5999,24				
	6516,26	5714,79	5754,76				
	6728,53	5316,34	6549,01				
	5560,56	6062,33	6931,03				
	6246,12	5714,79	5237,92				
	5666,01	6985,53	5168,62				
	6252,34	5864,37	6101,21				
	4859,31	5862,29	6346,04				
	5524,88	6751,44	5668,63				
	4596,19	5534,19	4398,36				
	6357,84	6430,34	6455,60				
	4753,64	5654,54	5170,94				
	4921,40	5869,02	5539,40				
	5260,60	4419,43	5082,22				
	5558,64	6501,26	4736,58				
	4874,44	4552,13	6030,18				
	5180,57		5718,69				
	5694,68		5314,84				
	4642,27		5173,42				
5022,33		5027,05					
6769,87		5714,79					
5742,02		5573,88					
4583,72		5528,33					
6249,00		5399,39					
6428,48		4927,15					
6085,69		6260,96					
		5988,11					
Y . j .	260131,37	212660,54	256936,34	87603,47			
n . j .	47	36	45	15	143	143	
Promedio	5534,710	5907,237	5709,697	5840,232	817331,728		