



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**ESTIMACIÓN DE HEREDABILIDAD Y REPETIBILIDAD EN CARACTERES
RELACIONADOS CON PRODUCCIÓN DE LECHE EN TRES REBAÑOS
HOLSTEIN DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS.**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
MENCION PRODUCCIÓN ANIMAL

LORENA DEL CARMEN VIVAS RÍOS

**SANTIAGO - CHILE
2009**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO**

**ESTIMACIÓN DE HEREDABILIDAD Y REPETIBILIDAD EN CARACTERES
RELACIONADOS CON PRODUCCIÓN DE LECHE EN TRES REBAÑOS
HOLSTEIN DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS.**

Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias
Mención Producción Animal

Lorena del Carmen Vivas Ríos

	Calificaciones
Profesor Guía Ximena García F. Ingeniero Agrónomo, Ms.Sc.	A
Profesor Guía Juan Carlos Magofke S. Ingeniero Agrónomo, Ms.Sc.	A
Profesor Consejero Giorgio Castellaro G. Ingeniero Agrónomo, Ms.Sc.	A
Profesor Consejero Alberto Mansilla M. Profesor de Matemáticas, Ms.Sc.	A

Santiago, Chile
2009

DEDICATORIA

A nuestros animales que dependiendo del manejo que le demos, se verá la producción.

Que cuando las cosas se hacen con cariño salen bien. Así que les pido que si alguna práctica o manejo ocasiona algún daño a nuestros animales, entonces la cambiemos por una que no lo haga.

Tratemos a nuestros animales con Amor y con Respeto, ya que de su producción nos beneficiamos.

Y tengamos siempre en cuenta que nuestros animales son seres vivos y no simplemente máquinas de producción.

AGRADECIMIENTOS

- A Díos Todopoderoso.
- A mis padres José Orlando Vivas Santana y Carmen Mercedes Ríos de Vivas.
- A mis hermanos José Alexander y Tibusay del Carmen Vivas Ríos.
- A mi esposo Ángel David Manrique Pinto.
- A mis tutores Ximena García y Juan Carlos Magofke.
- A mis profesores Giorgio Castellano, Alberto Mansilla y Bruno Munoz.
- A mi asesor Dr. Gonzalo Martínez.
- A mis amigos María Eugenia Arévalo, Marcelo Chávez, José Luís Ron, Karla Khadjez, Raúl Valenzuela.
- A la Sra. Cecilia de la Maza.
- A la Sra. Rut Molina.

INDICE

	Pág.
Resumen.....	1
Palabras claves.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Hipótesis.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Materiales y Método.....	7
Lugar de estudio.....	7
Época de estudio.....	7
Materiales.....	7
Metodología.....	9
Resultados y Discusión.....	13
Efecto predio.....	13
Efecto año dentro de predio.....	14
Efecto mes dentro de predio.....	18
Efecto número de parto.....	22
Índice de herencia o heredabilidad.....	24
Índice de constancia o repetibilidad.....	26
Conclusiones.....	29
Bibliografía.....	30
Anexos y apéndices.....	35

RESUMEN

Se evaluó el efecto predio, año de parto, mes de parto y número de parto sobre características de producción de leche y sólidos lácteos en tres rebaños Holstein ubicados en la Comuna La Unión, Región de Los Ríos. Para el estudio de los efectos no genéticos se estudiaron los años representados en su totalidad en los tres predios, por lo que el periodo evaluado fue desde 1994 – 2004 con un total de datos de 16.288. Los años fueron agrupados en cuatro periodos (1994-1996; 1997-1999; 2000-2002; 2003-2004), los meses fueron agrupados en trimestre (enero - marzo; abril - junio; julio - septiembre; octubre - diciembre) y para el número de parto se estudiaron los animales de 1 a 8 partos incluyéndose en este último las lactancias de más de ocho partos.

Las mayores producciones se alcanzaron en el Predio 2. En cuanto al efecto año se pudo observar un incremento de la producción a medida que trascurrieron los años, a excepción del Predio 1 que disminuyó su producción en el último periodo evaluado (2003-2004). La mayor producción de leche se presentó en las lactancias iniciadas entre los meses abril – junio, el tenor proteico no mostró mayor variación, en cambio, el tenor graso presentó variación dentro de cada predio. En cuanto al número de parto, la producción de leche mostró los más altos valores en las lactancias iniciadas entre el tercer y cuarto parto.

Para la estimación de los parámetros genéticos se consideró las informaciones correspondientes a 17.206 lactancias correspondientes al primero, segundo y más partos, ocurridos entre los años 1989 y 2004. Los índices de herencia ponderados para producción de leche sin corregir, leche corregida al 4% de grasa, leche corregida por sólidos totales, producción de grasa, producción de proteína, tenor graso, tenor proteico, relación grasa proteína, índice de persistencia, producción de leche al ‘peak’ y días al ‘peak’ fueron de 0,18; 0,17; 0,14; 0,21; 0,15; 0,27; 0,27; 0,24; 0,15; 0,15 y 0,05, respectivamente. La repetibilidad en promedio de los tres predios para las características antes mencionadas fue de 0,39; 0,44; 0,50; 0,43; 0,37; 0,59; 0,52; 0,51; 0,39; 0,31 y 0,19 en el mismo orden.

Palabras claves: Efectos no genéticos, heredabilidad, leche, repetibilidad.

ABSTRACT

Were evaluated the effect property, birth year, month of birth and parity on milk production traits and milk solids in three Holstein herds located in the Commune La Union, Region de Los Rios. To study the no genetic effects were studied years represented in its totality in the three properties, so the evaluated period was from 1994 - 2004 with a total of 16.288 data. The years were grouped into four periods (1994-1996; 1997-1999; 2000-2002; 2003-2004), the months were grouped into quarter (january to march; april to june; july to September; october to december) and for parity, studied animals from 1 to 8 parties in the latter was included cows with more than eight birth.

The highest productions were achieved in the farm 2. As for the year effect was observed an increase in production as the years were there, except for the farm 1 to reduce production in the last period under review (2003-2004). The most milk production occurred between the months april to june, the tenor protein not showed high variation however, the tenor fatty presented variation within each farm. Regarding the number of birth, milk production, showed the highest values between the third and fourth parity.

For the estimation of genetic parameters considered information relating to 17.206 lactations for the first, second and more deliveries that occurred between 1989 and 2004. The rates of inheritance weighted uncorrected milk production, milk corrected to 4% fat corrected milk total solids, production of fat, production of protein, tenor fat, tenor protein, protein-fat ratio, an index of persistence, production milk a 'peak' and days 'peak' were 0,18; 0,17; 0,14; 0,21; 0,15; 0,27; 0,27; 0,24; 0,15; 0,15 and 0,05 respectively. The average repeatability of the three sites for the above characteristics was 0,39; 0,44; 0,50; 0,43; 0,37; 0,59; 0,52; 0,51; 0,39; 0,31 and 0,19 in the same order.

Keywords: Heritability, milk, no genetic effects, repeatability.

INTRODUCCIÓN

El sector lechero en Chile, ha sufrido cambios en el ámbito de la producción por la incorporación de nuevas tecnologías y exigencias en calidad lo cual ha afectando la competitividad. Aunado a esta situación, las actuales políticas de mercado del país y el ingreso de productos lácteos subsidiados desde el extranjero, hacen que los productores nacionales se vean en la necesidad de mejorar la productividad y eficiencia, producir a costos que permitan una mejor competencia, cumplir con estándares de calidad y mantener un equilibrio ecológico, para poder así afrontar de mejor manera el negocio lechero (Vergara, 2004).

En el país la producción lechera tiende a distribuirse desde la Región Metropolitana hasta la Región de Los Lagos. En esta última se concentra el mayor porcentaje de la producción nacional (Vergara, 2004), ya que mantiene condiciones agroecológicas que permiten adecuados niveles de producción pastoril.

La producción de leche y sólidos lácteos son las características de mayor importancia económica para los productores de leche (Magofke *et al.*, 2001), para la industria procesadora y nutricionalmente para los consumidores (Othmane *et al.*, 2002; Morales, 1999). Esto obliga a dedicar un interés primordial en estas variables en la mayoría de los programas de mejoramiento (Schutz *et al.*, 1990b).

Chile es uno de los países que más ha progresado en la producción de leche. Esto ha ocurrido como consecuencia de la holsteinización lo cual ha obligado a intensificar los sistemas de producción

Los efectos no genéticos tales como predio, año, mes y número de parto, constituyen fuentes de variación importantes en la producción de leche y características relacionadas. Su efecto se ve influenciado por factores de manejo, alimentación, época de parto, composición genética del rebaño, número de la lactancia, condición sanitaria, entre otros (Osorio y Segura, 2005; Manzanedo, 2004; Barbosa y Dorneles, 2000; Ochoa, 1991; Alais y Lacasa, 1985; Molina y Boschini, 1979).

Para realizar y desarrollar mejoramiento animal se requiere conocer los parámetros genéticos y fenotípicos de las características de importancia económica. Los parámetros genéticos (correlaciones genéticas, índices de herencia) y fenotípicos (correlaciones fenotípicas, repetibilidad), caracterizan genéticamente a una población, describen las relaciones funcionales entre distintas características y permiten determinar el criterio óptimo de selección. Son necesarios, además, para predecir la capacidad de transmisión de los reproductores en los distintos caracteres y para la estimación de las ganancias genéticas (Magofke *et al.*, 2001).

Para la mayoría de los caracteres, una parte de la variación observada tiene una base genética y otra es el resultado de factores ambientales. Si la mayor parte de la variación es de origen genético, se espera que las diferencias en producción sean mayormente debidas a los genes que los individuos poseen y por lo tanto, el distinto valor de cría de los animales es una fuente importante para el mejoramiento genético. Por otro lado, si la proporción mayor de las diferencias entre animales es de origen ambiental, esos efectos no son transmitidos a la progenie. En consecuencia, la parte de la variabilidad fenotípica que es de origen genético aditivo (heredabilidad), indica el grado en que la superioridad de los padres será transmitida a su descendencia.

El Cuadro 1 muestra las heredabilidades en los caracteres de la leche estimadas por distintos autores. Se observa que los valores se encuentran en un rango estrecho, sin embargo existen diferencias entre las estimaciones.

Cuadro 1. Índices de herencias para producción de leche, grasa, proteína y tenor graso y proteico

Autor	Leche	Proteína	Grasa	Proteína(g/kg)	Grasa(g/kg)
Lofgren <i>et al.</i> (1985)	0,22				
Van der werf y Boer (1989)	0,38	0,32	0,36		
Schutz <i>et al.</i> (1990b)	0,16	0,13	0,16	0,48	0,38
Ochoa (1991) ^{1/}	0,25	0,25	0,25	0,50	0,57
Suzuki y Van Vleck (1994)	0,30	0,26	0,30		
Analla <i>et al.</i> (1996)	0,18	0,25	0,16		
Ojala <i>et al.</i> (1997)	0,27	0,47	0,27	0,51	0,32
El-Saied <i>et al.</i> (1998)	0,18	0,16			
Van Tassell <i>et al.</i> (1999)	0,32	0,25	0,35		
Hernández <i>et al.</i> (1999)	0,23	0,23			
Román <i>et al.</i> (2000)	0,26	0,17	0,31		
Barbosa y Dorneles (2000)	0,18		0,18		
Palacios <i>et al.</i> , (2001)	0,25	0,25	0,25	0,52	0,51
Magofke <i>et al.</i> (2001) ^{1/}	0,28	0,26	0,27	0,52	0,55
García <i>et al.</i> (2001)	0,26		0,29		0,21
Othmane <i>et al.</i> (2002)	0,15	0,23	0,06		
Ikonen <i>et al.</i> (2004)				0,29	0,18

^{1/} Valores promedio obtenidos en una revisión de literatura

Los índices de herencia de producción de leche grasa y proteína se encuentran en torno a 0,25 y en los tenores graso y proteico en torno a 0,50, con valores ligeramente superiores para la proteína respecto a la grasa

La heredabilidad es un valor relativo y puede cambiar según las características de la población a partir de la cual se estima. Si la población cambia en su composición genética por la selección y consanguinidad la heredabilidad puede sufrir cambios. Dado que el índice de herencia es un cociente, su valor puede variar si se altera el numerador o el denominador. Al disminuir la varianza ambiental, ya sea por un mejor control de las condiciones del medio o por métodos biométricos, la heredabilidad aumenta. Los valores de heredabilidad son mayores en poblaciones de animales originados de sistemas de apareamiento que aumentan la variación genética (Genghini *et al.*, 2002).

Algunos de los caracteres de interés económico en los animales domésticos se manifiestan varias veces en la vida del animal. La producción de leche de una vaca se puede observar en su primera, segunda, y subsiguientes lactancias, así como los sólidos lácteos. Estos últimos se pueden expresar en unidades de medida o en porcentajes. Para ayudar a la selección en el caso de caracteres que se repiten en la vida de los animales, es importante conocer el índice de constancia o repetibilidad, que al igual que la heredabilidad, no es una constante biológica de un carácter, sino que depende de la composición genética de la población y de las circunstancias ambientales a las cuales está sometida la misma (Padilla *et al.*, 2005; Genghini *et al.*, 2002)

En características de expresión repetida como producción de leche y sus componentes existen efectos ambientales permanentes, que afectan la producción durante toda la vida, y otros de naturaleza temporal que afectan las medidas en períodos determinados con intensidad diferente. La importancia relativa de estos componentes influye el valor de la repetibilidad. Su magnitud permite establecer la posibilidad de seleccionar sobre la base del primer registro o la necesidad de disponer de las producciones posteriores. El conocimiento de la repetibilidad puede ser utilizado para mejorar la producción actual y seleccionar animales (Ochoa, 1991).

En el Cuadro 2, se ilustra valores promedio de índices de constancia obtenidos de la literatura de la leche, grasa y proteína.

Cuadro 2. Índices de Constancia para producción de leche, grasa, proteína y tenor graso y proteico

Autor	Leche	Proteína	Grasa	Proteína (%)	Grasa (%)
Ochoa (1991) ^{1/}	0,53	0,55	0,49	0,76	0,61
Suzuki y Van Vleck (1994)	0,54	0,52	0,52		
Analla <i>et al.</i> (1996)	0,39	0,47	0,36		
El-Saied <i>et al.</i> (1998)	0,54				
Van Tassell <i>et al.</i> (1999)	0,49				
Román <i>et al.</i> (2000)	0,34	0,29	0,35		
Magofke <i>et al.</i> (2001) ^{1/}	0,49		0,46		
Othmane <i>et al.</i> (2002)	0,40				

^{1/} Valores promedio obtenidos en una revisión de literatura

De acuerdo a la información entregada en el Cuadro 2 los valores más frecuentes de repetibilidad de producción de leche, grasa y proteína se encuentran en torno a 0,50 y en los tenores graso y proteico sobre 0,60.

La presente investigación considera información de tres predios de alta producción de la Región de Los Ríos. En el estudio se evalúa los efectos de predio, años, mes, número de parto y se estiman parámetros genéticos en distintas características relacionadas con la producción de leche.

Hipótesis:

Los índices de herencia para producción de leche, grasa y proteína fluctuarían en torno a 0,25 y para tenores grasos y proteicos alrededor de 0,5. La repetibilidad para las medidas de producción fluctuaría en torno a 0,5 y los tenores grasos y proteicos entre 0,6 y 0,7.

Objetivo General:

Analizar los principales efectos no genéticos y estimar parámetros genéticos en características relacionadas con la producción de leche.

Objetivos Específicos:

- Cuantificar los efectos no genéticos: predio, año de parto, mes de parto y número del parto sobre la producción de leche y sólidos lácteos, en rebaños de alta producción.
- Estimar heredabilidad y repetibilidad en características de producción de leche y sólidos lácteos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio:

La investigación se realizó con la información productiva y genealógica existente en tres predios ubicados en la Comuna La Unión, Región de Los Ríos, Chile. El Predio 1 se localiza a 40°14'18,71" latitud sur y 72°48'24,73" longitud oeste; el Predio 2 se sitúa a 40°16'46,94" latitud sur y 73° 6'28,04" longitud oeste y el Predio 3 se ubica a 39°51'36,25" latitud sur y 72°42'30,21" longitud oeste. La zona presenta un clima mediterráneo frío, condición que permite tener las praderas de secano más productiva a nivel nacional (Miranda, 2005). En la zona la precipitación promedio anual es de 1331,8 mm y la temperatura promedio media anual oscilan entre 16,5 °C la máxima y 5,4 °C la mínima (Dirección Meteorológica de Chile, 2009).

Época del estudio:

El estudio y análisis de los datos se llevo a cabo durante el periodo 2006 – 2009.

Materiales:

Para el estudio de los efectos no genéticos, se consideró la información productiva de 16.288 lactancias correspondientes al primero, segundo y más partos, ocurridos entre los años 1994 y 2004. Estas fueron agrupadas en periodos, que se establecieron tomando en cuenta el número de observaciones y las medias observadas en cada año. La distribución de las observaciones por periodos se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Números de registros por periodo de años y por predio

Año	Predio 1	Predio 2	Predio 3	TOTAL
1994 - 1996	412	718	1404	2534
1997 – 1999	606	1329	1864	3799
2000 – 2002	917	1897	2540	5354
2003 – 2004	785	1650	2166	4601
Total	2720	5594	7974	16288

Para el efecto mes, se dividió el año en trimestre, tomando en cuenta el número de observaciones y las medias observadas por mes, así como también la distribución de las estaciones en el año. En el Cuadro 4 se resume el número de datos en los distintos trimestres por predio.

Cuadro 4: Número de lactancias por trimestre y por predio

Meses	Predio 1	Predio 2	Predio 3	TOTAL
Enero- Marzo	584	1364	2247	4195
Abril-Junio	651	1363	1997	4011
Julio-Septiembre	739	1764	2416	4919
Octubre-Diciembre	746	1103	1314	3163
Total	2720	5594	7974	16288

Para evaluar el efecto del número de parto se estudiaron los animales de 1 a 8 partos; sin embargo en este último grupo se añadió las observaciones de animales con más de 8 partos; tal como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Numero de partos por predio

Número de partos	Predio 1	Predio 2	Predio 3	TOTAL
1	868	2060	2659	5587
2	613	1425	1944	3982
3	476	903	1328	2707
4	316	535	912	1763
5	207	315	560	1082
6	123	198	309	630
7	58	93	144	295
8 y más	59	65	118	242
Total	2720	5594	7974	16288

Para el estudio de los efectos genéticos, se consideró la información de 17.206 lactancias correspondientes al primero, segundo y más partos, ocurridos entre los años 1989 y 2004. Estos registros incluyeron información productiva y genealógica.

En cuanto al manejo de los animales, en los Predios 1 y 3 se trabajó con estabulación parcial invernal es decir, durante el invierno (junio a agosto) las vacas se mantuvieron estabuladas y en primavera y verano estuvieron a pastoreo. A las vacas que parieron en otoño (abril a junio) se las suplementó con concentrados a razón de 300 g vaca⁻¹.día⁻¹. En ambos predios se realizaron dos ordeñas diarias. En cambio en el Predio 2 se trabajó con estabulación durante todo el año, se ofreció una cantidad de concentrado no superior a los 380 g vaca⁻¹.día⁻¹ de acuerdo al nivel de producción y el número de ordeñas se incrementó de 2 a 3 a partir del año 2003. En los tres predios, el primer parto de las vacas se produjo alrededor de los 24 a 28 meses de edad, con un peso promedio de 550 – 600 kg de peso vivo.

Metodología:

- Tratamientos y Diseño de Experimentos

Este estudio consistió en el análisis de información registrada por once años en tres predios, en el cual se consideró como tratamiento los efectos predio, año de parto, mes de parto y el número de parto.

- Procedimiento

Los datos productivos fueron obtenidos de los informes mensuales entregado por COOPRINSEM (Cooperativa Agrícola Regional de Servicios de Inseminación). Los efectos no genéticos se analizaron mediante el procedimiento GLM (General Linear Model) del programa estadístico SAS 6.12 (1996). Los parámetros genéticos se estimaron con el programa MTDFREML desarrollado por Boldman *et al.* (1995), a través del método de máxima verosimilitud restringida (REML).

- Variables a medir

En la lactancia completa, se midió: producción de leche sin corregir (kg), producción de leche corregida al 4% de grasa (kg), producción de leche corregida por sólidos totales (kg), grasa (kg), proteína (kg), tenores graso y proteico, relación grasa proteína, índice de persistencia, producción de leche al ‘peak’ (kg. día⁻¹) y días al ‘peak’.

- Formulas utilizadas para el cálculo de las variables.

Leche corregida al 4% de grasa (FCM): Fue calculada según la fórmula propuesta por Gaines (1928) y citada por Macaya y Rojas (2009):

$$\text{FCM} = \text{kilos de leche} \times [0,4 + (15 + \text{kilos de leche} / 100)]$$

Leche corregida por sólidos totales (PL_GP): Se dedujo de acuerdo a lo descrito por Tyrrell y Read (1965), citado por AFRC (1993)

$$\text{PL_GP} = (\text{PL} \times (0,0376 \times \text{TG305} \times 10 + 0,0209 \times \text{TP305} \times 10)) / 3,14$$

PL = Producción de leche (kg)

TG = porcentaje de grasa

TP = porcentaje proteína

Índice de Persistencia (IP): Se calculó según la fórmula de Tapia *et al.* (1964), citado por Magofke *et al.* (1984):

$$IP = \left(\sum_{i=1}^{10} \frac{X_i}{X_{\text{máx}}} \right) \times 10$$

IP= índice de persistencia expresado en porcentaje.

X_i = producción de leche en el i ésimo mes de lactancia.

$X_{\text{máx}}$ = producción de leche del mes de máxima producción.

Relación grasa - proteína (G_P): Se calculó, mediante la siguiente expresión:

G_P = kilos de grasa / kilos de proteína

Análisis estadístico

Para describir los efectos no genéticos que influyen sobre las características se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + A(P)_{ij} + M(P)_{ik} + N_l + e_{ijkl}$$

Donde: μ =promedio general; P_i efecto del predio (i = Predio 1, Predio 2, Predio 3); $A(P)_{ij}$ = efecto del año de parto dentro de predio (j = 1994–1996; 1997–1999; 2000–2002; 2003–2004); $M(P)_{ik}$ = efecto del mes de parto dentro de predio (k = enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre, octubre-diciembre); N_l = efecto del número de parto (1 a 8); e_{ijkl} = error experimental

Se utilizó la prueba Student Newman Keuls (SNK), para detectar significancia ($P < 0,05$) entre los distintos tratamientos.

Para obtener los componentes de varianza se utilizó el siguiente modelo:

$$Y = Xb + Z_a u_a + Z_p u_p + e$$

Donde: Y = vector de observaciones; b = vector de efectos fijos formado por grupos de contemporáneos (predio, año de parto, mes de parto, número de parto); u_a = el vector aleatorio de efectos genéticos aditivos directos; u_p = el vector aleatorio de efectos ambientales permanentes de la vaca; e = vector de efectos ambientales temporales (efectos

residuales). Las matrices X , Z_a y Z_p asocian las observaciones a los vectores b , u_a y u_p , respectivamente. La estructura de varianzas del modelo es:

$$V \begin{pmatrix} a \\ p \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 \\ 0 & I_p\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & I_n\sigma_e^2 \end{pmatrix}$$

Donde: V = varianza, a = numerador de la matriz de parentesco; I_p e I_n = matrices de identidad cuyo orden es el número de vacas y número de registros respectivamente; σ_a^2 = varianza genética aditiva de los efectos directos; σ_p^2 = varianza ambiental permanente y σ_e^2 = varianza residual.

En el presente estudio, la estimación de los índices de herencias (h^2) y los índices de constancias (r) se realizó con el método REML que es usado extensivamente para estimaciones de parámetros genéticos, en especial bajo el Modelo Animal (Mitsuyoshi y Vleck, 1994; Naal y Segura, 2004). Las ecuaciones utilizadas son las siguientes:

Heredabilidad (h^2):

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

Repetibilidad (r):

$$r = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_p^2}{\sigma_a^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

La heredabilidad promedio de los tres predios (heredabilidad ponderada) y el error estándar de la heredabilidad ponderada se calculó según el método de Koots *et al.* (1994)

$$h^2 \text{ ponderado} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{h_i^2}{(EE_{h_i^2})^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(EE_{h_i^2})^2}}$$

$$EE_{h_i^2 \text{ ponderado}} = \sqrt{\frac{1}{\sum \left(\frac{1}{EE_{h_i^2}} \right)^2}}$$

Donde: h_i^2 = heredabilidad del i ésimo predio; $EE_{h_i^2}$ = error estándar de la heredabilidad.

La repetibilidad para el promedio simple, se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$r_{\text{simple}} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n}$$

Donde: r_i = repetibilidad del i ésimo predio; n = número total de predios

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto Predio:

El efecto predio engloba diferencias en el ambiente, en el manejo animal y en la composición genética de los animales de cada predio.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados obtenidos al comparar las diferentes variables productivas. Las características producción de leche sin corregir, corregida a 4% de materia grasa y por sólidos totales, la producción de leche al ‘peak’, al igual que la producción de grasa y proteína muestra diferencias importantes ($P < 0,05$) entre los tres predios. El orden de mérito decreciente fue: Predio 2; 3 y 1. El Predio 1, de menor producción, fue el que demoró más para llegar al ‘peak’ seguido por el Predio 2, de mayor producción y el 3. La persistencia fue similar.

Cuadro 6: Efecto predio en distintas características de producción y composición de la Leche

Características	Predio 1	predio 2	predio 3
PL (kg) ²	9670,85 a ¹	10835,03 c	10401,35 b
FCM (kg)	7863,86 a	8915,40 c	8343,54 b
PL_GP (kg)	4768,36 a	5431,57 c	5172,55 b
LPEAK (kg)	32,30 a	36,57 c	35,78 b
IP (%)	73,74 b	73,47 b	72,69 a
DSPEAK (días)	74,36 c	66,55 b	57,68 a
PGk (kg)	266,49 a	303,82 c	277,53 b
PPk (kg)	236,01 a	261,22 c	258,55 b
TG (%)	3,71 b	3,75 c	3,52 a
TP (%)	3,27 b	3,17 a	3,16 a
G P	1,14 b	1,20 c	1,11 a

^{1/}Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) según prueba SNK.

^{2/}PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al ‘peak’; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al ‘peak’; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G P = relación grasa proteína.

Llama la atención que el predio con mayor producción de leche presentara el mayor tenor graso. Esto es posible cuando los niveles de fibra en la ración son adecuados permitiendo que los concentrados no depriman el porcentaje de grasa (Wheeler, 2006). En cambio el mayor tenor proteico se observó en el Predio 1, de menor producción. Esto pudo ser

consecuencia de una dieta alta en proteína no degradable en el rumen (Wheeler, 2006; Morales, 1999). Debido a lo anterior, la mayor relación grasa-proteína se observó en el Predio 2, de mayor producción, seguido por el 1 y finalmente el 3. Los dos predios que más produjeron (Predios 2 y 3) lograron el ‘peak’ antes que el de menor producción. La persistencia fue muy similar entre predios.

La superioridad de los valores obtenidos en el Predio 2 se puede atribuir a que en este predio se trabajó con estabulación durante todo el año y los animales recibieron una mayor ración de concentrados. En cambio en los Predios 1 y 3, la estabulación fue durante el invierno (junio - agosto), y adicionalmente se incrementó el número de ordeñas a partir del año 2003, favoreciendo la producción.

Es interesante comparar los niveles de producción de los predios que se analizan, obtenidos con sistemas intensivos de producción, respecto a valores esperados en sistemas de producción a pastoreo directo, obtenido en la Estación Experimental Oromo (Región de los Lagos) donde la pradera constituye la principal fuente de alimentación (Gana *et al.*, 2004). Con producciones de leche superiores al doble, en los predios que se analizan respecto al predio de Oromo, el tenor graso fue 11% inferior y el proteico sólo 2,6% inferior. Lo anterior explica que las diferencias en producción de proteína fueran similares a la de producción de leche y la grasa.

Efecto Año dentro de Predio:

El año de parto es una fuente de variación cuyo efecto es debido a cambios de manejo, del ambiente y cambios paulatinos en la calidad genética de las vacas en los distintos años y sus interacciones, que se encuentran confundidos en estudios de este tipo (Osorio y Segura, 2005). A pesar que engloba varias causales, su evaluación es importante ya que contribuye a tomar mejores decisiones en el manejo de los animales.

En los Cuadros 7; 8 y 9 se presentan los resultados obtenidos al analizar el efecto de los años en los distintos predios. La producción de leche, sin corregir, corregida a 4% de grasa y por sólidos totales y al ‘peak’, así como la producción de grasa y proteína, aumentaron significativamente en los tres predios a través de los años, excepto en el periodo 2003 – 2004 en el Predio 1.

El incremento en la producción de leche sin corregir entre la etapa 2 (1997-1999) respecto a la 1 (1994-1996) fue de 3,8; 8,2 y 1,7% en los predios 1; 2 y 3, respectivamente. En este periodo el tenor graso aumentó en los predios 2 y 3 en 1,8 y 4,8%, respectivamente, con una pequeña disminución de 1% en el Predio 1. A partir de entonces el tenor graso disminuye en los tres predios. La diferencia entre la etapa 2003-2004 respecto al período 1997-1999 fue de 10,7; 11,9 y 9,9% en los predios 1, 2 y 3, en el mismo orden. Davis *et al.* (2006) y Morales (1999) presumen que este comportamiento puede deberse a un mayor inclusión de concentrados en la dietas con altas cantidades de carbohidratos rápidamente

digestibles y bajo contenido de componentes fibrosos, como también puede estar asociado a una mayor movilización de tejido adiposo en respuesta a un balance energético negativo. La evolución del tenor proteico fue, en cambio, muy diferente a la del tenor graso observándose un incremento de 6,3; 4,1 y 2,2% en los predios 1; 2 y 3 en la etapa 2003-2004 respecto al período 1997-1999. Esto puede obedecer a que al reducir la proporción de forraje y aumentar la cantidad de carbohidratos rápidamente fermentables en la dieta, aumentaría el contenido proteico, a lo que se le suma la creciente producción de proteína no degradable en el rumen (Davis *et al.*, 2006; Morales, 1999), lo cual provocó que la relación grasa proteína disminuyera significativamente en la etapa 1997-1999. La relación grasa-proteína promedio en los tres predios fue de 1,23 disminuyendo a 1,05 en la etapa 2003-2004, lo que ocurrió como consecuencia de la disminución del tenor graso que fue superior al aumento del tenor proteico.

Cuadro 7: Efecto año en distintas características de producción y composición de la leche en el Predio 1

Características	1994-1996	1997-1999	2000-2002	2003-2004
PL (kg) ²	8310,37 a ¹	8638,33 b	11313,63 d	10421,08 c
FCM (kg)	7031,71 a	7192,55 a	9082,93 c	8148,24 b
PL_GP (kg)	4330,01 a	4361,33 a	5440,89 c	4941,22 d
LPEAK (kg)	28,79 a	29,21 a	36,19 c	34,98 b
IP (%)	72,87 a	73,17 a	75,73 b	73,17 a
DSPEAK (días)	66,13 a	64,16 a	78,71 b	88,45 c
PGk (kg)	247,33 a	249,25 a	296,91 c	265,45 b
PPk (kg)	209,83 a	205,81 a	266,06 b	262,32 b
TG (%)	3,89 c	3,85 c	3,66 b	3,44 a
TP (%)	3,38 b	3,17 a	3,17 a	3,37 b
G_P	1,17 b	1,21 c	1,15 b	1,02 a

¹Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias (P < 0,05) según prueba SNK.
²PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Davis *et al.* (2006), en un estudio realizado en el Predio 2, atribuyen esos cambios principalmente a mejoras en el manejo del rebaño y a que en las lactancias que se iniciaron en la etapa 2003 y 2004, hubo un aumento el número de ordeños de dos a tres veces al día. Pinto *et al.* (1998) obtuvieron entre los años 1996 – 1997, en la Región de Los Lagos, valores de porcentaje de grasa de $3,56 \pm 0,03$ y de porcentaje de proteína de $3,53 \pm 0,01$, estos valores fueron inferiores en grasa y superiores en proteína en comparación a los predios estudiados.

Cuadro 8: Efecto año en distintas características de producción y composición de la leche en el Predio 2

Características	1994-1996	1997-1999	2000-2002	2003-2004
PL (kg) ²	8735,51 a ¹	9512,99 b	11820,42 c	13271,19 d
FCM (kg)	7383,60 a	8084,73 b	9589,84 c	10603,43 d
PL_GP (kg)	4586,76 a	4927,49 b	5801,86 c	6410,15 d
LPEAK (kg)	30,39 a	32,27 b	39,23 c	44,37 d
IP (%)	72,33 a	73,52 b	74,51 c	73,51 b
DSPEAK (días)	63,23 a	70,97 c	65,15 ab	66,83 b
PGk (kg)	258,79 a	283,86 b	323,14 c	349,50 d
PPk (kg)	203,55 a	225,62 b	287,53 c	328,19 d
TG (%)	3,89 c	3,96 d	3,65 b	3,49 a
TP (%)	3,05 a	3,14 b	3,22 c	3,27 d
G_P	1,32 d	1,26 c	1,14 b	1,07 a

^{1/}Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) según prueba SNK.

^{2/}PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Cuadro 9: Efecto año en distintas características de producción y composición de la leche en el Predio 3

Características	1994-1996	1997-1999	2000-2002	2003-2004
PL (kg) ²	9433,16 a ¹	9591,61 b	10919,90 c	11660,72 d
FCM (kg)	7669,62 a	7978,28 b	8594,51 c	9131,74 d
PL_GP (kg)		4950,62 a	5118,44 b	5448,59 c
LPEAK (kg)	32,11 a	33,14 b	37,54 c	40,32 d
IP (%)	73,82 c	72,83 b	72,24 a	71,86 a
DSPEAK (días)	56,77 a	57,31 ab	59,06 b	57,56 ab
PGk (kg)	258,31 a	274,40 b	281,06 c	296,35 d
PPk (kg)		233,02 a	260,62 b	282,01 c
TG (%)	3,57 c	3,74 d	3,42 b	3,37 a
TP (%)		3,13 a	3,16 b	3,20 c
G_P		1,21 c	1,08 b	1,05 a

^{1/}Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) según prueba SNK.

^{2/}PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

El aumento de la producción de leche al 'peak' se produjo por un aumento en la producción de leche sin corregir más que por un mejoramiento de la persistencia. En el Predio 1 la producción de leche al 'peak' en el período 2000-2004, respecto a 1994-1996, se incrementó en un 25,7% en cambio la persistencia lo hizo sólo en un 3,9%. En el Predio 2, en el mismo orden, el incremento entre el periodo 2003-2004 respecto a 1994-1996 fue de 46,0 y 1,63% y entre las mismas etapas en el Predio 3, de 27,6 y -2,7%.

Los días al 'peak' presentaron un incremento en el Predio 1 desde el 2000 hasta el 2004, mientras que en los Predios 2 y 3 se mantuvieron fluctuante durante los años. Cabe destacar que en el Predio 3 los días al 'peak' se obtuvieron en un menor tiempo.

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento durante los distintos años de la producción de leche, el porcentaje de grasa y el porcentaje de proteína en los distintos predios. El porcentaje de grasa tuvo un comportamiento similar en todos los predios en los últimos periodos evaluados, este tendió a disminuir a medida que aumentó la producción de leche; para el porcentaje de proteína la tendencia fue hacia el aumento y la relación grasa-proteína fue hacia la disminución a medida que transcurrió el tiempo.

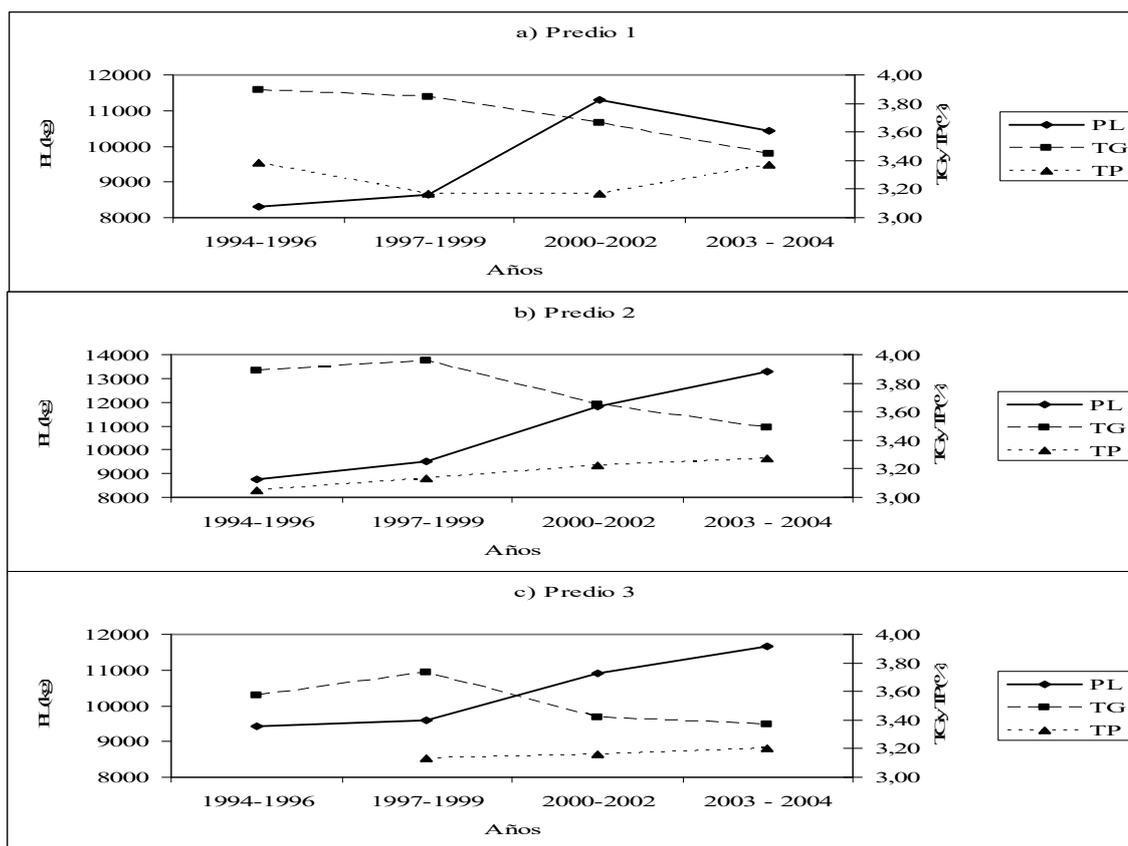


Figura 1: Producción de leche (PL), porcentaje de grasa (TG) y proteína (TP) en distintos años en los predios evaluados

Una posible explicación al comportamiento del porcentaje de grasa a medida que aumenta la producción de leche, es debido a que las típicas dietas formuladas para vacas de alta producción contienen un alta concentración de energía que suele provenir de fuentes de carbohidratos fácilmente fermentables, más que de grasas y a menudo dichas dietas provocan una condición denominada síndrome de baja materia grasa de la leche. Este síndrome deriva de una alteración en el proceso fermentativo a nivel ruminal con un cambio en el pH del rumen, como consecuencia una depresión en la digestión de la fibra y por ende un cambio en los productos de fermentación ruminal, disminuyendo el sustrato disponible para la síntesis de grasa a nivel de la glándula mamaria (Morales, 1999)

Efecto Mes dentro de Predio:

Las variaciones climáticas y las decisiones de manejos que ocurren durante el año pueden afectar directamente la producción de leche (Glavão, 1993). En Chile existen dos grupos de productores, los que siguen el crecimiento característicos de pastos en las praderas, obteniendo la mayor producción de leche entre los meses de octubre a marzo y el otro usa alimentos concentrados y forrajes, logrando producción lechera todo el año (Vergara, 2004).

En los Cuadros 10; 11 y 12, se representan los resultados obtenidos al evaluar el efecto de los trimestres en los distintos predios. En los Predios 1 y 3 la mayor producción de leche sin corregir, leche corregida al 4% de grasa y producción de proteína se presentó en los meses abril – junio. En este periodo las plantas receptoras ofrecieron incentivos en la producción de leche (ODEPA, 2009), por lo tanto las decisiones de manejo, llevaron a tener menos partos de vacas primerizas que tienden a producir menos cantidad de leche, adicionalmente la estabulación parcial se realizó durante este periodo, donde los productores proporcionaron un concentrado de mayor calidad, lo que arrojó como consecuencia una mayor producción. Estos resultados coinciden con los obtenidos Pérez *et al.* (2007) quienes observaron, en la Región de Los Lagos, que las vacas paridas entre abril y junio superaron en producción de leche a aquellas que iniciaron su lactancia en los meses octubre – diciembre. Así mismo, Davis *et al.* (2006); Osorio y Segura (2005); Morales (1999) y Schutz *et al.* (1990a) señalan que las vacas paridas en meses lluviosos, iniciaron sus lactancias con niveles de leche mayores que las vacas paridas en épocas secas, causando que los rendimientos de leche sin corregir y producción proteína fueran mayores para las vacas con partos entre abril y junio.

La producción de leche corregida por sólidos totales para los Predios 1 y 3, mantuvo un comportamiento variable durante las distintas épocas del año y la máxima producción de grasa se alcanzó entre enero a marzo y la más baja en octubre a diciembre, con una diferencia de 1,08 y 4,48% para el Predio 1 y 3, respectivamente. Pérez *et al.* (2007) observaron una tendencia similar a la descrita para la producción de grasa en la Región de Los Lagos.

Cuadro 10: Efecto trimestre en distintas características de producción y composición de la leche en el Predio 1

Característica	Enero-Marzo	Abril-Junio	Julio-Septiembre	Octubre-Diciembre
PL (kg) ²	9644,39 a ¹	9747,06 a	9589,83 a	9702,14 a
FCM (kg)	7832,69 a	7877,40 a	7844,05 a	7901,29 a
PL_GP (kg)	4710,54 a	4772,16 a	4808,94 a	4781,80 a
LPEAK (kg)	30,67 a	32,47 b	33,35 c	32,69 b
IP (%)	76,23 d	74,37 c	71,78 a	72,56 b
DSPEAK (días)	83,58 c	81,74 c	69,07 b	63,05 a
PGk (kg)	265,28 a	265,32 a	267,17 a	268,17 a
PPk (kg)	231,11 a	239,22 b	238,99 b	234,70 ab
TG (%)	3,76 c	3,65 a	3,70 b	3,74 bc
TP (%)	3,28 a	3,27 a	3,28 a	3,27 a
G_P	1,15 b	1,12 a	1,13 a	1,15 b

^{1/}Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) según prueba SNK.

^{2/}PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Cuadro 11: Efecto trimestre en distintas características de producción y composición de la leche en el Predio 2

Característica	Enero-Marzo	Abril-Junio	Julio-Septiembre	Octubre-Diciembre
PL (kg) ²	10984,58 b ¹	10990,96 b	10229,93 a	11134,64 b
FCM (kg)	9110,94 b	9090,73 b	8265,19 a	9194,74 b
PL_GP (kg)	5564,22 b	5577,35 b	5010,97 a	5573,72 b
LPEAK (kg)	35,09 a	36,96 c	36,29 b	37,92 d
IP (%)	76,40 c	74,26 b	71,38 a	71,84 a
DSPEAK (días)	70,51 c	66,75 b	69,56 c	59,35 a
PGk (kg)	312,87 b	311,52 b	278,08 a	312,80 b
PPk (kg)	263,22 b	267,30 c	248,67 a	265,70 bc
TG (%)	3,86 c	3,77 b	3,58 a	3,78 b
TP (%)	3,21 c	3,16 b	3,13 a	3,17 b
G_P	1,22 c	1,20 b	1,15 a	1,20 b

^{1/}Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) según prueba SNK.

^{2/}PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Cuadro 12: Efecto trimestre en distintas características de producción y composición de la leche en el Predio 3

Característica	Enero-Marzo	Abril-Junio	Julio-Septiembre	Octubre-Diciembre
PL (kg) ²	10519,66 b ¹	10617,05 b	10254,44 a	10214,23 a
FCM (kg)	8511,59 b	8504,14 b	8202,53 a	8155,89 a
PL_GP (kg)	5288,22 c	5304,08 c	5087,39 b	5010,50 a
LPEAK (kg)	34,92 a	36,66 c	36,24 b	35,29 a
IP (%)	74,48 c	73,33 b	71,61 a	71,33 a
DSPEAK (días)	57,74 a	58,13 a	57,87 a	56,96 a
PGk (kg)	284,63 b	283,44 b	272,21 a	269,84 a
PPk (kg)	259,67 b	265,79 c	258,07 b	250,67 a
TG (%)	3,61 d	3,50 b	3,46 a	3,53 c
TP (%)	3,17 b	3,13 a	3,16 b	3,19 c
G_P	1,14 c	1,12 b	1,09 a	1,11 b

^{1/}Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) según prueba SNK.

^{2/}PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

El Predio 2, mantuvo los animales en estabulación durante todo el año, así que la producción de leche sin corregir, producción de leche corregida al 4% de grasa, producción de leche corregida por sólidos totales y producción de grasa, solo presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el periodo de julio a septiembre, donde se arrojó la menor producción. Estos resultados parecieran contradictorios, ya que en este periodo hubo mayor cantidad de partos, sin embargo es interesante señalar que alrededor de un 40% de los animales en producción eran de primera lactancia, y en vista de que no han terminado su desarrollo corporal, tienden a producir menos cantidad de leche (Osorio y Segura, 2005). El sistema de estabulación permanente provocó que las diferencias de producción de leche entre vacas que iniciaban sus lactancias en distintas épocas del año disminuyeran (Davis *et al.*, 2006). La producción de proteína fue favorecida en el periodo abril a junio, mostrando una tendencia muy similar al de la producción de leche sin corregir, estos resultados concuerda con los de Davis *et al.* (2006), quienes atribuyen que este comportamiento en parte se debió a un mayor uso de "soiling" de avena durante el periodo invernal y a un menor uso de forraje conservado.

La menor cantidad de días para alcanzar el 'peak' en los Predios 1 y 3, fue en los meses de octubre a diciembre, así mismo la producción de leche al 'peak' y el índice de persistencia durante este periodo tendió a disminuir, lo que probablemente fue consecuencia del manejo implementado en este periodo, ya que durante estos meses el precio de la leche disminuyó (ODEPA, 2009), así que los productores como complemento al pastoreo sólo ofrecieron dietas a base de maíz granulado, por lo que no se le ofreció una ración de mayor calidad porque el bajo precio de la leche no compensaba dicha inversión. En el Predio 2, la mayor

producción de leche al 'peak' se reflejó entre octubre a diciembre, con la menor cantidad de días y una baja persistencia. El efecto contrario ocurrió de enero a marzo, donde se obtuvo la menor producción de leche al 'peak' con una mayor cantidad de días para obtenerla y una mayor persistencia. La diferencia entre ambos periodos fue de -6,34%; 8,04% y -11,16 días para índice de persistencia, producción de leche al 'peak' y días al 'peak', respectivamente. Este efecto es atribuible a que los animales cuyo mes de parto fue entre enero - marzo producen menos leche al 'peak', debido a que las altas temperaturas reducen la absorción de nutrientes y en consecuencia la disponibilidad de los mismo en la glándula mamaria, interfiriendo directamente en la producción de leche (Oliveira, 2004). Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Pérez *et al.* (2007), en la Región de Los Lagos.

Los tenores grasos y proteicos, así como la relación grasa – proteína, fue favorecida en los meses de enero a marzo donde presentaron los mayores valores (Figura 2). Parte de este efecto obedece a que en esta época el forraje ofrecido fue fundamentalmente conservado, con contenidos altos en fibra y adicionalmente la mayor cantidad de vacas en este periodo eran de primera y segunda lactancia que tienden a producir mayor tenor graso y proteico.

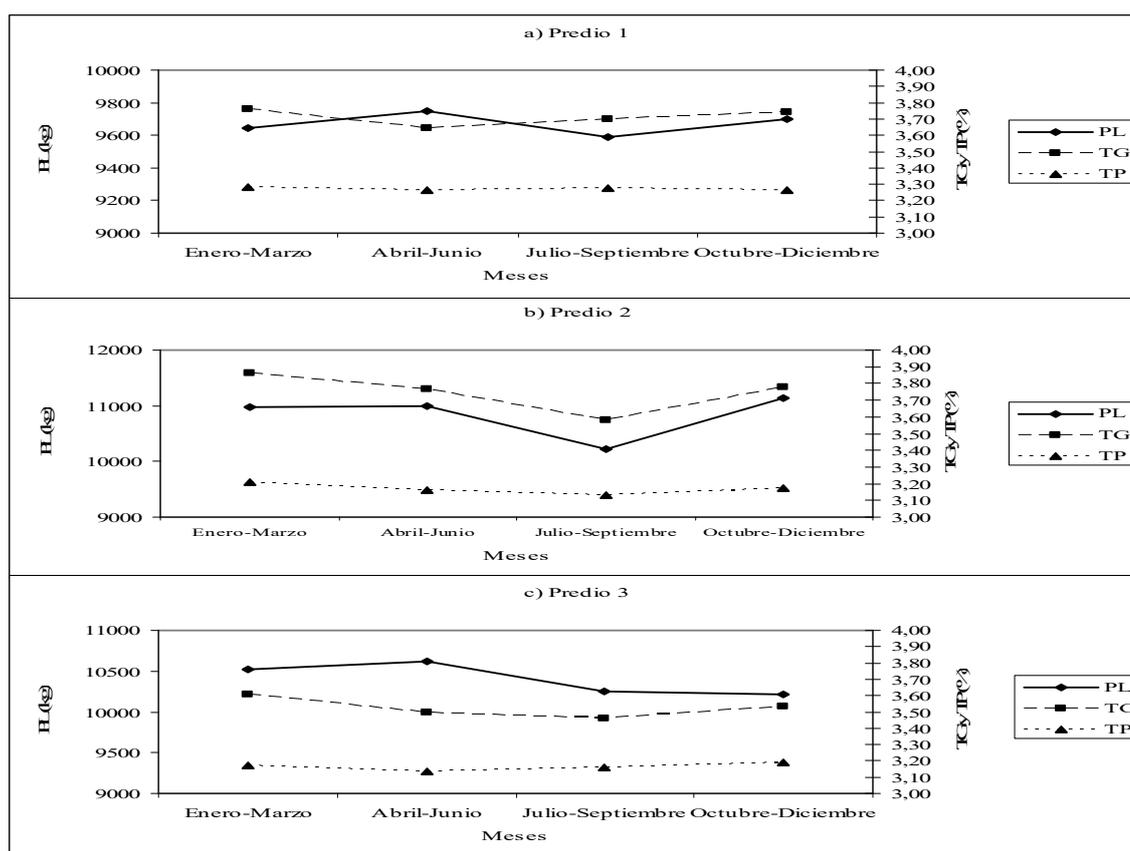


Figura 2: Producción de leche (PL), porcentaje de grasa (TG) y proteína (TP) en distintos meses en los predios evaluados

Efecto Número de Parto:

El efecto número de parto esta determinado por la condición corporal del animal, el desarrollo del sistema de reproductivo, el desarrollo de la glándula mamaria y por la edad. Esto es debido principalmente a que las vacas del primer parto no han terminado su desarrollo corporal, por lo que comparten sus requerimiento entre mantenimiento, crecimiento y producción, razón por la cual tienen una menor producción de leche (Osorio y Segura, 2005). Así mismo, la producción de leche va aumentando con la edad hasta llegar a la madurez fisiológica entre el tercer y quinto parto y posteriormente disminuye (Barbosa y Dorneles, 2000)

En el Cuadro 13 y Figura 3, se observan los resultados del efecto del número de parto sobre las distintas características evaluadas. Como se observa en la Figura 3 la máxima producción de leche sin corregir se obtuvo en las lactancias iniciadas en los partos 3 y 4. La producción de leche corregida al 4% de grasa y por sólidos totales, la producción de leche al 'peak', la producción de grasa y la producción de proteína, son similares en las lactancias 3, 4 y 5, y los días al 'peak' fueron menores en estas lactancias. Las lactancias iniciadas al sexto parto tuvieron similar persistencia y producción al 'peak' respecto a aquellas que lo hicieron al quinto parto. La leve disminución en ambas variables ocasionó una producción de leche significativamente inferior en esta etapa. Posteriormente la producción al 'peak' disminuyó en las lactancias 7 y 8 con una persistencia similar a la observada en las lactancias 5 y 6. Como en todos los estudios realizados por Osorio y Segura (2005); Barbosa y Dorneles (2000); Ochoa (1991); Miller (1971); Bodisco (1969) la menor producción de leche, expresada en cualquiera de sus formas, se obtuvo en la primera lactancia.

Los mayores valores en días al 'peak' e índice de persistencia, se observaron en vacas del primer parto y estos tienden a disminuir a medida que aumentan en número de partos, este comportamiento es inverso con respecto a la producción de leche, es decir a medida que aumenta esta, el índice de persistencia y los días al 'peak' disminuyen. Durante la primera lactancia se obtuvo la mayor persistencia, en consecuencia la menor producción de esta lactancia se debió a la menor producción al 'peak'. Estos resultados coinciden con Osorio y Segura (2005); Ochoa 1991; Schutz *et al.* (1990a); Molina y Boschini (1979) y Bodisco (1968), quienes indican que la producción de leche al 'peak' tiende a aumentar desde la primera a la cuarta lactancia, mientras que disminuye el día al 'peak' y el índice de persistencia.

El incremento de la producción de leche de la lactancia 2 respecto a la primera fue de 13,6; 14,9 y 16,9%, para producción de leche sin corregir, leche corregida por materia grasa y leche corregida por sólidos totales, respectivamente. El mayor incremento observado fue en la producción de leche al 'peak' (26,0%), lo cual se ve compensado por una disminución de 5,6% en la persistencia. La lactancia que más demora en llegar la 'peak' fue la primera (74 días) seguida de la lactancia 2 (66,3 días) para posteriormente, lograrlo en un tiempo similar (64,6 días).

Cuadro 13: Efecto número de parto en distintas características de producción y composición de la leche.

Características	1	2	3	4	5	6	7	8
PL (kg) ²	9181,42 a	10431,56 d	10950,44 f	10923,54 f	10718,73 e	10466,75 d	10146,58 c	9600,26 b
FCM (kg)	7324,02 a	8417,34 c	8897,41 e	8898,91 e	8793,74 e	8552,07 d	8292,64 c	7817,98 b
PL GP (kg)	4393,56 a	5136,71 c	5460,23 e	5450,91 e	5407,77 e	5267,85 d	5083,70 c	4792,55 b
LPEAK (kg)	27,08 a	34,11 b	37,16 d	37,58 e	37,17 de	36,65 d	35,50 c	33,79 b
IP (%)	79,35 f	74,94 e	73,28 d	72,52 c	72,09 bc	71,57 ab	71,14 a	71,51 ab
DSPEAK (días)	74,00 c	66,32 b	64,58 a	64,46 a	64,70 ab	65,77 ab	64,71 ab	65,01 ab
PGk (kg)	243,06 a	281,62 c	299,51 e	300,80 e	298,71 e	289,38 d	281,75 c	266,06 b
PPk (kg)	217,04 a	256,85 d	271,21 f	269,07 f	263,98 e	256,65 d	246,06 c	234,53 b
TG (%)	3,69 b	3,65 a	3,64 a	3,65 a	3,67 ab	3,64 a	3,68 ab	3,66 ab
TP (%)	3,25 d	3,26 e	3,22 c	3,20 b	3,18 a	3,16 a	3,16 a	3,17 ab
G_P	1,1450 c	1,1270 a	1,1347 b	1,1457 c	1,1573 d	1,1540 cd	1,1708 d	1,1607 cd

¹ Letras diferentes en las filas indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) según prueba SNK.

² PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Las diferencias en tenor graso son muy pequeñas. El mayor tenor graso se obtuvo en la primera lactancia (3,69). Posteriormente su valor fue similar (3,66). Como consecuencia de lo anterior la producción de materia grasa siguió una tendencia enteramente similar al de la leche corregida por materia grasa.

El mayor valor de los tenores proteicos, de acuerdo a la literatura Morales (1999) y Schutz *et al.* (1990a) se obtuvo en las dos primeras lactancias. Posteriormente declina entre la lactancia 3 y 5 manteniéndose luego relativamente constante.

En la Figura 3, se observa la producción de leche y los tenores grasos y proteicos en los distintos números de parto. Se observa la mayor producción de leche entre el tercer y cuarto parto, el porcentaje de grasa tiende a disminuir a medida que se incrementa la producción de leche y el porcentaje de proteínas fue mayor valor en vacas de segundo parto y este porcentaje tienden a disminuir a medida que aumenta el número de partos. Morales (1999); Schutz *et al.* (1990a) establecen que el número de partos y/o edad tienen un efecto significativo sobre el porcentaje de grasa y el porcentaje de proteína de la leche.

La relación grasa-proteína presentó diferencias pequeñas a través de las lactancias. Los menores valores se observaron en las lactancias 2 y 3 y la mayor se presentó en animales de 5, 6 y 7 partos

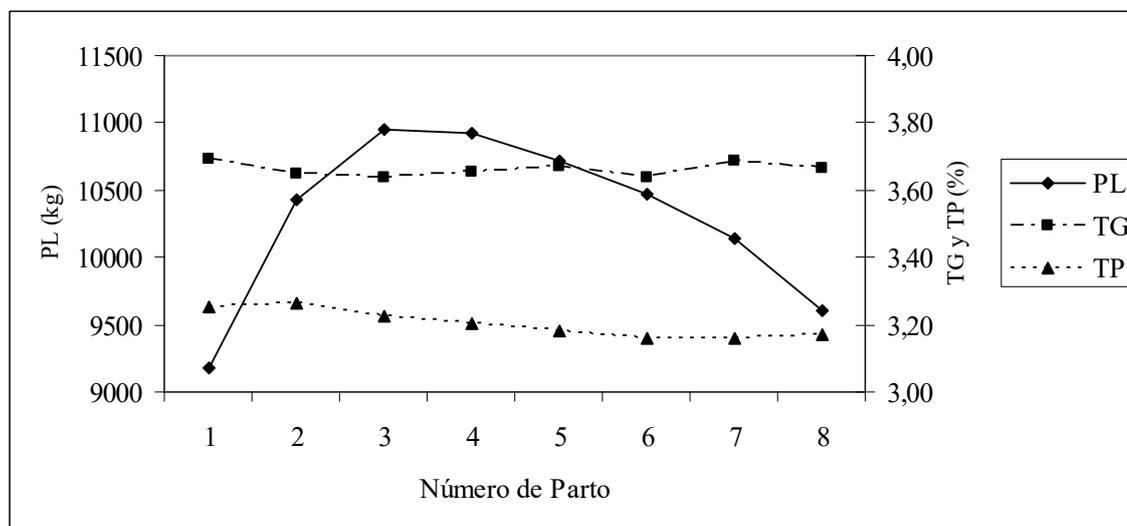


Figura 3: Producción de leche (PL), porcentaje de grasa (TG) y proteína (TP) según el número de partos

Índice de herencia o heredabilidad:

El conocimiento de los parámetros genéticos es necesario para la planificación eficiente de los programas de mejoramiento en la cría de los animales (Román *et al.*, 2000).

Las estimaciones de índices de herencias por predio y promedio ponderado, para las características estudiadas se entregan en el Cuadro 14 y los componentes de varianzas de dichos análisis se pueden observar en los Cuadros I, II y III del Apéndice.

Cuadro 14: Índice de herencia y errores estándar para producción de leche, sólidos lácteos y características relacionadas, calculadas para cada predio y el promedio ponderado

Característica	Predio 1		Predio 2		Predio 3		Promedio	
PL (kg) ¹	0,12	(0,022)	0,25	(0,031)	0,19	(0,013)	0,18	(0,011)
FCM (kg)	0,14	(0,076)	0,22	(0,031)	0,16	(0,012)	0,17	(0,011)
PL_GP (kg)	0,17	(0,045)	0,20	(0,035)	0,18	(0,014)	0,18	(0,012)
LPEAK (kg)	0,17	(0,020)	0,18	(0,026)	0,16	(0,013)	0,17	(0,010)
IP (%)	0,11	(0,032)	0,13	(0,027)	0,16	(0,013)	0,15	(0,011)
DSPEAK (días)	0,07	(0,041)	0,05	(0,017)	0,05	(0,011)	0,05	(0,009)
PGk (kg)	0,17	(0,059)	0,20	(0,032)	0,21	(0,013)	0,21	(0,012)
PPk (kg)	0,17	(0,023)	0,19	(0,032)	0,14	(0,014)	0,15	(0,011)
TG (%)	0,24	(0,024)	0,27	(0,037)	0,28	(0,011)	0,27	(0,010)
TP (%)	0,25	(0,029)	0,27	(0,041)	0,27	(0,014)	0,27	(0,012)
G_P	0,15	(0,026)	0,28	(0,043)	0,27	(0,015)	0,24	(0,012)

¹PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Existen numerosos estudios que indican diferencias en las heredabilidades, cuando el mismo rasgo es analizado en diferentes ambientes (Weller *et al.*, 1987). En este estudio las heredabilidades estimadas para todas las variables analizadas fueron menores en el Predio 1 con relación a los Predios 2 y 3.

El índice de herencia para día al 'peak', calculado en los tres predios y el índice ponderado fue bajo (< 0,01). Para resto de las características analizadas, el índice de herencia obtuvo valores medios (0,10 – 0,30), siendo los más altos para el tenor graso, el tenor proteico y la relación grasa-proteína, que estuvieron alrededor de 0,27. Sin embargo, estos valores fueron inferiores a los obtenidos por Weller *et al* (2006); Ojala *et al.* (1996); Ochoa (1991); Schutz *et al.* (1990b); Van Der Werf y Boer (1989), quienes señalan heredabilidades superiores a 0,38 para tenor graso y sobre 0,43 para tenor proteico.

Las heredabilidades para producción de leche sin corregir, producción de leche corregida al 4% de grasa y leche corregida por sólidos totales, fueron similares en los tres predios y el promedio ponderado de la heredabilidad arrojados en estas características obtuvo un valor parecido al de Barbosa y Dorneles (2000); Hernández *et al.* (1999); Analla *et al.* (1996);

Schutz *et al.* (1990b); Weller *et al.* (1987); Lofgren *et al.* (1985) e inferiores a los entregados por Weller *et al.* (2006); Román *et al.* (2000); Ojala *et al.* (1996); Suzuki y Van Vleck (1994); Ochoa (1991) y Van Der Werf y Boer (1989).

Las estimaciones de la heredabilidad para producción de proteína tendieron a ser ligeramente inferiores a las estimaciones para producción de grasa, resultados que coinciden a los entregados por Barbosa y Dorneles (2000); Román *et al.* (2000); Schutz *et al.* (1990b), pero inferiores a los obtenidos por Weller *et al.* (2006); Hernández *et al.* (1999); Analla *et al.* (1996); Ojala *et al.* (1996); Suzuki y Van Vleck (1994); Ochoa (1991) y Van Der Werf y Boer (1989).

El índice de herencia para la persistencia y la producción de leche al ‘peak’ para los tres predios, así como su valor ponderado, fue similar al obtenido por Weller *et al.* (1987).

El Predio 2 mostró en la mayoría de las características las heredabilidades más alta en comparación a los Predios 1 y 3. Este comportamiento puede ser efecto, a que en este predio el ambiente es más controlado, ya que los animales se encuentran estabulados durante todo el año, razón por la cual puede disminuir la varianza ambiental, favoreciendo la exteriorización del potencial genético de los animales.

En las pruebas de reproductores hay que tener presente que normalmente los toros de alta producción de leche transmiten bajos tenores grasos y proteicos a su descendencia y los toros que transmiten menor volumen de leche lo hacen con mayores porcentajes de sólidos. Por lo anterior, Morales (1999), recomienda seleccionar conjuntamente por producción de leche, grasa y proteína. Al comparar las heredabilidades obtenidas en este estudio, en cuanto a producción de leche sin corregir, producción de grasa y producción de proteína, con los valores utilizados en la pruebas de reproductores (Ochoa, 1991), se obtiene que los valores estimados están por debajo de los utilizados en las evaluaciones.

Índice de constancia o repetibilidad:

El índice de constancia al igual que el índice de herencia, es un parámetro poblacional propio del rebaño y de la característica que interesa. La repetibilidad para producción de leche, sólidos lácteos y características relacionadas por predio se entrega en el Cuadro 15.

Los índice de constancia para producción de leche sin corregir, leche corregida al 4% de grasa y leche corregida por sólidos totales, en promedio para los tres predios fue de 0,39; 0,44 y 0,41, respectivamente. Estos valores son inferiores a los obtenidos por Román *et al.* (2000) y Barbosa y Dorneles (2000), similares a los determinados por Analla *et al.* (1996) y superiores a los reportado por Suzuki y Van Vleck (1994).

La repetibilidad promedio para los tres predios, obtenida para los tenores grasos y proteicos, así como la relación grasa – proteína, fueron de 0,52; 0,59 y 0,51, en el mismo orden. Estos resultados son superiores a los señalados por Barbosa y Dorneles (2000);

Román *et al.* (2000); Analla *et al.* (1996) y similares a lo obtenidos Suzuki y Van Vleck (1994).

En los tres predios analizados, la repetibilidad obtenida para producción de grasa fue ligeramente superior a la de producción de proteína. Estos los valores fueron superiores a los obtenidos por Román *et al.* (2000); Barbosa y Dorneles (2000); similares a los reportados por Analla *et al.* (1996) e inferiores a los de Suzuki y Van Vleck (1994).

Los días al ‘peak’ obtuvieron valores bajos de repetibilidad en los tres predios, sin embargo estos valores fueron superiores a los entregados por Osorio y Segura (2005), quienes obtuvieron un valor de 0,14 para esta característica. El índice de persistencia y la producción de leche al ‘peak’, en promedio obtuvieron un valor de repetibilidad de 0,39 y 0,31, respectivamente. Osorio y Segura (2005) reportan valores inferiores a los de este estudio para el índice de persistencia, indicando que la persistencia tiende a ser de repetibilidad baja y estos mismos autores reportan valores superiores para producción de leche al ‘peak’. Weller *et al.* (2006) obtuvieron valores por debajo a los presentados en este estudio.

Cuadro 15: Índice de constancia para producción de leche, sólidos lácteos y características relacionadas, calculadas para cada predio y el promedio simple

Característica	Predio 1	Predio 2	Predio 3	Promedio
PL (kg) ¹	0,39	0,40	0,37	0,39
FCM (kg)	0,49	0,39	0,45	0,44
PL_GP (kg)	0,37	0,39	0,46	0,41
LPEAK (kg)	0,31	0,32	0,31	0,31
IP (%)	0,39	0,37	0,42	0,39
DSPEAK (días)	0,18	0,20	0,19	0,19
PGk (kg)	0,43	0,43	0,45	0,43
PPk (kg)	0,37	0,34	0,39	0,37
TG (%)	0,55	0,54	0,68	0,59
TP (%)	0,46	0,55	0,55	0,52
G_P	0,43	0,61	0,50	0,51

¹PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al ‘peak’; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al ‘peak’; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

En general, las repetibilidades en las distintas características evaluadas en los tres predios no prestaron mayor variación. Sin embargo, el Predio 3 fue donde se manifestaron los mayores índices de constancia para casi todas las variables, lo que pudo ser consecuencia

de que los efectos transitorios o temporales, tuvieron un menor impacto en relación a los Predios 1 y 2.

CONCLUSIONES

- La producción de leche, sólidos lácteos y características relacionadas, en su gran mayoría son superiores en el Predio 2 en relación a los Predios 1 y 3.
- La producción es favorecida a medida que transcurren los años, excepto para el Predio 1 que disminuye en el último periodo evaluado.
- Las prácticas de manejo que se implementan en los distintos predios entre los meses de abril a junio favorecen positivamente los niveles de producción.
- La mayor producción de leche se presenta en animales de tercer y cuarto parto.
- La heredabilidad para producción, así como la repetibilidad para producción y tenores grasos y proteicos están cercanos a los establecidos como hipótesis. La heredabilidad de los porcentaje de grasa y proteína se encuentran por debajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, UK. 159 p.
- ALAIS, C y LACASA, A. 1985. Science du lait. Principes des techniques laitières. 4^o édition. Edition et de Promotion Agro – alimentaires, industrielles et commerciales. Francia. 861 p.
- ANALLA, M., JIMENEZ, I., MUÑOZ, A., SERRADILLA, J and FALAGAN, A. 1996. Estimation of genetic parameters for milk yield and fat and proteins contents of milk from murciano – granadino goats. Journal Dairy Science. 79: 1895 - 1898
- BARBOSA, F y DORNELES, H. 2000. Parâmetros genéticos para características productivas en Bovinos da Raça Holandesa no Estado de Goiás. Revista Brasileira de Zootecnia 29(2)
- BODISCO, V. 1968. Cuatro lactancias consecutivas en vacas criollas y pardo suizo en Maracay, Venezuela. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria 3:61-75
- BOLDMAN, K., KRIESO, L., VAN VLECK, L and KACHMAN, S. 1995. A manual for use of MTDFREML – A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. USDA – ARS. 114 p.
- DAVIS, P., GARCÍA, X., MAGOFKE, J., GANA, E y GONZÁLEZ, H. 2006. Factores no genéticos sobre la producción láctea de vacas Holstein Friesian de alta producción en un sistema de estabulación permanente. Avances en Producción Animal. 31 (1-2): 89 – 106
- DIRECCIÓN METEOROLOGICA DE CHILE. 2009. Disponible en: http://www.meteochile.cl/-climas/climas_decima_region.html. Leído el 22 de noviembre de 2009.
- EL – SAID, U., CARRIEDO, J and SAN PRIMITIVO, F. 1998. Heritability of test day somatic cell counts and its relationship with milk yield and protein percentage in dairy ewes. Journal Dairy Science. 81: 2958 - 2961
- FERNÁNDEZ, J., ZAPATA, A y GIRALDO, L. 1999. Uso de la *Acacia decurrens* como suplemento alimenticio para vacas lecheras, en clima frío de Colombia. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/FernanJD.htm>. Leído el 27 de enero de 2009.
- GALVÃO, J. 1993. Avaliação do desempenho produtivo de rebanhos da raça pardo suíço no Estado de São Paulo. Dissertação (maestrado). Universidade Federal de Lavras. Brasil. 73p.

- GANNA, E., GONZÁLEZ, H., GARCÍA, X y MAGOFKE, J. 2004. Efecto económico de sistemas productivos basados en el uso de razas puras y cruzamientos rotacionales entre Holstein y Jersey, simulando distintos escenarios de precios de la leche. Circular de extensión. 30:32-51
- GARCÍA, X., MAGOFKE, J., GONZÁLEZ, H y GARGIULLO, A. 2001. Parámetros genéticos en bovinos de leche. II. Estimaciones realizadas en un sistema de pastoreo con pariciones de primavera (X Región, Chile). Avances en Producción Animal. 26 (1-2): 49-62
- GENGHINI, R., BONVILLANI, A., WITTOUCK, P y ECHEVARRÍA, A. 2002 Cursos de Introducción a la Producción Animal. 2002. FAV UNRC. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/seleccion_y_cruzamientos/05introduccion_al_mejoramiento_animal.htm. Leído el 23 agosto de 2006.
- HERNÁNDEZ, D., LÓPEZ, P., CARABAÑO, M y ALENDA, R. 1999. Aplicación de la metodología bayesiana en la estima de parámetros genéticos para la producción de leche. Disponible en: <http://www.dcam.upv.es/acteon/CONGRESOS/Aida99/aida99.htm>. Leído el 21 de septiembre de 2009
- HERNANDEZ, R y PONCE, P. 2005. Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holslein Friesian. Zootecnia Tropical. 23(3): 295-310
- IKONEN, T., MORRI, S., TYRISEVÄ, A., ROUTTINEN, O and OJALA, M. 2004. Genetic and phenotypic correlatins between milk coagulation casein content, and ph of milk. Journal of Dairy Science. 87(2): 458 – 467
- KOOTS, K., GIBSON, J., SMITH, C and WILTON, J. 1994. Analyses of published genetics parameters estimates for beef production traits. 1. Heritability. Anim. Breeding Abst. 62 (5) 309 - 338
- LOFGREN, D., VINSON, W and PEARSON, R. 1985. Heritability of milk yied at different herd means and variance for production. Jornal Dairy Science. 68: 2737 - 2739
- MACAYA, S y ROJAS, A. 2009. Uso de granos secos con solubles (DDGS) provenientes de la destilería del maíz en suplementos para vacas lactantes en pastoreo de estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*). Agronomía Costarricense. 33(2): 237-248
- MAGOFKE, J., X. GARCÍA, E. RIVEROS, y C. HEPP. 1984. Factores no genéticos que influyen sobre la producción de leche y materia grasa de vacas holando europeo, en un sistema con pariciones estacionales en la X Región. I. Efecto del año y mes de parto. Avances en Producción Animal 9(1-2):83-97.

- MAGOFKE, J., GARCÍA, X., GONZÁLEZ, U y GARGIULLO, A. 2001. Parámetros genéticos en bovinos de leche. I. Antecedentes bibliográficos. *Avances en Producción Animal*. 26:31-48
- MANZANEDO, R. 2004. Factores de manejo que afectan la producción láctea del establo lechero en la Estación I.V.I.T.A – El Mantaro. Tesis Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Lima, Perú. 43p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIA (ODEPA). Disponible en:<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr;jsessionid=0FE371DCB61195E3A3FDF79EA972C266?idcla=4&idn=309> Leído el 11 de diciembre de 2009.
- MILLER, P. 1971. Joint influence of month and age calving on milk yield of Hosltein cow in the Northeastern United Status. *Journal of Dairy Science*. 54: 351-363
- MIRANDA, H. 2005. Las verdes y productivas praderas que Chile necesita. *Tierra Adentro*. 64: 4 - 7
- MITSUYOSHI, S and VAN VLECK. 1994. Heritability and repeatability for milk production traits of japanese holsteins fron an animal model. *J. Dairy Sci*. 77(2): 583-588
- MOLINA, J y BOSCHINI, C. 1979. Ajuste de la curva de lactancia de Ganado Hosltein con un modelo lineal modal. *Agron. Costarr*. 3(2): 167-179
- MORALES, M. 1999. Factores que afectan la composición de la leche. *Tecno vet*. Disponible en: http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9670%2526ISID%253D459,00.html. Leído el 21 de septiembre de 2009
- NAAL, J and SEGURA, J. 2004. Comparison of five animal models and one sire model for weight at birth of creole chickens. *Vet. Méx*. 35(4): 317-325
- OCHOA, P. 1991. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. *Ciencia Veterinaria*. 5: 67 - 88
- OJALA, M., FAMULA, T and MEDRANOT, J. 1997. Efects of milk protein genotypes on the variation for milk production traits of Holstein and Jersey cows in California. *Journal of Dairy Science*. 80(8): 1776-1785
- OLIVEIRA, K. 2004. Impacto dos eventos ocorridos ante e após o parto sobre o desempenho productivo e reproductivo na lactação atual e na posterior de vacas holandesas. Mestre em Agronomia, Universidade de São Paulo. *Ciência Animal e Pastagens*, São Paulo, Brasil. 70p.

- OSORIO, M y SEGURA, J. 2005. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Tec. Pecu Mex.* 43(1): 127-137
- OTHAMANE, M., DE LA FUENTE, L., CARRIEDO, J and SAN PRIMITIVO, F. 2002. Heritability and genetic correlations of test day milk yield and composition individual laboratory cheese yield, and somatic all count for dairy ewes. *Journal of Dairy Science.* 85(10): 2692 – 2698
- PADILLA, J., TABASCO, A., MARTÍNEZ. M., FERNÁNDEZ, J y PAREJO, J. 2005. Unidad de genética y mejora animal programa de cría y salud animal (curso 2005/2006) Disponible en: <http://veterinaria.unex.es/Programa/CriaSPGM.htm>. Leído el 23 de agosto de 2006.
- PALACIOS, A., RODRÍGUEZ, F., JIMÉNEZ, J., ESPINOZA, J y NÚÑEZ, R. 2001. Evaluación genética de un hato Holstein en baja California Sur, utilizando un modelo animal con mediciones repetidas. *Agrociencia.* 35 (003): 347-353
- PÉREZ, L., ANRIQUE, R y GONZÁLEZ, H. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la Décima Región de los Lagos, Chile. *Agricultura Técnica.* 67(1) Jan-Mar:39-48
- PINTO, M., CARRASCO, E., FRASER, B., LETELIERA, A y DÖRNER, W. 1998. Composición química de la leche cruda y sus variaciones a nivel de silos en plantas lecheras de la VIII, IX y X regiones de Chile. Parte I. Macro componentes. *Agro Sur* 26(2): 97-105
- ROMAN, R., WILCOX, C and MARTIN, F. 2000. Estimates of repeatability and heritability of productive and reproductive traits in a herd of jersey cattle. *Genetics and Molecular Biology.* 23(1): 113 – 119
- SAS User's guide. 1996. Versión 6.12 Edition. Sas Institute Inc. Cary NC.
- SCHUTZ, M., HANSEN, L and STEVERNAGEL, G. 1990a. Genetics and breeding. Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle. *Journal of Dairy Science.* 73(2): 484-493.
- SCHUTZ, M., HANSEN, L., STEVERNAGEL, G and RENEAU, J. 1990b. Genetics parameters for somatic cells, protein and fat in milk of holstein. *Journal of Dairy Science.* 73: 494 - 502
- SUZUKI, M y VLECK, V. 1994. Heritability and repeatability for milk production traits of japanese holsteins from an animal model. *Journal of Dairy Science.* 77(2): 583-588
- VAN DER WERF, J and DE BOER, W. 1989. Estimation of genetic parameters in crossbred population of black and white dairy cattle. *Journal of Dairy Science.* 72: 2615 – 3623

- VAN TASSELL, G., WIGGANS, R and NORMAN, H. 1999. Method R estimates of heritability for milk, fat, and protein yields of united states dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 82:2231-2237
- VERGARA, F. 2004. Determinación mediante análisis multivariable de los sistemas productivos de leche en la zona Región Metropolitana – VIII Región. Tesis de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 53p.
- WELLER, J., RON, M and BAR – ANAND, R. 1987. Effects of persistency and production on the genetic parameters of milk and fat yield in Israeli – Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 70: 672 – 680
- WELLER, J., EZRA, E and LEITNER, G. 2006. Genetic analysis of persistency in the Israeli Holstein population by the multitrait animal model. *Journal of Dairy Science*. 89: 2738 – 2746
- WHEELER, B. 2006. Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras. Disponible en: http://www.engormix.com/recomendaciones_alimentacion_vacas_lecheras_s_articulos_104_GDL.htm. Leído el 7 de diciembre de 2009.

APENDICE

A continuación se presenta los componentes estimados para los distintos predios, de varianza fenotípica (σ_f^2), varianza genética aditiva (σ_a^2), varianza ambiental permanente (σ_p^2) y varianza temporal o del error σ_e^2 .

Cuadro I: Varianzas estimadas en el Predio 1

Característica	N	σ_f^2	σ_a^2	σ_p^2	σ_e^2
PL (kg) ¹	2860	1893811,308	227257,36	511329,05	1155224,898
FCM (kg)	2842	1132091,1	158492,75	396231,89	577366,461
PL_GP (kg)	2354	292219,34	49677,29	58443,87	184098,18
LPEAK (kg)	2860	30,51	5,19	4,27	21,05
IP (%)	2860	35,45	3,90	9,93	21,63
DSPEAK (días)	2860	43,85	3,07	4,82	35,96
PGk (kg)	2842	2689,07	457,14	699,16	1532,77
PPk (kg)	2356	1763,12	299,73	352,62	1110,77
TG (%)	2842	0,30	0,07	0,09	0,14
TP (%)	2356	0,06	0,02	0,01	0,03
G_P	2354	0,02	0,00	0,00	0,01

¹PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Cuadro II: Varianzas estimadas en el Predio 2

Característica	N	σ_f^2	σ_a^2	σ_p^2	σ_e^2
PL (kg) ¹	6372	2111703,30	527229,30	317490,00	1266983,90
FCM (kg)	6019	1419290,90	313756,70	239795,00	865738,80
PL_GP (kg)	4665	741599,50	147211,40	143903,00	450485,10
LPEAK (kg)	6372	34,03	6,24	4,52	23,26
IP (%)	6372	43,39	5,65	10,33	27,42
DSPEAK (días)	6372	44,16	2,37	6,42	35,37
PGk (kg)	6019	2372,24	463,27	546,42	1362,54
PPk (kg)	4964	2126,86	393,64	328,93	1404,29
TG (%)	6019	0,30	0,08	0,08	0,14
TP (%)	4964	0,06	0,01	0,02	0,03
G_P	4665	0,02	0,00	0,00	0,01

¹PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.

Cuadro III: Varianzas estimadas en el Predio 3

Característica	N	σ_f^2	σ_a^2	σ_p^2	σ_e^2
PL (kg) ¹	7974	2066179,4	396366,4	378372	1291441,2
FCM (kg)	7609	1579069,5	259717,9	444066	875285,3
PL_GP (kg)	5735	398956,50	70248,10	114416,00	214362,20
LPEAK (kg)	7974	36,83	6,00	5,39	25,45
IP (%)	7974	53,15	8,64	13,48	31
DSPEAK (días)	7974	50,53	2,72	6,78	41,03
PGk (kg)	7609	2440,96	514,89	580,18	1345,88
PPk (kg)	5990	1997,55	284,63	501,34	1211,57
TG (%)	7609	0,30	0,08	0,12	0,10
TP (%)	5990	0,06	0,02	0,02	0,03
G_P	5735	0,02	0,00	0,00	0,01

¹PL = Producción de leche a 305 días; FCM = leche corregida a 4% de grasa; PL_GP = leche corregida por sólidos totales; LPEAK = producción de leche al 'peak'; IP = índice de persistencia(%); DSPEAK = días al 'peak'; PGk = producción de grasa en la lactancia; PPk = producción de proteína en la lactancia; TG = porcentaje de grasa; TP = porcentaje de proteína; G_P = relación grasa proteína.