

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Agronomía

**Estudio de algunos factores no genéticos que afectan
la producción y composición de la leche en un rebaño
de pariciones biestacionales en la Décima Región**

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

Lucio Alberto Pérez Prieto

Valdivia Chile 2003

PROFESOR PATROCINANTE:

RENE ANRIQUE G.

Ing. Agr., M. Sc., Ph D.

PROFESORES INFORMANTES:

HUMBERTO GONZALEZ V.

Ing. Agr., M. Sc.

LUIS LATRILLE L.

Ing. Agr., M. Sc., Ph D.

INSTITUTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

INDICE DE MATERIAS

Contenidos	Página
1 INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Factores que afectan la producción y composición de la leche	3
2.1.1 Efecto de la época de parto	4
2.1.2 Efecto del mes de parto	7
2.1.3 Efecto del año de parto	10
2.1.4 Efecto de la edad y número de parto	12
2.1.5 Efecto del estado de la lactancia	16
2.1.6 Efecto del periodo seco	18
3 MATERIAL Y MÉTODO	20
3.1 Material	20
3.1.1 Ubicación geográfica	20
3.1.2 Características del suelo	20
3.1.3 Características climáticas	20
3.1.4 Antecedentes de la lechería	21
3.1.5 Manejo del rebaño	21
3.1.6 Alimentación del rebaño	22
3.1.7 Información	23
3.2 Método	24
3.2.1 Manejo de la información	24
3.2.2 Terminología	29
3.2.2.1 Producción de leche real	29
3.2.2.2 Producción de leche corregida	29

Contenidos	Página
3.2.2.3 Largo de lactancia real	29
3.2.2.4 Largo de lactancia estandarizado	29
3.2.3 Métodos de cálculo	29
3.2.3.1 Producción de leche corregida	29
3.2.3.2 Persistencia de la curva de lactancia	30
3.2.3.3 Modelos estadísticos	30
3.2.3.3.1 Estructura de las variables independientes	31
3.2.3.3.2 Modelo estadístico global	34
3.2.3.3.3 Modelo estadístico estacional	35
3.2.3.3.4 Modelo estadístico de periodo seco	35
4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	37
4.1 Caracterización de la lechería Punahue	37
4.1.1 Año y mes de parto	37
4.1.2 Número ordinal de parto	39
4.1.3 Edad	40
4.1.4 Edad al primer parto	42
4.1.5 Largo de lactancia real	43
4.1.6 Periodo seco	45
4.2 Análisis de promedios mínimos cuadrados	47
4.2.1 Análisis de varianza	48
4.2.2 Efecto de la época de parto	49
4.2.2.1 Producción de leche	49
4.2.2.2 Materia grasa	51
4.2.2.3 Proteína	52
4.2.3 Efecto del mes de parto en otoño	54
4.2.3.1 Producción de leche	54
4.2.3.2 Materia grasa	56

Contenidos	Página
4.2.3.3 Proteína	58
4.2.4 Efecto del mes de parto en primavera	59
4.2.4.1 Producción de leche	59
4.2.4.2 Materia grasa	61
4.2.4.3 Proteína	63
4.2.5 Efecto del año de parto en otoño	64
4.2.5.1 Producción de leche	64
4.2.5.2 Materia grasa	68
4.2.5.3 Proteína	70
4.2.6 Efecto del año de parto en primavera	71
4.2.6.1 Producción de leche	71
4.2.6.2 Materia grasa	75
4.2.6.3 Proteína	77
4.2.7 Efecto de la edad y número de parto	78
4.2.7.1 Producción de leche	81
4.2.7.2 Materia grasa	84
4.2.7.3 Proteína	86
4.2.8 Efecto del periodo seco	87
4 DISCUSION DE RESULTADOS	88
5.1 Efecto de la época de parto	89
5.2 Efecto del mes de parto dentro de época	91
5.3 Efecto del año de parto dentro de época	93
5.4 Efecto de la edad y número de parto	96
5.5 Efecto del periodo seco	98
6 CONCLUSIONES	100

7	RESUMEN	102
	SUMMARY	104
8	BIBLIOGRAFIA	106
	ANEXOS	117

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Efecto de la época de parto sobre la producción de leche, duración de la lactancia y persistencia	5
2	Efecto del mes de parto sobre producción de leche, duración de la lactancia y persistencia (otoño)	7
3	Efecto del mes de parto sobre la producción total de leche (primavera)	8
4	Efecto del tipo de año sobre la producción de leche, duración de la lactancia y persistencia (otoño)	11
5	Efecto del año de parto sobre la producción total de leche (primavera)	12
6	Producción de leche según número ordinal de parto y edad de vacas holando-europeo de la X Región	13
7	Producción de leche según número ordinal de parto y edad de la vaca	13
8	Efecto de la edad al parto sobre la producción y composición de la leche en vacas Holstein Friesian	14

Cuadro		Página
9	Porcentaje promedio de grasa y de sólidos no grasos según mes de lactancia	16
10	Efecto de la duración del periodo seco en la producción de leche en la lactancia posterior	19
11	Cantidad de lactancias eliminadas según año de parto y Causa	26
12	Cantidad de lactancias que presentan datos de proteína, eliminadas según año de parto y causa	27
13	Cantidad de lactancias con registros de edad, lactancias eliminadas y lactancias estudiadas para evaluar la edad	28
14	Agrupación en categorías de las combinaciones de edad y número de parto	32
15	Agrupación del número de parto en categorías	32
16	Agrupación de años de parto dentro de época según producción de leche real	33
17	Distribución de las lactancias según año y mes de parto	38
18	Distribución de las lactancias según año y número de parto	40

Cuadro		Página
19	Distribución de las lactancias según año y edad de las vacas	41
20	Distribución de las lactancias según la edad al primer parto	42
21	Distribución de las lactancias según años y duración	43
22	Tabla de frecuencia del largo de lactancia para el periodo en estudio	44
23	Distribución de lactancias según año de parto y duración del periodo seco que las precede	46
24	Efecto de la época de parto sobre la producción de leche real y corregida, cantidad y concentración de grasa y proteína, largo de lactancia y persistencia	50
25	Efecto del mes de parto sobre la producción de leche total, persistencia y largo de lactancia (otoño)	55
26	Efecto del mes de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (otoño)	57
27	Efecto del mes de parto sobre la producción de leche total, persistencia y largo de lactancia (primavera)	60
28	Efecto del mes de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (primavera)	62

Cuadro		Página
29	Producción de leche corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado según año de parto (otoño)	65
30	Efecto del año de parto sobre la producción de leche real y corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado (otoño)	66
31	Efecto del año de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (otoño)	69
32	Producción de leche real, producción de leche corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado según año de parto (primavera)	72
33	Efecto del año de parto sobre la producción de leche real y corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado (primavera)	73
34	Efecto del año de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (primavera)	76
35	Producción de leche corregida según número ordinal de parto y edad de la vaca	79
36	Producción de leche real, producción de leche corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado según número de parto.	80

Cuadro		Página
37	Efecto del número de parto sobre la producción de leche, persistencia y largo de lactancia	81
38	Efecto del número de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína	85

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curvas de producción de leche en lactancias iniciadas en julio-agosto, septiembre, octubre y noviembre, ordenadas según mes ordinal de lactancia, en vacas Holando-Europeo en la X región	9
2	Curvas de porcentaje de materia grasa en la leche, según distinta edad de la vaca, en animales Holando-Europeo de la X región	15
3	Porcentaje de pariciones según mes de parto	39
4	Porcentaje de pariciones según largo de lactancia	45
5	Porcentaje de pariciones según duración del periodo seco	47
6	Curvas de producción de leche corregida según época de parición, ordenadas según mes calendario y mes post parto	51
7	Curvas de porcentaje de grasa para lactancias comenzadas en otoño y primavera, ordenadas según mes calendario y mes post parto	52

Figura		Página
8	Curvas de porcentaje de proteína para lactancias comenzadas en otoño y primavera, ordenadas según mes calendario y mes post parto	53
9	Curvas de producción de leche corregida de partos ocurridos en marzo, abril y mayo, ordenadas según mes calendario y mes post parto	56
10	Curvas de porcentaje de grasa para lactancias comenzadas en marzo, abril y mayo, ordenadas según mes calendario y mes post parto	58
11	Curvas de porcentaje de proteína para lactancias comenzadas en marzo, abril y mayo, ordenadas según mes calendario y mes post parto	59
12	Curvas de producción de leche corregida de partos ocurridos en julio, agosto y septiembre, ordenadas según mes calendario y mes post parto	61
13	Curvas de porcentaje de grasa para lactancias comenzadas en julio, agosto y septiembre, ordenadas según mes calendario y mes post parto	63
14	Curvas de porcentaje de proteína para lactancias comenzadas en julio, agosto y septiembre, ordenadas según mes calendario y mes post parto	64

Figura		Página
15	Curvas de producción de leche corregida de años MAP, AP, PM y BP (otoño)	67
16	Curvas de producción de leche corregida mensual acumulada de años MAP, AP, PM y BP (otoño)	68
17	Curvas de porcentaje de grasa para lactancias de años MAP, AP, PM y BP (otoño)	70
18	Curvas de porcentaje de proteína para lactancias de años AP y BP (otoño)	71
19	Curvas de producción de leche corregida de años MAP, AP, PM y BP (primavera)	74
20	Curvas de producción de leche corregida mensual acumulada de años MAP, AP, PM y BP (primavera)	75
21	Curvas de porcentaje de grasa para lactancias de años MAP, AP, PM y BP (primavera)	77
22	Curvas de porcentaje de proteína para lactancias de años MAP, AP, PM y BP (primavera)	78
23	Efecto del número de parto sobre la producción de leche corregida, persistencia y peak de producción	82

Figura		Página
24	Curvas de producción de leche corregida de vacas con distinto número de parto	83
25	Curvas de producción de leche corregida mensual acumulada de vacas con distinto número de parto	84
26	Curvas de porcentaje de materia grasa para lactancias de vacas con distinto número de parto	86
27	Curvas de porcentaje de proteína para lactancias de vacas de distinto número de parto	87

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Ordenamiento de datos en planilla de cálculo Excel	117
2	Planilla de cálculo Excel con producción corregida acumulada a 30 días	118
3	Archivo con formato de texto compatible con el programa SAS	119
4	Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico global)	120
5	Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico estacional de otoño)	121
6	Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico estacional de primavera)	122
7	Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico de periodo seco)	123

Anexo		Página
8	Producción de leche corregida acumulada para lactancias comenzadas en julio, agosto y septiembre	124
9	Precipitación (mm) para el periodo 1990 a 2001 según estadística de la Estación Riñihue, X Región	125
10	Precipitaciones (mm) para los meses de diciembre-enero y diciembre-febrero, junto a la producción de leche (4% MG) de vacas de partos en primavera	126
11	Distribución por año de las diferentes categorías de inclusión de sangre Holstein Friesian en el rebaño lechero	126

1. INTRODUCCIÓN

La Décima Región de Chile se caracteriza por ser una zona ganadera por excelencia, y posee el desarrollo lechero más importante del país. De las 4.140.247 cabezas de ganado bovino existentes en el país, 617.612 corresponden a vacas lecheras de las cuales aproximadamente el 61% se encuentran en esta región. Es así como de los 1.636 millones de litros de leche cruda recepcionados en planta el año 2001, el 66% fue aportado por esta zona.

Las praderas en esta región presentan un crecimiento estacional, obteniendo sus mayores producciones durante la época primaveral con un repunte durante el otoño. Esta es la razón por la cual en muchas de las lecherías de esta zona se presentan pariciones a fines de invierno, intentando hacer coincidir la curva de producción de la pradera con las necesidades de alimentación del rebaño. En la época de pariciones otoñal, los animales usualmente se cobijan en un patio de alimentación donde reciben forrajes conservados y concentrados, teniendo un mayor costo de producción por litro de leche, lo cual se ve compensado por el mayor precio pagado a productor durante el invierno.

Se han propuesto diversas formas para hacer más rentable una explotación lechera. Entre estas se considera el aumentar la producción de leche por lactancia y mejorar la composición de este producto, mediante un mejor aprovechamiento de los recursos ofrecidos por el predio. Al aumentar la cantidad de litros de leche entregados a industria se percibe un mayor ingreso por un incremento en el volumen, mientras que al mejorar los contenidos de proteína y materia grasa, el mayor ingreso se produce por un mejor precio pagado por litro, ya que estos componentes están considerados dentro de las pautas de pago de las distintas empresas lecheras.

Bajo este concepto, el presente estudio pretende evaluar en el tiempo los factores que influyen en la producción y composición de la leche, de un rebaño de la Décima Región con parición biestacional. Esta evaluación facilitará la toma de decisiones de manejo en el rebaño.

Se plantea como hipótesis que la producción y composición de la leche pueden ser incrementadas mediante cambios en el manejo agronómico del rebaño a través del número de partos, longitud del periodo seco y la fecha de inicio de la lactancia.

De este modo, los objetivos específicos a los cuales apunta el estudio son:

- Cuantificar el efecto de factores no genéticos (número de parto, longitud del periodo seco, año, mes y época de parto) sobre la producción y composición de la leche.
- Evaluar el efecto de los mismos factores sobre la persistencia y duración de la lactancia.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En Chile se han realizado un gran número de trabajos que tratan el tema de las variaciones estacionales en la composición de la leche tales como: MENDOZA (1972); STUARDO (1972); ZEC (1972); AGUILA (1973); BALLESTEROS (1973); CVITANIC (1973); MONTOYA (1973); PINTO y ROYO (1973); VITERI (1973); BAGRADO (1974); BUSTAMANTE (1974); GRAU DE FOLLIO (1974); STAMBUK (1974); PINTO (1978); LETELIER (1998); y PINTO *et al.* (1998), todos estos presentando en común el análisis de muestras de leche tomadas a nivel de plantas lecheras: en los silos de almacenamiento o en algunos casos, de la zona de recepción. Por su parte, los trabajos sobre este tema que consideran una investigación a nivel de rebaño, o a nivel de predio, incluyéndose en varios de ellos la producción de leche son: POTTER (1980); RIVEROS y MAGOFKE (1983); GARCÍA *et al.* (1984); MAGOFKE *et al.* (1984); PICO (1984); CORTÉS (1986); PINTO *et al.* (1986); GARCÍA *et al.* (1987); OSSA (1987); RUHE (1988); CARDENAS (1994); LAVIN (1996); CASAS (1996); HERRERA (1997); BRAVO (1998) y GARCÍA *et al.* (1999). En el caso de POTTER (1980) y BRAVO (1998), se incluyen las curvas de producción de leche y variación del peso de las vacas del fundo Punahue.

2.1 Factores que afectan la producción y composición de la leche.

La edad al parto, el estado de avance de la lactancia, el mes de parto, la genética, el lapso inter parto, el periodo seco, el año de parto y, el periodo de gestación son variables influyentes en la producción y composición de la leche. Además influyen otros factores como la zona en que viven los animales y el manejo que se les dé, enfermedades y otras circunstancias inusuales (MADDEN, 1958 y MAGOFKE *et al.*, 1984).

Las variaciones estacionales de la composición de la leche están gobernadas por varios factores. Los factores nutricionales asociados con cambios en la calidad de las praderas a lo largo del año, cambios fisiológicos asociados con el estado de la lactancia de las vacas, y factores patológicos asociados con cambios en la incidencia de mastitis juegan un rol importante. Esta es la razón por la cual en algunas ocasiones pueden confundirse los efectos de un factor con los de otro (AULDIST et al., 1998).

Refiriéndose al mismo tema LABEN (1963), agrega que los efectos estacionales son explicados por una combinación de factores incluyendo la genética de las vacas, el estado de la lactancia, el clima, y las prácticas de alimentación.

2.1.1 Efecto de la época de parto. La influencia de este factor sobre la producción y composición de la leche está ampliamente reconocida (GACULA, GAUNT y DAMON, 1968)

Se presentan importantes variaciones entre las diferentes estaciones del año, pero es complicado llegar a separar el efecto climático y la época de parto de los factores nutricionales y del estado de la lactancia (ROGERS y STEWART, 1982, y LEGATES, 1960). Las influencias estacionales en la composición de la leche varían de área en área, siendo específicas para cada región (GACULA, GAUNT y DAMON, 1968 y GAUNT, 1973)

En el Cuadro 1 se observa que lactancias iniciadas en el periodo de otoño son estadísticamente más productivas que las iniciadas en primavera. Esta afirmación la comparten (POTTER, 1980; OSSA, 1987; HERRERA, 1997 y BRAVO, 1998).

Según BRAVO (1998), esta diferencia se explica debido a que los partos de otoño presentan entre el 5^o y 8^o mes de lactancia un aumento en la producción de leche como consecuencia del crecimiento primaveral de la pradera y decae a partir de este momento por razones fisiológicas propias de la lactancia. Por otra parte, las lactancias iniciadas en primavera se ven afectadas por el periodo estival, debido a la baja disponibilidad y calidad del forraje, encontrándose las vacas en la mitad de su lactancia, lo cual disminuye la producción de leche.

CUADRO 1. Efecto de la época de parto sobre la producción de leche, duración de la lactancia y persistencia.

Época	Producción de leche (kg)	Duración de la lactancia (días)	Persistencia (%)	Número de lactancias
Otoño	4425a ¹	312a	74,0a	603
Primavera	4112b	291b	69,6b	459

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).
FUENTE: Adaptado de BRAVO (1998).

La mayor producción que se obtiene con partos de otoño está relacionada con valores superiores de largos de lactancia y persistencia. Las lactancias iniciadas en otoño se ven favorecidas por la primavera siguiente, en tanto que las lactancias iniciadas en primavera se ven afectadas por el periodo de verano, lo cual disminuye su duración (HERRERA, 1997 y BRAVO, 1998).

De forma similar McDANIEL, MILLER y CORLEY (1967), encontraron que las vacas paridas en invierno y primavera presentan su mayor producción dentro de los primeros 5 meses de lactancia y presentan menor persistencia que las lactancias de vacas de partos de verano y otoño. Además los efectos estacionales sobre la producción son mayores en la lactancia tardía.

En relación con el porcentaje de materia grasa, este es mayor durante los meses de invierno, luego hay un descenso durante la primavera, para seguir con esta disminución hasta fines de verano, momento en el cual comienza a incrementar (LABEN, 1963; SPIKE y FREEMAN, 1967; LOGANATHAN y THOMPSON, 1967).

Por esta razón, el promedio de la concentración de grasa es mayor para lactancias iniciadas en otoño. POTTER (1980), reportó un promedio de 3,28 y 2,63% para vacas con partos de otoño y primavera, respectivamente. Esto se atribuiría al alto contenido de fibra de la pradera entre enero y marzo y la fibra de los forrajes conservados, generalmente altos en el sur de Chile hacen que se favorezca la producción de grasa en los meses invernales.

La concentración de proteína es relativamente baja en invierno y verano para vacas de partos de otoño y primavera, pero son mayores durante la primavera cuando las pasturas son abundantes y de alta calidad (ROGERS y STEWART, 1982; GAUNT, 1973).

O'BRIEN et al. (1997), confirman lo anterior en su trabajo en el cual se observa un aumento del porcentaje de proteína de 3,2 a 3,41 al aumentar la disponibilidad de pasto por día de 16 a 24 kg MS/vaca.

Sin embargo, en un trabajo realizado por OKANTAH (1992), los sólidos no grasos no presentaron variación significativa por efecto de las estaciones del año, mientras que la grasa y los sólidos totales presentaron sus mayores valores en los periodos de menor precipitación, y por el contrario sus valores más bajos en épocas húmedas.

2.1.2 Efecto del mes de parto. Según lo encontrado en la literatura, además de la época de parto, es importante el efecto que produce el mes en que comienza la lactancia dentro de cada época.

Así se encuentra que en un estudio realizado por HERRERA (1997), en un predio con partos de otoño en la Décima Región, se producen diferencias significativas entre las vacas que inician su lactancia en abril y las que la comienzan en mayo-junio, siendo la superioridad de las lactancias iniciadas en abril con respecto a las iniciadas en mayo-junio de 3,4%.

Esto se muestra en el Cuadro 2, donde la producción de abril supera por 177 kg a la de mayo-junio. Además, queda de manifiesto el hecho de que las lactancias iniciadas en mayo-junio a parte de presentar la menor producción, presentan la menor persistencia.

Aunque el porcentaje de grasa presenta poca variabilidad, se observa que en forma semejante a la producción de leche, el mes de abril presenta el mayor porcentaje, y presenta solamente diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con las vacas paridas en marzo (Cuadro 2) (HERRERA, 1997).

CUADRO 2. Efecto del mes de parto sobre producción de leche, duración de la lactancia y persistencia (otoño).

Mes de parto	Producción de leche (kg)	Duración lactancia (días)	Persistencia (%)	Producción grasa (kg)	Porcentaje grasa (%)	Número lactancias
Marzo	5326ab ¹	337a	82,43a	204,0b	3,61b	203
Abril	5463a	325a	82,33a	211,1a	3,69a	316
Mayo-junio	5286b	321a	78,25b	203,3b	3,65ab	242

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)
FUENTE: Adaptado de HERRERA (1997).

Dentro de la época de primavera, las mayores producciones de leche se obtienen de animales con partos ocurridos tempranamente (julio - agosto) (MAGOFKE *et al.*, 1984; CORTÉS, 1986; GARCÍA *et al.*, 1987; HERRERA, 1997 y GARCÍA *et al.*, 1999).

En el Cuadro 3, para vacas de la Décima Región de Chile paridas a fines de invierno y comienzos de primavera, los partos tempranos ocurridos en julio-agosto, son los que presentan la mayor producción de leche por lactancia, con un desvío positivo de 301,6 kg en relación con el promedio, y una mayor producción de 748,3 kg por sobre los partos de noviembre. Las pariciones de septiembre, octubre y noviembre tienen un 6; 9 y 25% de menor producción, que los partos tempranos, respectivamente. Este hecho puede explicarse en gran medida porque en las vacas que paren en julio-agosto y septiembre, el periodo de mayor capacidad productiva en la lactancia coincide con la tasa de crecimiento más alta de la pradera (CORTÉS, 1986 y GARCIA *et al.*, 1987).

CUADRO 3. Efecto del mes de parto sobre la producción total de leche (primavera).

Mes de parto	Producción de leche			
	Promedio mínimo cuadrado (kg)	Error estándar (kg)	n	Producción relativa (%)
Julio-agosto	2990,6a ¹	34,3	249	100
Septiembre	2810,4b	34,7	203	94
Octubre	2712,7b	42,6	139	91
Noviembre	2242,3c	71,5	51	75

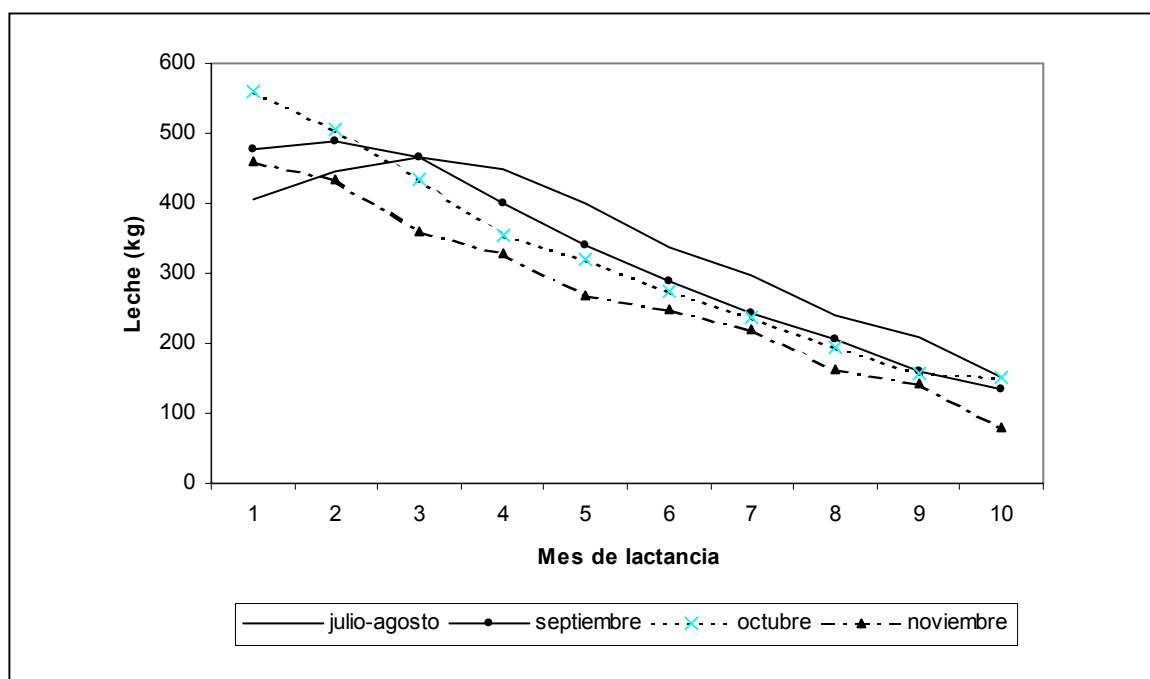
¹ Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

FUENTE: GARCIA *et al.* (1987).

Coincidente con lo anterior, MAGOFKE *et al.* (1984), dicen que con excepción de los dos primeros meses de lactancia, siempre las producciones mensuales son superiores para los partos que ocurren más tempranamente (figura 1). No existe relación entre las máximas producciones logradas y la producción total, debido a la menor persistencia de las lactancias iniciadas más

tardíamente. Octubre y noviembre constituyen la excepción. En este caso, existiendo igual persistencia, las producciones de noviembre son siempre inferiores. También se puede observar que la cantidad de leche producida hasta el 5º mes de la lactancia por las vacas paridas en julio-agosto, representa el 64% de su producción total. Para las vacas paridas en septiembre, octubre y noviembre, este valor es de 68%.

FIGURA 1. Curvas de producción de leche en lactancias iniciadas en julio-agosto, septiembre, octubre y noviembre, ordenadas según mes ordinal de lactancia, en vacas Holando-Europeo de la X Región.



FUENTE: MAGOFKE *et al.* (1984).

El porcentaje de grasa, de los sólidos no grasos y del total de sólidos de la leche presenta una respuesta distinta al patrón seguido por la producción de leche (BLANCHARD, FREEMAN y SPIKE, 1966).

La tendencia de producción de grasa y leche es muy similar tanto en la cantidad total producida como en su tendencia a través de la lactancia. La

cantidad de materia grasa disminuye significativamente desde las lactancias iniciadas en julio-agosto, hasta noviembre. En relación con el porcentaje de materia grasa no se muestran diferencias significativas de acuerdo al mes en que ocurre el parto. Existe, sin embargo una tendencia a disminuir a medida que avanza la época de parición (MAGOFKE *et al.*, 1984 y HERRERA, 1997).

2.1.3 Efecto del año de parto. Según lo encontrado en la literatura el año de parto es analizado dentro de una época específica de parición. Por esta razón, primero se comentará sobre el efecto causado en vacas de parto otoñal, y luego en aquellas que presentan su parición en primavera.

HERRERA (1997), afirma que la tendencia al aumento en producción de leche dentro del periodo estudiado, se explica por una mejora progresiva en el manejo del rebaño. En el sistema monoestacional de partos de otoño, la precipitación pluvial no tiene mucha influencia debido a que las vacas permanecen estabuladas aproximadamente 2/3 de su lactancia (mayo – septiembre), durante este periodo la alimentación se basa fundamentalmente en ensilaje de pradera.

Para una mejor ilustración del efecto del año de parto, este mismo autor los agrupó según el nivel de producción de leche en: muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo. En el Cuadro 4 se observa que en el año muy bueno se produce 21% más de leche respecto al año muy malo. También se aprecia claramente que en este estudio la persistencia tuvo un mayor efecto sobre la producción de leche, que la duración de la lactancia, presentando el año muy malo la menor persistencia y el muy bueno la mayor.

CUADRO 4. Efecto del tipo de año sobre la producción de leche, duración de la lactancia y persistencia (otoño).

Tipo de año	Producción de leche		Duración de la lactancia (días)	Persistencia (%)
	kg	%		
Muy bueno	5892	100	330	83,16
Bueno	5654	96	345	80,39
Regular	5299	90	299	81,83
Malo	5061	86	320	80,36
Muy malo	4668	79	326	78,70

FUENTE: HERRERA (1997).

En primavera GARCIA et al. (1987) clasificaron los años de acuerdo a las precipitaciones que se presentaron, encontrándose años buenos, regulares, malos y muy malos (Cuadro 5). Se observa que el año bueno es el que presenta la producción de leche, con un desvío positivo de 478,7 kg por sobre el promedio del periodo con una diferencia de 931,2 kg con el año muy malo. Los años regulares, malos y muy malos presentan una menor producción de 9; 22 y 29%, respectivamente, en relación con el año bueno. Las diferencias entre años en la producción total de leche, en sistemas con pariciones de primavera sustentados principalmente por el aprovechamiento de las praderas, se deben fundamentalmente, a diferencias en duración y persistencias de las lactancias, a causa de variaciones en la cantidad y distribución de las precipitaciones registradas en el periodo estival, especialmente diciembre y enero. En años de sequía, se acortan las lactancias debido a que las vacas se secan prematuramente, además bajo estas circunstancias se presentan menores persistencias de la curva de producción.

CUADRO 5. Efecto del año de parto sobre la producción total de leche (primavera).

Año de parto	Tipo de año	Producción de leche			
		Promedio mínimo cuadrado (kg)	Error estándar (kg)	n	Producción relativa (%)
1980	Bueno	3167,7a ¹	52,4	97	100
1979		Regulares	2871,2b	36,6	217
1981					
1978					
1982	Malos	2480,6c	35,7	209	78
1983					

¹ Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

FUENTE: GARCIA *et al.* (1987).

Con respecto a la materia grasa, MAGOFKE *et al.* (1984), afirman que los kilos de esta aumentan estrechamente con la producción de leche. Cuando se expresa como porcentaje, solo los años malos producen leche con mayor tenor de grasa respecto al año regular, aún cuando esta diferencia es muy pequeña. En el año bueno, las lactancias se inician con un mayor porcentaje de materia grasa, produciéndose la inflexión de la curva a partir del 6^o mes. En este año la producción de materia grasa es mayor hasta el 5^o mes respecto a los años malos y regulares, pero consistentemente inferior con posterioridad.

2.1.4 Efecto de la edad y número de parto. La cantidad de leche producida presenta una tendencia al aumento desde la lactancia 1 hasta las lactancias 3 ó 4. Después, en lactancias siguientes, comienza a disminuir (OKANTAH, 1992; McDANIEL, MILLER y CORLEY, 1967).

Según BLANCHARD *et al.* (1966), la producción aumenta desde los 2 años de edad hasta los 7 y luego declina suavemente.

GARCIA *et al.* (1984) y GONZÁLEZ y MAGOFKE (1994), encontraron que el efecto causado por la edad era más importante que el causado por el

número de parto. Las vacas de igual edad tienen producciones muy similares independientemente del número de parto en que se encuentren (Cuadro 6).

CUADRO 6. Producción de leche según número ordinal de parto y edad de vacas holando-europeo de la X Región.

Número del parto	1	1	2	2	3	3	4
Edad de la vaca (años)	2	3	3	4	4	5	5 y más
kg de leche	2317a ¹	2696b	2663b	3007c	3016c	3086cd	3225d
Desv. Stand.	538	530	533	530	522	525	549
n ²	117	66	80	52	55	29	149

¹ Promedios con letras diferentes son significativamente distintos ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias

FUENTE: Adaptado de GARCIA *et al.* (1984).

Sin embargo HERRERA (1997), no concuerda con estos autores al obtener en su trabajo que el factor más determinante en producción de leche es el número de parto y no la edad de la vaca. En el Cuadro 7 se observa que no hay diferencias significativas entre las vacas que tuvieron su primer parto a los 2 o 3 años. Según el mismo autor, la falta de coincidencia del factor más determinante entre diferentes lechería se debe al manejo de las terneras de reemplazo.

CUADRO 7. Producción de leche según número ordinal del parto y edad de la vaca.

Número del parto	1	1	2	2	3	3	4
Edad de la vaca (años)	2	3	3	4	4	5	5
kg de leche	4312c ¹	4420c	4983b	5107ab	5258ab	5524a	5495a
Desv. Stand.	96	227	105	225	123	152	141
n ²	90	25	66	26	46	31	39

¹ Promedios con letras diferentes son significativamente distintos ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias

FUENTE: Adaptado de HERRERA (1997).

Al agrupar las lactancias mayores a 4, y considerar esta cifra igual a 100, las producciones de la 1^a, 2^a y 3^a lactancia fueron en el mismo orden, de 72, 83 y 94% para animales paridos por primera vez a los dos años y de 84, 93 y 96% para aquellos que lo hicieron a los 3 años (GARCIA *et al.*, 1984).

El porcentaje de materia grasa decrece a medida que la vaca avanza en su número de lactancia (BLANCHARD, FREEMAN y SPIKE, 1966; JOHNSON *et al.*, 1959; SPIKE y FREEMAN, 1967).

Al comparar vacas Holstein de distinta edad, en un mismo estado de lactancia y, para un mismo mes del año, se puede ver que al segundo y tercer año de edad presentan una leche con un 3,71% de grasa, mientras que cuando estas poseen 6 a 8 años la concentración es sólo de 3,61% (SPIKE y FREEMAN, 1967).

CUADRO 8. Efecto de la edad al parto sobre la producción y composición de la leche en vacas Holstein Friesian.

Edad	Leche	Grasa	Sólidos no grasos	Sólidos totales	Grasa	Sólidos no grasos	Sólidos totales
	(kg)				(%)		
<2	4369	160	380	539	3,7	8,7	12,3
>2,<3	4937	180	427	607	3,7	8,7	12,3
>3,<4	5489	200	470	670	3,6	8,6	12,2
>4,<5	5870	212	498	710	3,6	8,5	12,1
>5,<6	6097	219	516	735	3,6	8,5	12,1
>6,<7	6137	220	517	737	3,6	8,4	12,0
>7,<8	6086	217	511	728	3,6	8,4	12,0
>8,<9	6120	217	514	731	3,5	8,4	11,9
>9,<10	6013	213	500	714	3,5	8,3	11,9
>10	5966	213	496	709	3,6	8,3	11,9

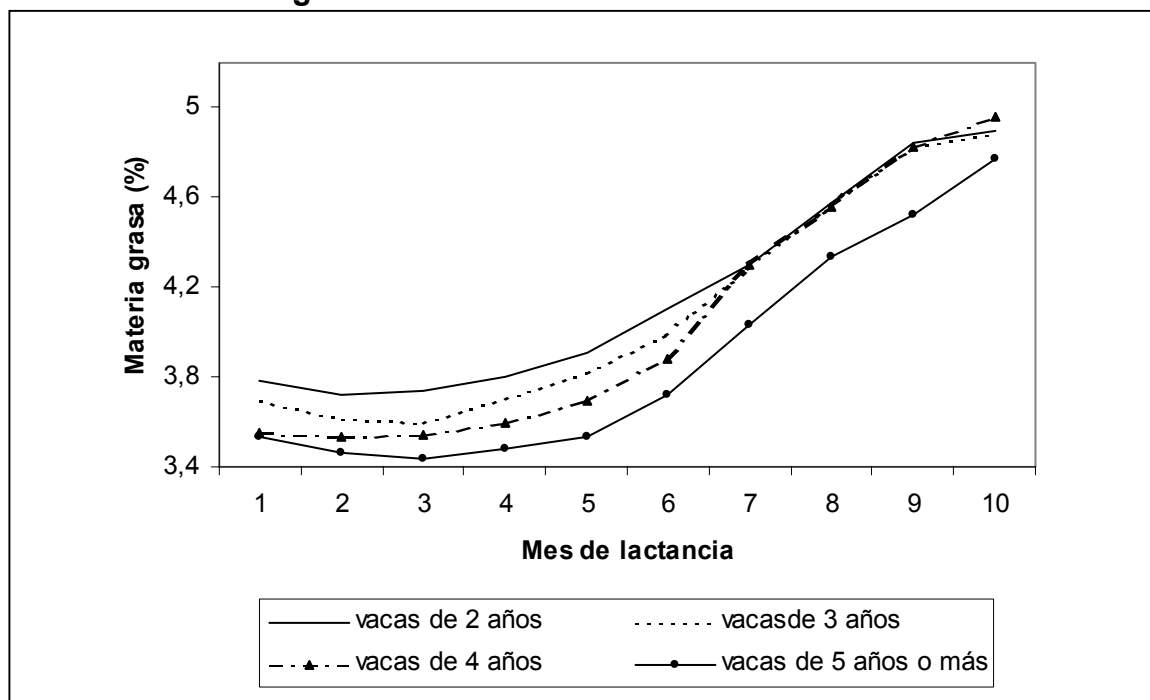
FUENTE: Adaptado de BLANCHARD *et al.* (1966).

El porcentaje de materia grasa, sólidos no grasos, y el total de sólidos disminuyen consistentemente para vacas con partos desde los 2 a los 10 años

de edad. Por el contrario, el efecto de la edad sobre las cantidades de grasa, sólidos no grasos, y el total de sólidos es similar al efecto de la edad sobre la cantidad de leche producida. Para este caso, la producción aumenta desde los 2 hasta los 6 ó 7 años de edad, luego disminuye suavemente (Cuadro 8) (BLANCHARD *et al.*, 1966).

Se produce un aumento en forma significativa en los kilos de grasa con la edad y una disminución del tenor de esta en la leche. En la Figura 2, donde se indica el tenor mensual de grasa en la leche, se observa un menor contenido en los 6 primeros meses en la leche de vacas a medida que aumenta su edad. A partir del 7º mes, el porcentaje es muy similar, excepto en las vacas de 5 y más años, que siempre se mantienen por debajo de los partos 1º al 4º (GARCIA *et al.*, 1984).

FIGURA 2. Curvas de porcentaje de materia grasa en la leche, según distinta edad de la vaca, en animales Holando-Europeo de la X Región.



FUENTE: GARCIA *et al.* (1984).

La edad de la vaca tiene un efecto significativo sobre el contenido y la composición de la proteína de la leche. De los 2 a los 3 años de edad, existe un ligero aumento de la proteína total y de las proteínas del suero, mientras que la caseína no se ve alterada. Luego, cuando la vaca es mayor de 3 años, hay una disminución de la proteína total y de la caseína, mientras que las proteínas del suero se mantienen constantes (NG-KWAI-HANG *et al.*, 1982).

De forma similar ROGERS y STEWART (1982), afirman que existe un leve aumento (0,1) del porcentaje de proteína en las primeras 3 lactancias. Con respecto a este tema GACULA, GAUNT y DAMON (1968), encontraron que el contenido de proteína es estable según las distintas edades, aunque exista una tendencia a disminuir mientras mayor es el animal.

2.1.5 Efecto del estado de la lactancia. La concentración de los constituyentes de la leche no son significativamente influenciados por este, mientras que si lo es para la cantidad de grasa ($P \leq 0,01$) y para la cantidad de proteína (SHARABY, 1988).

Como se puede observar en el Cuadro 9, el porcentaje de grasa y de sólidos no grasos disminuye desde el 1^{er} mes de lactancia hasta el 2^o. El mínimo se logra al 2^o o 3^{er} mes. El porcentaje aumenta gradualmente hasta el 7^o u 8^o mes de lactancia, con un fuerte incremento dentro de los últimos dos meses. Esto último debido al avanzado estado en que se encuentra la gestación (SPIKE y FREEMAN, 1967).

CUADRO 9. Porcentaje promedio de grasa y de los sólidos no grasos según mes de lactancia.

	Mes de lactancia									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% grasa	3,81	3,53	3,48	3,50	3,54	3,59	3,65	3,72	3,81	3,88
Sólidos no grasos	8,72	8,45	8,45	8,47	8,49	8,50	8,53	8,60	8,68	8,73

FUENTE: Adaptado de SPIKE y FREEMAN (1967).

Similar afirmación plantean AULDIST et al. (1998), al decir que la concentración de varios componentes de la leche (e.g. proteína, grasa) aumentan a medida que progresa la lactancia. Esto se explica por los efectos de concentración que se producen al decrecer los volúmenes de leche, por lo que también decrecen las cantidades de grasa y de proteína en la lactancia avanzada o tardía.

Para vacas Holstein, con una alimentación en base a praderas y sólo suplementadas con ensilaje durante principios de invierno en Nueva Zelandia, existe un efecto significativo ($P \leq 0,01$) del estado de la lactancia y la época del año en las cantidades de leche, grasa y proteína. En todos los muestreos realizados, las cantidades de leche, grasa y proteína fueron mayores en el estado de lactancia temprana y menores en el estado de lactancia tardío. Además, las cantidades de leche, grasa y proteína fueron mayores en verano y menores en invierno. Finalmente se encontró una interacción ($P \leq 0,05$) entre los efectos del estado de la lactancia y la época del año; los efectos del estado de la lactancia son mayores en invierno que en verano (AULDIST et al., 1998).

Los efectos del estado de la lactancia en la cantidad de leche se deben a cambios fisiológicos en el número y la actividad secretora de las células de la glándula mamaria. El peak en la producción de leche ocurre alrededor de los 40 días post parto, debido a un rápido aumento del tejido secretor causado por una combinación de hiperplasia celular seguido de una hipertrofia . Después de esto comienza a disminuir el número de células secretoras (apoptosis) hasta la involución, todo esto acompañado por una declinación en el volumen de leche producida (AULDIST et al., 1998).

En el caso de la cantidad de leche, y concentración de algunos componentes de la leche (proteína, lactosa, caseína), hay interacciones entre los efectos del estado de la lactancia y la época del año. Las diferencias en la

cantidad de leche y composición de esta entre una lactancia temprana y una tardía se vuelven mayores cuando el año progresa de primavera a invierno. Esto demuestra que el efecto del estado de la lactancia es mayor en otoño-invierno, cuando la disponibilidad de las praderas son menores. Esto se puede explicar porque la dieta induzca un aumento en la disminución del número de células secretoras después del peak de lactancia (AULDIST *et al.*, 1998).

2.1.6 Efecto del periodo seco. En el Cuadro 10 se puede ver que el promedio diario de producción de leche (4% MG) en los primeros 84 días post parto es 2,8 kg/día mayor en vacas que tuvieron 7 semanas de periodo seco en relación con las que sólo tuvieron 4 semanas. De forma similar vacas que tuvieron un periodo seco de 10 semanas producen 0,5 kg/día más de leche (4% MG) que las que sólo presentaron uno de 7 semanas (SORENSEN y ENEVOLDSEN, 1991).

La producción lechera a lo largo de una lactancia dada aumenta con la duración del periodo seco precedente, pero de manera decreciente. Incluso disminuye en algunos trabajos realizados a partir de una duración del periodo seco de 6 a 7 semanas. La reducción de producción a lo largo de una lactancia es, de forma coherente, cercana a 10% cuando la duración del periodo seco precedente es disminuido de dos meses a un mes, y de 18 a 29% cuando este periodo es completamente omitido (RÉMOND, KÉROUANTON y BROCARD, 1997).

Una duración del periodo seco de 50 a 59 días da la mayor producción en la lactancia siguiente. Sin embargo, las producciones obtenidas para periodos seco de 40 a 49 y de 60 a 69 días no presentan grandes diferencias en términos prácticos (SCHAEFFER y HENDERSON, 1971).

CUADRO 10. Efecto de la duración del periodo seco en la producción de leche en la lactancia posterior.

Variable	Días post parto	Periodo seco (semanas)			P value en test F	Mínima significancia
		4	7	10		
Leche, kg/d	1 a 84	22,0	24,5	25,1	<0,001	0,8
Grasa, kg/d	1 a 84	0,93	1,06	1,07	<0,001	0,04
Proteína, kg/d	1 a 84	0,77	0,83	0,83	<0,001	0,03
4%grasa, kg/d	1 a 84	22,9	25,7	26,2	<0,001	1,0
4% grasa, kg/d	1 a 168	21,2	23,9	24,3	<0,001	0,8
4% grasa, kg/d	168	18,7	21,0	21,2	<0,001	1,0

FUENTE: SORENSEN y ENEVOLDSEN (1991).

Con respecto a este tema DAIS y ALLAIRE (1980), afirman que existe una reducción general en la duración óptima del periodo seco al aumentar el número de lactancia o la edad del animal. De esta forma vacas que están sobre su lactancia número 4 requieren 27 días secos en comparación con los 67 días requeridos por vacas en su primera lactancia. Por el contrario, hay una pequeña diferencia en la cantidad de días óptimos en periodo seco entre edades cuando el lapso inter parto es corto (i.e. menor de 340 días). Para este caso todas las vacas requieren de 54 a 68 días secos.

Al estar sobre los 320 días de duración del lapso inter parto, por cada 20 días que aumente la duración de este, el periodo seco aumenta en 6,5 días. Además, al aumentar el lapso inter parto aumenta la producción de leche en forma decreciente (WOOD, 1985).

La leche secretada (en menor cantidad) a lo largo de la lactancia siguiente a un periodo seco acortado u omitido es sistemáticamente más rica en proteína y más pobre en lactosa. El contenido de materia grasa generalmente es aumentado. La proporción de caseínas en las proteínas no se ve modificada (RÉMOND, KÉROUANTON y BROCARD, 1997).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Material

Para la realización del presente estudio se utilizaron los registros de la lechería del Fundo experimental Punahue, propiedad de la Universidad Austral de Chile, provenientes de lactancias ocurridas en un periodo de 10 años (temporadas 1990-91 a 2000-01).

3.1.1 Ubicación geográfica. El predio se encuentra ubicado en la comuna de Los Lagos, Provincia de Valdivia, X Región, Chile, en la precordillera Andina, (230 metros sobre el nivel del mar, 39°51' Latitud Sur, meridiano 72°36' Longitud Oeste), siendo su principal acceso la carretera T-45 que une Los Lagos con Riñihue.

3.1.2 Características del suelo. El suelo corresponde a la serie Malihue, ubicado en la zona agroedáfica de trumaos en precordillera, con topografía compleja y pendientes de hasta 30% (MONTALDO *et al.*, 1982). Los suelos son moderadamente profundos a profundos. Por la posición media a alta el drenaje es bueno, salvo en las zonas bajas cercanas a esteros donde existen problemas de drenaje en épocas de mayor precipitación, no por la existencia de una estrata impermeable sino por un nivel freático superficial (ELLIES, 1972).

El terreno destinado a la actividad lechera ocupa suelo trumao, parte plano y parte en lomajes.

3.1.3 Características climáticas. Punahue se encuentra en una zona de clima templado lluvioso con influencia mediterránea (RODRÍGUEZ, 1989), con una temperatura media anual de 11-12°C y una media para enero y julio de 17-18°C

y 7-8°C respectivamente (ELLIES, 1972). El promedio anual de precipitación está entre los 2000 y 2300 mm, presentando la mayor cantidad de lluvias en los meses de mayo a agosto (RAMÍREZ, 1976).

3.1.4 Antecedentes de la lechería. La superficie total del predio es de 717,67 ha, las cuales se clasifican en terreno arable, ñadi y bosque con 447,37 , 95,79 y 174,51 ha, respectivamente. El área destinada a lechería entre 1990 y 1998 es de 107,2 ha, las que se distribuyen en rotación de cultivos de coles forrajeras con 4,5 ha y lupino 4,5 ha, pradera bianual (8,2 ha) y pradera permanente (90 ha), esta última compuesta principalmente por ballica inglesa y trébol blanco. En 1999 se incorporan alrededor de 8 ha de pradera anual, y se aumenta el número de hectáreas de pradera permanente llegando a una extensión total de suelo para la lechería igual a 122,3 ha.

En la segunda mitad de la década de los 80, se inició en el rebaño lechero la incorporación vía cruzamientos de la raza Holstein Friesian. De esta manera se pasó de la raza overo negro original, a animales con diferente porcentaje de Holstein. Por lo tanto desde el año 1990 al presente, el rebaño ha presentado un proceso de holsteinización, existiendo en su mayoría animales del tipo frisón negro.

La lechería cuenta con una sala de ordeña con 10 unidades tipo espina de pescado de línea baja pendular, implementado a partir de 1975 y la ordeña se realiza dos veces al día. Además, existe un patio de alimentación implementado desde 1978, con capacidad para 72 vacas que fue ampliado a principios de 1990, aumentando su capacidad para otras 32 vacas. Una nueva ampliación fue realizada en febrero de 1993 para incorporar 32 vacas más.

3.1.5 Manejo del rebaño. La mayor parte del año (primavera, verano, otoño) el rebaño lechero está dividido en animales que se encuentran en lactancia,

preparto y etapa de secado. Sin embargo, durante el invierno las vacas que se encuentran en producción son divididas en 5 grupos, siendo uno el lote de vaquillas, mientras que los otros cuatro responden a un ordenamiento según su producción: alta (sobre 25 L/día), media alta (mayor a 22 y menor a 25 L/día), media baja (menor a 22 y superior a 19 L/día) y baja (menor a 19 L /día). De todas estas agrupaciones sólo permanecen en el patio de alimentación, por separado, los tres lotes de mayor producción además de las vaquillas. Las vacas en estado de preparto, periodo de secado y las de baja producción se mantienen en potreros con comederos.

3.1.6 Alimentación del rebaño. Durante los años 1990 a 2001 la alimentación es en base a pradera, ensilaje, concentrado y, en ciertas épocas del año se utiliza el aporte de cultivos forrajeros. En los meses de enero, febrero y marzo la alimentación incluye pradera, lupino forraje y concentrado; desde Abril hasta principios de mayo incluye pradera, ensilaje, coles forrajeras, melazán, concentrado comercial y concentrado predial (avena, triticale y un suplemento proteico). En invierno (mayo a agosto), la dieta está constituida por los mismos alimentos descritos previamente exceptuando la pradera la cual no se pastorea durante este periodo. En la época primaveral (septiembre a diciembre), la pradera constituye el principal alimento, suplementando además con concentrado según producción. Se debe mencionar que a lo largo de todo el año se realiza un aporte de sales minerales.

El suplemento proteico empleado para el concentrado predial ha fluctuado entre harina de pescado y harina de carne y hueso, utilizándose actualmente el afrecho de soya.

3.1.7 Información. Corresponde al control lechero oficial efectuado por la empresa COOPRINSEM, que se realiza en forma mensual para todas las vacas en producción, e incluye lo siguiente:

- Identificación del animal: número, nombre, RP^a.
- Raza y clase de vaca^a.
- Padres del animal.
- Periodo seco.
- Lapso Inter parto.
- Fecha de parto.
- Edad al parto.
- Fecha de secado.
- Número de parto.
- Cría: nombre^a, sexo^a, nombre de los padres^a.
- Día de control: kilos de leche producidos, porcentaje de materia grasa, porcentaje de proteína^b, urea^c, relación grasa:proteína^c.
- Persistencia de la curva de lactancia^a.
- Lactancia actual: Leche acumulada, porcentaje de materia grasa, porcentaje de proteína^b, días en lactancia, promedio de leche día^a, días al peak^a, producción al peak^a, producción corregida a 305 días.
- Índice genético: cow index percentil^a.
- Reproducción: Fecha de cubierta, nombre del toro, número de cubierta, palpación, lapso parto-primer servicio^a, lapso parto-preñez^a.
- Observaciones^a: abortos, vacas gestantes, información adicional de las palpaciones, de las cubiertas, etc.

Esta información se incluye en los controles lecheros desde:

^a Marzo de 1994; ^b Agosto de 1995; ^c Mayo de 1996.

3.2 Método

3.2.1 Manejo de la información. La información seleccionada para desarrollar el estudio fue la siguiente:

- Identificación del animal: Número y RP
- Fecha de parto
- Día de control: kilos de leche producidos, porcentaje de materia grasa, porcentaje de proteína
- Fecha de secado
- Edad al parto
- Número de parto
- Periodo seco

Estos datos se ingresaron al computador en una planilla de cálculo Excel, la cual presenta como encabezado en su eje vertical el número de cada vaca además de su número de parto, edad, fecha de parto, fecha de secado y la duración de su periodo seco. En su eje horizontal se encuentra la fecha en que se realizó el registro (Anexo 1).

En total se construyeron 4 planillas. En la segunda de estas se transformaron los porcentajes de materia grasa y proteína en kg. Una vez que ya se tenía toda la producción expresada en kg se procedió a corregirla a una base común de 30 días (tercera planilla). En la última de estas hojas de cálculo se determinó la producción acumulada en 30 días, es decir se multiplicó por 30 cada uno de los datos diarios de producción de la planilla anterior (Anexo 2). De esta planilla final Excel se creó un archivo con formato de texto, compatible con el programa SAS (Anexo 3).

Del total de 1602 lactancias ingresadas en las planillas se eliminaron 24 por tratarse de valores erróneos de número de parto, fecha de parto o fecha de

secado. Por lo tanto, quedaron 1578 lactancias como población base, de las cuales se eliminaron todas aquellas consideradas “anormales”. Después de una serie de análisis preliminares, se determinaron 2 épocas de parto; otoño, que incluyó marzo, abril y mayo, y primavera, con julio, agosto y septiembre (Cuadro 17). Por lo tanto se consideraron como lactancias normales todas aquellas iniciadas dentro de alguno de los meses indicados. También se eliminaron las lactancias que presentaron una duración menor a los 200 días (Cuadro 21). De esta manera, quedaron disponibles 1439 lactancias para analizar el efecto del número, época, mes y año de parto (Cuadro 11).

Debido a que las lactancias de animales de 1^{er} parto no presentan un periodo seco que las anteceda, y a la inexistencia de registros de esta variable en algunas vacas, sólo 1161 lactancias presentaron valores de periodo seco. Sin embargo, se eliminaron 81 lactancias por encontrarse fuera de época o por ser demasiado cortas, quedando 1080 observaciones disponibles para el estudio del periodo seco (Cuadro 11).

CUADRO 11. Cantidad de lactancias eliminadas según año de parto y causa.

Año de parto	Total de lactancias completas	Causas de eliminación		Total ³	Eliminación	
		Fuera de época ¹	Cortas ²		Sin datos de periodo seco	Total ⁴
1990	110	0	4	106	32	74
1991	144	19	14	111	36	75
1992	121	1	1	119	29	90
1993	152	3	7	142	45	97
1994	151	5	5	141	35	106
1995	149	4	5	140	30	110
1996	168	8	5	155	49	106
1997	158	9	15	134	19	115
1998	166	3	10	153	39	114
1999	139	4	10	125	25	100
2000	120	0	7	113	20	93
Total	1578	56	83	1439	359	1080

¹ Partos no ocurridos en marzo, abril, mayo, julio, agosto o septiembre.

² Lactancias menores a 200 días de duración.

³ Número de observaciones disponibles para analizar efecto del número, época, mes y año de parto.

⁴ Número de observaciones disponibles para analizar efecto del periodo seco.

Como ya se mencionó en el capítulo 3.1.7, sólo se dispuso de registros de proteína láctea desde agosto de 1995 en adelante. Esto significó que el número de observaciones consideradas para esta variable sea diferente a los datos mencionados en el Cuadro 11, válidos para producción de leche y grasa, porcentaje de materia grasa, largo de lactancia y persistencia. El Cuadro 12 muestra el número total de observaciones que presentan registros de proteína y la cantidad de lactancias eliminadas.

CUADRO 12. Cantidad de lactancias que presentan datos de proteína, eliminadas según año de parto y causa.

Año de parto	Total de lactancias completas	Causas de eliminación		Total ³	Eliminación	
		Fuera de época ¹	Cortas ²		Sin datos de periodo seco	Total ⁴
1995	52	2	3	47	5	42
1996	168	8	5	155	49	106
1997	158	9	15	134	19	115
1998	166	3	10	153	39	114
1999	139	4	10	125	25	100
2000	120	0	7	113	20	93
Total	803	26	50	727	157	570

¹ Partos no ocurridos en marzo, abril, mayo, julio, agosto o septiembre.

² Lactancias menores a 200 días de duración.

³ Número de observaciones disponibles para analizar efecto del número, época, mes y año de parto.

⁴ Número de observaciones disponibles para analizar efecto del periodo seco.

La forma en que se trabajó con la variable edad constituye un caso especial en este estudio. De las 1602 lactancias ocurridas dentro del periodo estudiado, sólo 1494 presentaron registros de edad, correspondiendo 354 a lactancias de vacas de primer parto. Por esta razón la caracterización de la edad del rebaño y de la edad al primer parto en los puntos 4.1.3 y 4.1.4 se realizó con 1494 lactancias. Además, de este número de observaciones, sólo 1366 correspondieron a lactancias “normales” eliminándose 128 por ser demasiado cortas o estar fuera de época (Cuadro 13).

CUADRO 13. Cantidad de lactancias con registros de edad, lactancias eliminadas y lactancias estudiadas para evaluar la edad.

Año de parto	Total de lactancias con registros de edad	Causas de eliminación		Total ³
		Fuera de época ¹	Cortas ²	
1990	110	0	4	106
1991	144	19	14	111
1992	120	1	1	118
1993	148	3	7	138
1994	148	5	5	138
1995	145	4	5	136
1996	152	5	5	142
1997	151	9	13	129
1998	149	2	10	137
1999	125	3	9	113
2000	102	0	4	98
Total	1494	51	77	1366

¹ Partos no ocurridos en marzo, abril, mayo, julio, agosto o septiembre.

² Lactancias menores a 200 días de duración.

³ Número de observaciones disponibles para analizar efecto de la edad; número, época, mes y año de parto.

Solo se consideraron los primeros 305 días de lactancia, no incluyendo la leche producida por los animales después de este periodo, ni se proyectaron a 305 días lactancias de menor duración.

Una vez estandarizadas las producciones a una base común de 30 días, se corrigió la producción de leche a un 4% de materia grasa y se calcularon las persistencias de cada una de las curvas de lactancia. Es importante mencionar que los valores de persistencia presentados en este trabajo fueron calculados de acuerdo a la producción de leche corregida y no a la producción de leche real.

Finalmente, después de una serie de análisis preliminares se construyeron los modelos estadísticos a utilizar. Esto se explica a continuación en el punto 3.2.3 llamado métodos de cálculo.

3.2.2 Terminología.

3.2.2.1 Producción de leche real. Corresponde a la leche tal cual, es decir sin estandarización por porcentaje de materia grasa ni por largo de lactancia (305 días).

3.2.2.2 Producción de leche corregida. Se refiere a la leche que se corrigió al 4% de materia grasa. El procedimiento se explica en 3.2.3.1.

3.2.2.3 Largo de lactancia real. Corresponde a los largos de lactancia que originalmente ocurrieron, sin estandarización a 305 días.

3.2.2.4 Largo de lactancia estandarizado. Corresponde a lactancias igualadas a 305 días. Solo se estandarizaron aquellas lactancias que presentaban una duración superior a esta cifra.

3.2.3 Métodos de cálculo. En este punto se explica la forma en que se calculó la producción de leche corregida, la persistencia de la curva de lactancia y se indican los modelos estadísticos utilizados.

3.2.3.1 Producción de leche corregida. La producción de leche total y mensual se estandarizó a un 4% de materia grasa, según la fórmula desarrollada por Gaines y Davidson, citados por LASLEY (1982), que indica lo siguiente:

$$y = (0,4 \times l) + (15 \times g) \quad (3.1)$$

Donde:

y = Leche corregida a 4% de grasa.

l = kg de leche total.

g = kg de grasa total.

3.2.3.2 Persistencia de la curva de lactancia. Se cuantificó adoptando el método seguido por Tapia et al. (1964) citado por MAGOFKE et al. (1984), que puede resumirse en la siguiente expresión:

$$IP = \left(\sum_{i=1}^{10} \frac{x_i}{x_{máx}} \right) \times 10 \quad (3.2)$$

Donde:

IP = Índice de persistencia expresado en porcentaje.

x_i = Producción de leche en el i ésimo mes de lactancia.

$x_{máx}$ = Producción de leche del mes de máxima producción.

3.2.3.3 Modelos estadísticos. El análisis de las variables independientes que inciden sobre los distintos parámetros productivos, se realizó mediante promedios mínimos cuadrados. Debido a que las subclases contienen un número desigual de observaciones, la obtención de los promedios mínimos cuadrados se realizó mediante el procedimiento GLM (General Linear Model) del programa estadístico SAS (SAS, 1992).

Las comparaciones entre promedios mínimos cuadrados se realizaron por medio de la prueba “t” para promedios pareados (SAS, 1992).

Debido a la cantidad de variables en estudio y a las distintas agrupaciones que se realizaron con las mismas, se debió trabajar con más de un modelo estadístico. Además, como se encontrará más adelante (Cuadro 17), la lechería Punahue presenta 2 épocas claras de parto (otoño y primavera). Por esta razón, y en consideración de que estas épocas componen sistemas de

producción distintos, se decidió trabajar por separado dentro de otoño y dentro de primavera. Además, en este estudio se analizó el efecto del periodo seco para lo cual se creó un modelo adicional, debido al distinto número de observaciones con respecto a los demás modelos (Cuadros 11 y 12).

En total se construyeron 3 modelos: “modelo estadístico global”, “modelo estadístico estacional” y “modelo estadístico de periodo seco”. Para trabajar con estos sistemas estadísticos se debió codificar la información como se explica en el capítulo 3.2.3.3.1.

Todos los modelos estadísticos fueron ajustados según la variable dependiente producción de leche real, ya que fue considerada como la más importante entre las variables estudiadas.

3.2.3.3.1 Estructura de las variables independientes. Para poder hacer esta estructuración, primero se realizó una caracterización de la lechería a partir de la información disponible (Capítulo 4.1). Realizado esto, la información fue codificada y agrupada de la siguiente manera:

- Época de parto: De acuerdo a lo encontrado en el Cuadro 17, se crearon 2 categorías, asignándole valor 1 a los partos de otoño (marzo, abril y mayo) y valor 2 a los partos de primavera (julio, agosto, septiembre).
- Mes de parto: Para los partos de otoño, a marzo, abril y mayo se le asignaron los valores 3, 4 y 5, respectivamente; mientras que a los de primavera a los meses de julio, agosto y septiembre, se le asignaron los números 7, 8 y 9, en el mismo orden.
- Edad de la vaca y número de parto: Debido a la existencia de varias edades al primer parto (Cuadro 20), se creó una serie de combinaciones entre la edad y el

número de parto. Por lo tanto, la información se ordenó de la siguiente forma: 1) vacas de primer parto con edad $\leq 2,5$ fueron consideradas de 2 años; 2) vacas de primer parto con edad $> 2,5$ y $\leq 3,5$ fueron consideradas de 3 años. Para una mejor comprensión de como se agrupó, la información se ordenó de la misma forma que la usada por GONZALEZ (1995), (Cuadro 14).

CUADRO 14. Agrupación en categorías de las combinaciones edad y número de parto.

Categorías	Combinación de edad con número de parto
1	1 ^{er} parto a los 2 años
2	1 ^{er} parto a los 3 años
3	2 ^o parto a los 3 años
4	2 ^o parto a los 4 años
5	3 ^{er} parto a los 4 años
6	3 ^{er} parto a los 5 años
7	4 ^o parto a los 5 años
8	4 ^o parto a los 6 años
9	5 o más partos a los 6 o más años

Sin embargo, como se explica más adelante (Capítulo 4.2.7; Cuadro 35), se decidió trabajar sólo considerando el efecto del número de parto omitiendo la edad. Después de un análisis preliminar (Cuadro 36), y en consideración de que los modelos se ajustan respecto a la producción de leche real, la variable número de parto también fue agrupada. Los dos primeros partos fueron codificados en forma individual, luego se formó un grupo que incluye el 3^{er} y 4^o parto por no presentar diferencias significativas en producción de leche real, y finalmente se incluyeron dentro de una misma clase a todos los partos mayores o iguales a 5 (Cuadro 15).

CUADRO 15. Agrupación del número de parto en categorías.

Número de parto	1	2	3 y 4	5 y más
Categoría	1	2	3	4

- Año de parto: Debido a la existencia de diferencias estadísticas importantes de la producción de leche real, entre años y entre épocas, y para una mejor ilustración del efecto del año de parto, se decidió agruparlos. La agrupación de los años de parto obedeció a un análisis estadístico preliminar para otoño (Cuadro 29) y para primavera (Cuadro 32), quedando en un mismo grupo (nivel de producción) aquellos años que no presentaban diferencias significativas en producción de leche real (Cuadro 16).

CUADRO 16. Agrupación de años de parto dentro de época según producción de leche real.

Agrupaciones de años	Época de parto	
	Otoño	Primavera
Muy alta producción	1990	1990,1995
Alta producción	1994	1992,1994,1996
Producción media	1991,1992,1996	1993,1997,1999,2000
Baja producción	1993,1995,1997,1998,1999,2000	1991,1998

- Periodo seco: De todos los modelos estadísticos utilizados en el estudio, en sólo uno se incluyó el efecto del periodo seco, al cual se denominó “modelo estadístico de periodo seco”. La razón de este modelo, como se mencionó anteriormente, radica en el menor número de observaciones con respecto a los demás modelos (Cuadros 11 y 12).

La duración del periodo seco fue estudiada como una variable lineal por lo que no se creó ningún tipo de agrupación y la información se codificó de acuerdo al número de días en periodo seco presentado por cada animal.

Los modelos utilizados son la resultante de una serie de análisis preliminares que sirvieron para la estructuración de las variables independientes, y además permitieron determinar que las interacciones de 2° grado entre los efectos principales no fueron significativas ($P \leq 0,05$) en ninguno de ellos y por tal razón, las interacciones no fueron incluidas en los modelos estadísticos definitivos.

3.2.3.3.2 Modelo estadístico global. Corresponde al modelo que incluye todas las variables independientes estudiadas en este trabajo a excepción del periodo seco. Con este modelo sólo se determinó el efecto de la época y el número de parto sobre las variables dependientes. El mes y el año de parto están expresados dentro de cada época y, como ya se mencionó anteriormente, los años se agruparon de forma distinta según la época de parto, por lo que se analizaron en el modelo estacional.

$$y_{ijklm} = \mu + p_i + m_j(p_i) + a_k(p_i) + n_l + e_{ijklm} \quad (3.3)$$

Donde:

y_{ijklm}	=	Variables dependientes.
μ	=	Promedio general.
p_i	=	Efecto asociado a la época de parto i .
$m_j(p_i)$	=	Efecto asociado al mes de parto j dentro de la época i .
$a_k(p_i)$	=	Efecto asociado al año de parto k dentro de la época i .
n_l	=	Efecto asociado al número de parto l .
e_{ijklm}	=	Error experimental.

3.2.3.3.3 Modelo estadístico estacional. Este modelo tiene por objeto determinar el efecto del mes y del año de parto, tanto en la época de otoño como de primavera y está estructurado como sigue:

$$y_{ijkl} = \mu + m_i + a_j + n_k + e_{ijkl} \quad (3.4)$$

Donde:

y_{ijkl}	=	Variables dependientes.
μ	=	Promedio general.
m_i	=	Efecto asociado al mes de parto i .
a_j	=	Efecto asociado al año de parto j .
n_k	=	Efecto asociado al número de parto k .
e_{ijkl}	=	Error experimental.

3.2.3.3.4 Modelo estadístico de periodo seco. Este modelo incluye además de todas las variables independientes (época de parto, mes de parto dentro de época, año de parto dentro de época y número de parto), a la longitud del periodo seco. El único objetivo buscado a través de este modelo es la determinación del efecto del periodo seco sobre las variables dependientes y consiste en lo siguiente:

$$y_{ijklmn} = \mu + p_i + m_j(p_i) + a_k(p_i) + n_l + bx_m + cx_m^2 + e_{ijklmn} \quad (3.5)$$

Donde:

y_{ijklmn}	=	Variables dependientes.
μ	=	Promedio general.

p_i	=	Efecto asociado a la época de parto i .
$m_j(p_i)$	=	Efecto asociado al mes de parto j dentro de la época i .
$a_k(p_i)$	=	Efecto asociado al año de parto k dentro de la época i .
n_l	=	Efecto asociado al número de parto l .
b, c	=	Coefficiente de regresión lineal y cuadrático.
x_m	=	Número de días en periodo seco.
e_{ijklmn}	=	Error experimental.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Este capítulo se inicia con un análisis descriptivo del rebaño lechero del fundo Punahue entre las temporadas 1990-91 y 2000-01. En esta etapa se utilizaron todas las lactancias completas ocurridas dentro del periodo analizado, obteniendo los promedios simples, las desviaciones estándar y la frecuencia de las distintas variables. Luego se continúa con la exposición de los resultados obtenidos en los análisis de varianza. Se puede ver la significancia para cada uno de los modelos y para las variables en particular. También se dan valores de los R^2 , grados de libertad y cuadrados medios del error. Finalmente, se muestran los efectos de los factores no genéticos sobre producción y composición de la leche, persistencia y largo de lactancia.

4.1 Caracterización de la lechería Punahue.

Se analizaron 1578 lactancias, provenientes de 493 vacas en producción durante los años 1990-2001. Debido a que sólo se contó con registros de proteína desde julio de 1995 en adelante, esta se analizó considerando 803 lactancias. La producción promedio (promedio simple) y desviación estándar (S.D.) para leche real, grasa y proteína durante el periodo en estudio fue de $5274,6 \pm 1373,2$ kg; $194,85 \pm 49,70$ kg y $163,47 \pm 42,97$ kg, respectivamente. El largo de lactancia real fue de $333,0 \pm 100,9$ días.

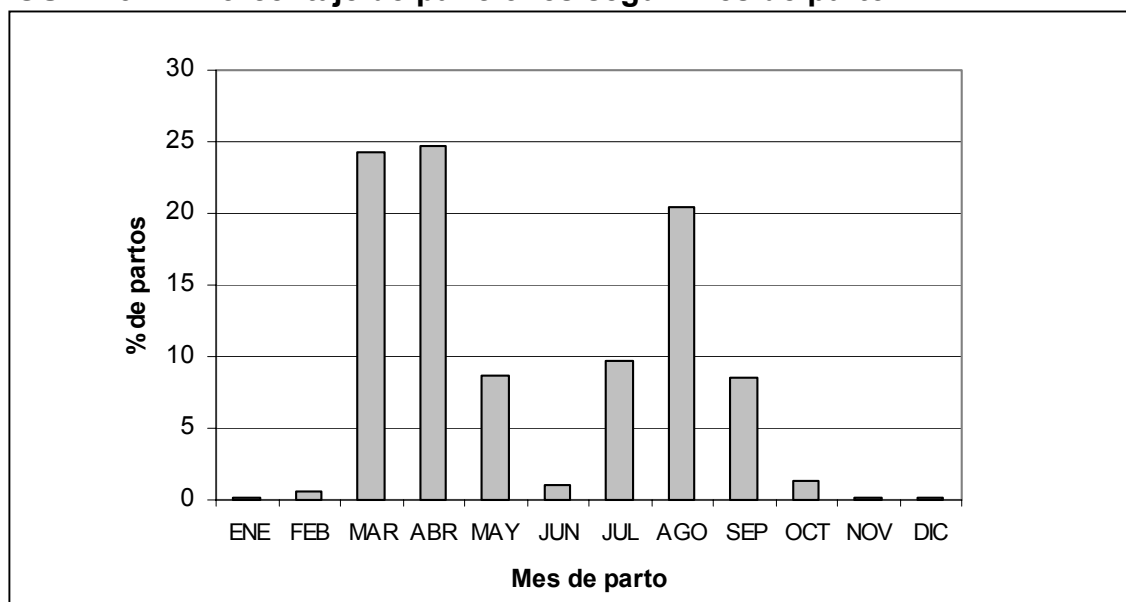
4.1.1 Año y mes de parto. En el Cuadro 17 se presenta la distribución de las lactancias según año y mes de parto para el periodo estudiado. Se puede observar que el número de lactancias por año osciló entre 110 y 168, presentándose un promedio de 143 ± 19 . 1990 fue el año en que menos lactancias ocurrieron, mientras que el mayor número de estas se encontró en 1996.

Los partos ocurrieron principalmente en 6 de los 12 meses del año, existiendo dos épocas claras de parición. Los partos de otoño (n=910) ocurrieron en marzo, abril y mayo, y los de primavera (n=612) en julio, agosto y septiembre. A la primera de estas concentraciones se le llamó partos de otoño y a la segunda, partos de primavera. Dentro de la época de otoño, abril fue el mes con mayor cantidad de partos (n=390), y mayo el de menor (n=136). Las concentraciones fueron de 35 ± 12 ; 35 ± 10 y 12 ± 5 partos por año para marzo, abril y mayo, respectivamente. Los partos de primavera se concentraron principalmente en agosto (n=323), y el menor número ocurrió en el mes de septiembre (n=135). El promedio de partos por año para julio, agosto y septiembre fue de 14 ± 6 ; 29 ± 5 y 12 ± 6 .

CUADRO 17. Distribución de las lactancias según año y mes de parto.

Mes	Años											Total
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Ene	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Feb	0	8	0	0	0	0	1	0	1	0	0	10
Mar	30	22	23	38	46	21	37	43	58	44	22	384
Abr	17	36	29	37	37	48	53	30	28	34	41	390
May	6	17	13	17	11	25	10	9	11	9	8	136
Jun	0	9	1	0	3	2	0	2	0	0	0	17
Jul	12	8	9	13	15	18	16	20	28	5	10	154
Ago	29	31	36	36	28	29	21	34	29	20	30	323
Sep	16	11	10	8	9	4	23	13	9	23	9	135
Oct	0	1	0	2	2	0	6	5	2	4	0	22
Nov	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
Dic	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Total	110	144	121	152	151	149	168	158	166	139	120	1578

De las 1578 lactancias analizadas, el 57,7% correspondió a partos de otoño y el 38,8% a partos de primavera (Figura 3), por lo tanto, el 96,5% de los partos coincidió con alguna de las dos épocas lo que caracteriza la explotación como una lechería de partos biestacionales, otoño y primavera.

FIGURA 3. Porcentaje de pariciones según mes de parto.

4.1.2 Número ordinal de parto. El número de partos promedio por vaca para el periodo estudiado fue de $3,2 \pm 2,0$, encontrándose todos entre 1 y 10. En el Cuadro 18 se puede observar que la cantidad de lactancias disminuyó mientras mayor fue el número de parto, así el 62,3% de las lactancias corresponden a 3 partos o menos. La cantidad promedio y las desviaciones estándar de lactancias por número de parto (1, 2 y 3) fue de 35 ± 12 ; 30 ± 5 y 24 ± 7 , mientras que para vacas con más partos (6 y ≥ 7 partos) la cantidad de lactancias sólo fue de 9 ± 4 y 11 ± 6 , respectivamente.

Del total de lactancias (1578), las lactancias de vacas de primer parto correspondieron a 24,7%, siendo 1991, el año con más (39,1%) y el 2000, el año con menos (16,7%) primeras lactancias, respectivamente.

CUADRO 18. Distribución de lactancias según año y número de parto.

Años	Número de parto							Total	Prom ¹	S.D.
	1	2	3	4	5	6	≥ 7			
1990	32	30	10	13	10	7	8	110	2,9	2,0
1991	57	24	25	10	10	10	8	144	2,7	2,0
1992	26	39	20	19	6	5	6	121	2,9	1,7
1993	47	26	37	17	15	5	5	152	2,8	1,7
1994	34	35	20	35	13	9	5	151	3,1	1,7
1995	30	31	28	19	26	8	7	149	3,2	1,8
1996	49	28	26	21	14	20	10	168	3,2	2,0
1997	30	34	24	21	17	12	20	158	3,5	2,1
1998	41	25	34	22	14	10	20	166	3,4	2,2
1999	24	32	22	25	13	10	13	139	3,5	2,0
2000	20	21	22	13	18	8	18	120	3,8	2,2
Total	390	325	268	215	156	104	120	1578	3,2	2,0
Prom ²	35	30	24	20	14	9	11	-	-	-
S.D.	12	5	7	7	5	4	6	-	-	-

¹ Promedio ponderado del número de parto.

² Promedio ponderado del número de lactancias.

El número de partos por vaca aumentó a través de los años, presentándose valores del orden de los 2,8 partos al comienzo del periodo (1990 - 1993) y de 3,8 en el año 2000, siendo el promedio de 3,2 partos por vaca para el periodo total. En general, el número de partos/vaca promedio, está relacionado positivamente con la proporción de lactancias que ocurrieron a edades más avanzadas (5, 6 y ≥ 7 partos por vaca) (Cuadro 18).

4.1.3 Edad. Como se explicó en el punto 3.2.1, sólo 1494 lactancias presentaron registros de edad, razón por la cual esta caracterización se evaluó con esta cantidad de observaciones y no 1578 como ocurre con la mayoría de las otras variables (Cuadro 13). El Cuadro 19 muestra la cantidad de lactancias distribuidas según año y edad al parto. Se puede apreciar que el promedio de edad para el periodo en estudio fue de $4,8 \pm 2,2$ años, y se esperaba dado los resultados obtenidos para el número de parto, la edad promedio también

aumentó a través del tiempo, de 4,3 años entre 1991 y 1993, a 5,9 años en el año 2000..

CUADRO 19. Distribución de las lactancias según año y edad de las vacas.

Años	Edad							Total	Prom ¹	S.D.
	2	3	4	5	6	7	≥ 8			
1990	24	28	17	13	8	4	16	110	4,5	2,2
1991	32	38	27	15	10	6	16	144	4,3	2,2
1992	16	26	33	18	14	5	8	120	4,5	2,0
1993	29	30	25	30	15	12	7	148	4,3	1,8
1994	23	30	25	20	28	12	10	148	4,6	1,9
1995	21	24	26	24	15	20	15	145	4,7	2,0
1996	23	25	27	22	17	13	25	152	4,9	2,2
1997	19	27	23	23	19	15	25	151	5,1	2,3
1998	5	32	27	26	22	10	27	149	5,1	2,5
1999	1	23	28	25	19	8	21	125	5,3	2,2
2000	0	11	22	19	16	12	22	102	5,9	2,3
Total	193	294	280	235	183	117	192	1494	4,8	2,2
Prom ²	18	27	25	21	17	11	17	-	-	-
S.D.	11	7	4	5	5	5	7	-	-	-

¹ Promedio ponderado de la edad.

² Promedio ponderado del número de lactancias.

La categoría con mayor cantidad de lactancias fue la de 3 años de edad (19,7% del total), lo cual se explica por el hecho de existir animales de primer y segundo parto en esta categoría. A continuación se encuentran las categorías de 4, 5 y 2 años con 18,7; 15,7 y 12,9% del total, respectivamente. Se puede ver que el 51,3% de las lactancias corresponde a vacas entre los 2 y 4 años de edad, y el 79,3% corresponde a vacas entre los 2 y 6 años de edad.

El promedio y desviación estándar del número de lactancias por año para los grupos de 2, 3, 4 y 5 años de edad fue de 18 ± 11 ; 27 ± 7 ; 25 ± 4 y 21 ± 5 , respectivamente. La elevada desviación estándar correspondiente al grupo de

los 2 años, se debió a la gran variación en la cantidad de lactancias, la cual osciló de 0 en el año 2000 a 32 en 1991.

4.1.4 Edad al primer parto. La edad promedio al primer parto fue de $2,5 \pm 0,5$ años (Cuadro 20). El porcentaje de vacas que presentó su primer parto con 2; 2,5; 3; 3,5 y 4 años de edad durante el periodo analizado fue de 46,6; 7,6; 41,5; 0,6 y 3,7%, respectivamente.

CUADRO 20. Distribución de las lactancias según la edad al primer parto.

Año de parto	Edad al 1 ^{er} parto								Total	Prom ²	S.D.		
	2 años		2,5 años		3 años		3,5 años					4 años	
	n ¹	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
1990	20	62,5	4	12,5	8	25,0	0	0,0	0	0,0	32	2,5	0,2
1991	27	47,4	5	8,8	22	38,6	0	0,0	3	5,3	57	2,5	0,5
1992	16	61,5	0	0,0	8	30,8	0	0,0	2	7,7	26	2,6	1,1
1993	21	47,7	7	15,9	15	34,1	0	0,0	1	2,3	44	2,4	0,3
1994	18	54,5	5	15,2	10	30,3	0	0,0	0	0,0	33	2,2	0,5
1995	20	66,7	1	3,3	9	30,0	0	0,0	0	0,0	30	2,3	0,3
1996	20	57,1	3	8,6	11	31,4	1	2,9	0	0,0	35	2,4	0,4
1997	18	66,7	1	3,7	8	29,6	0	0,0	0	0,0	27	2,4	0,3
1998	5	15,6	0	0,0	25	78,1	0	0,0	2	6,3	32	2,8	0,4
1999	0	0,0	1	4,3	21	91,3	0	0,0	1	4,3	23	2,9	0,2
2000	0	0,0	0	0,0	10	66,7	1	6,7	4	26,7	15	3,2	0,5
Total	165	46,6	27	7,6	147	41,5	2	0,6	13	3,7	354	2,5	0,5

¹ Número de lactancias.

² Promedio ponderado de la edad al primer parto.

La menor edad promedio al primer parto ocurrió en 1994 con 2,2 años, luego ha aumentado en forma paulatina, especialmente a partir del año 1998, con 2,8 años para alcanzar el año 2000 un valor de 3,2 años. Este aumento se explica por la disminución en la cantidad de vacas de primera parición de 2 y 2,5 años, y el ascenso del número de animales con 3 años de edad al primer parto y que sobrepasan el 65% del total de lactancias desde 1998 en adelante.

4.1.5 Largo de lactancia real. La distribución del largo de lactancia en el rebaño del fundo Punahue presentó una amplia dispersión, existiendo lactancias menores a 150 días y mayores a 650 (Cuadro 21). Los rangos de duración que tuvieron mayor frecuencia fueron los que se encontraban entre 250 y 450 días, especialmente entre 301-350 días. Este último contuvo la mayor cantidad de lactancias para todos los años a excepción de 1995 y 1996, en que fue superado e igualado respectivamente por el rango 251-300. El promedio de lactancias por año fue de 38 ± 13 ; 55 ± 10 ; 14 ± 5 y 11 ± 5 para los rangos 251-300; 301-350; 351-400 y 401-450 días, respectivamente.

CUADRO 21. Distribución de las lactancias según años y duración.

Largo de lactancia (días)	Años											Total
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
≤ 150	3	10	1	3	5	4	4	9	7	8	4	58
151 – 200	1	5	0	4	0	1	2	7	4	2	3	29
201 – 250	2	1	1	4	5	0	7	2	3	6	5	36
251 – 300	27	43	36	51	31	58	47	45	32	12	33	415
301 – 350	55	45	48	57	72	52	47	58	73	51	44	602
351 – 400	12	20	14	6	10	7	16	22	15	17	10	149
401 – 450	3	9	8	11	12	8	23	12	9	17	9	121
451 – 500	2	4	5	7	6	2	7	1	9	6	5	54
501 – 550	3	3	6	5	8	4	9	2	5	8	5	58
551 – 600	1	1	0	3	0	3	4	0	4	5	2	23
601 – 650	1	1	1	0	1	7	0	0	3	1	0	15
≥ 651	0	2	1	1	1	3	2	0	2	6	0	18
Total	110	144	121	152	151	149	168	158	166	139	120	1578
Promedio ¹	322	319	342	327	335	341	347	308	336	364	319	333
S.D.	78	109	83	89	92	111	100	81	109	127	106	101

¹ Promedio ponderado de días en lactancia (adición de las duraciones de las lactancias dividido por el número de lactancias ocurridas por año).

El porcentaje de lactancias que superó los 350, 400 y 500 días de duración fue de 27,8; 18,3 y 7,2%, en el mismo orden. Solo hubo un 5,5% de ellas que fue menor a los 201 días. La mayoría de las lactancias presentaron

una duración entre 301 y 350 días (38,1%), seguida por el rango 251-300 con un 26,1% (Cuadro 22).

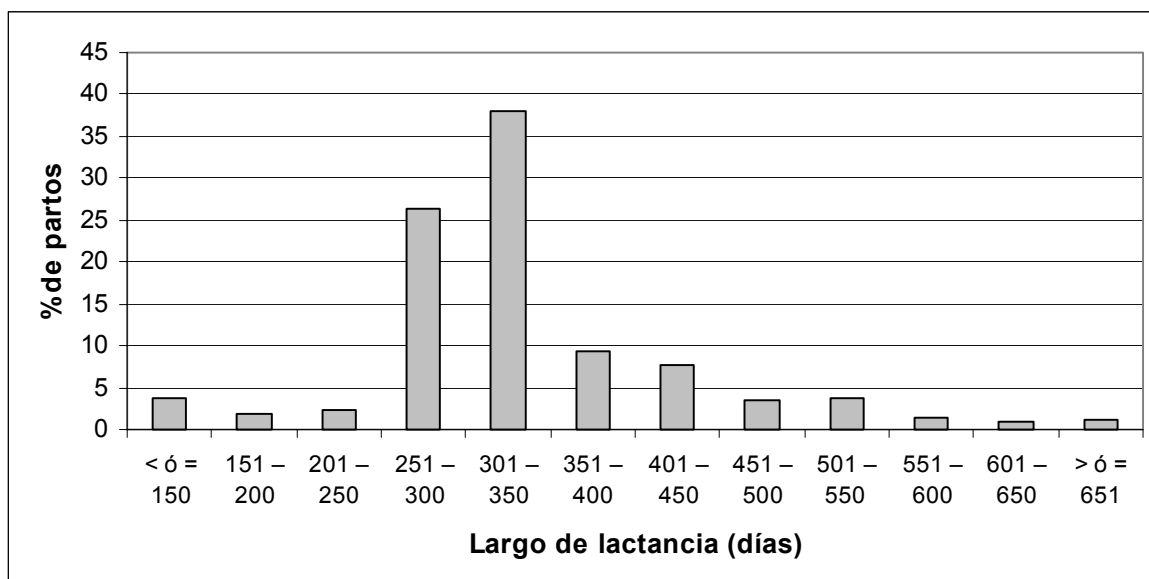
Es importante mencionar que al no realizar agrupaciones según el largo de lactancia, se encontró que sólo el 39,7% fue menor o igual a los 305 días. Por lo tanto, sobre el 60% de las lactancias de la lechería Punahue dentro del periodo estudiado, presentaron duraciones mayores a los 305 días, con un promedio de $333,0 \pm 100,9$ días.

CUADRO 22. Tabla de frecuencia del largo de lactancia para el periodo en estudio.

Largo de lactancia (días)	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulativa	Porcentaje acumulativo
≤ 150	58	3,7	58	3,7
151 – 200	29	1,8	87	5,5
201 – 250	36	2,3	123	7,8
251 – 300	415	26,3	538	34,1
301 – 350	602	38,1	1140	72,2
351 – 400	149	9,4	1289	81,7
401 – 450	121	7,7	1410	89,4
451 – 500	54	3,4	1464	92,8
501 – 550	58	3,7	1522	96,5
551 – 600	23	1,5	1545	97,9
601 – 650	15	1,0	1560	98,9
≥ 651	18	1,1	1578	100,0

Lo anteriormente mencionado se puede apreciar claramente en la Figura 4 en que se muestra la cantidad de lactancias asociadas a los distintos rangos de duración, existiendo dos rangos de largo de lactancia (251-300 y 301-350 días) que sumados representaron 64,4% del total de lactancias.

FIGURA 4. Porcentaje de pariciones según largo de lactancia.



4.1.6 Periodo seco. En este caso se analizaron 1161 lactancias provenientes de 380 vacas en producción durante el periodo estudiado. Esta menor cantidad se debe a que existen 417 lactancias sin registros de periodo seco, 390 por tratarse de vacas de primer parto y 27 por tratarse de datos faltantes en el control lechero.

Entre 1990 y 2001, el periodo seco tuvo una duración promedio de 70,1 \pm 44,1 días. Las mayores duraciones se presentaron en 1990 con 97,6 días y en 1999 con 89,6 días. En general no se presenta una tendencia al aumento o al descenso del periodo seco a través de los años, encontrándose la mayor frecuencia entre los 60 y 80 días de duración promedio (Cuadro 23).

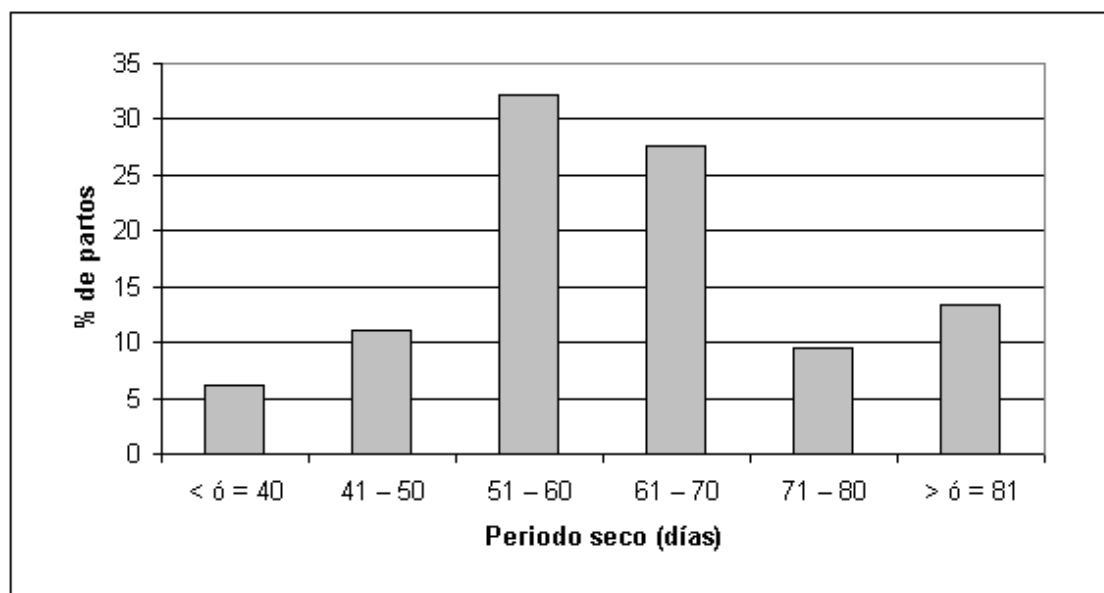
CUADRO 23. Distribución de lactancias según año de parto y duración del periodo seco que las precede.

Periodo seco (días)	Años											Total
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
≤ 40	1	5	5	6	10	1	2	8	9	3	21	71
41 – 50	1	4	10	15	24	2	1	19	24	9	20	129
51 – 60	14	32	36	49	36	48	27	35	39	31	27	374
61 – 70	15	28	33	21	28	52	50	31	24	26	13	321
71 – 80	15	10	5	5	5	10	21	13	7	13	6	110
≥ 81	31	7	3	8	12	3	12	18	20	31	11	156
Total	77	86	92	104	115	116	113	124	123	113	98	1161
Promedio ¹	97,6	71,1	58,9	62,7	61,3	66,3	69,1	67,0	74,0	89,6	59,0	70,1
S.D.	67,3	54,1	12,4	34,8	25,0	36,6	23,4	30,0	59,4	64,8	29,4	44,1

¹ Promedio ponderado de la duración del periodo seco.

En el Cuadro 23 se puede observar que existe una amplia distribución de las lactancias en las distintas categorías de periodo seco, encontrándose un 6,1% menor a 41 días y 13,4% superior a 80 días. El mayor número de lactancias se presenta en las categorías 51 – 60 y 61 – 70, con un promedio de 34 ± 10 y 29 ± 12 por año, respectivamente. De esta forma el 63,2% del total de lactancias ocurridas en el periodo correspondió a un periodo seco precedente entre los 51 y 70 días (Figura 5).

FIGURA 5. Porcentaje de pariciones según la duración del periodo seco.



4.2 Análisis de promedios mínimos cuadrados.

En este punto se dan a conocer los resultados obtenidos para todas las variables en estudio además de los distintos análisis de varianza realizados. Este trabajo sólo consideró la utilización de lactancias “normales” (Cuadros 11 y 12). Por lo tanto, de las 1578 lactancias con registros completos ocurridas dentro del periodo analizado, para trabajar con el “modelo estadístico global”, “modelo estadístico de periodo seco”, “modelo estacional de otoño” y “modelo estacional de primavera” sólo se consideraron 1439, 1080, 868 y 571 lactancias, respectivamente. Para el caso especial de la proteína, y siguiendo el mismo orden de los modelos estadísticos ya mencionados, la cantidad de observaciones consideradas fue de 727, 570, 412 y 315.

El promedio mínimo cuadrado y su error estándar (E.E.), entre 1990 y el año 2001, para producción de leche real y corregida fue de 5510 ± 910 kg y

5256 \pm 829 kg. En el caso de la materia grasa y la proteína, la producción fue de 203 \pm 34 kg y 173 \pm 26 kg, mientras que la concentración fue de 3,71 \pm 0,37% y 3,21 \pm 0,18%, respectivamente. Dentro del periodo estudiado la persistencia fue de un 69,7 \pm 8,3% y el largo de lactancia real fue de 346 \pm 84 días.

4.2.1 Análisis de varianza. El análisis de varianza resultante del “modelo estadístico global” para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia se presenta en el Anexo 4. Todos los factores en el modelo resultaron altamente significativos ($P \leq 0,01$) para las variables dependientes analizadas, presentándose los mayores R^2 para la producción de leche real y corregida, así como para persistencia y cantidad de proteína. No se produjeron diferencias significativas entre épocas para el porcentaje de grasa, largo de lactancia y cantidad de proteína, siendo altamente significativa para todas las otras variables.

En los Anexos 5 y 6 se presentan los análisis de varianza realizados dentro de la época de otoño y primavera, respectivamente.

En otoño, el porcentaje de proteína no fue afectado significativamente por ninguno de los factores considerados. El año de parto fue altamente significativo en todas las otras variables a excepción del largo de lactancia. Con respecto al mes de parto, este además no presentó significancia para la producción de leche real, el porcentaje de grasa y la persistencia.

Para primavera, los R^2 para producción de leche real y corregida fueron 0,263 y 0,229, respectivamente; superiores a los existentes en otoño (0,207 y 0,202). En este análisis, el año de parto afectó significativamente a todas las variables dependientes a excepción del largo de lactancia. El mes de inicio de la lactancia fue altamente significativo ($P \leq 0,01$) para producción de leche, largo de

lactancia y persistencia; y significativo ($P \leq 0,05$) para cantidades de grasa y proteína.

El número de parto respondió de igual forma para los tres análisis de varianza anteriormente mencionados, presentando efectos altamente significativos para: producción de leche real y corregida, persistencia, cantidad de grasa y proteína; no siéndolo para el largo de lactancia ni para el porcentaje de grasa y proteína.

El cuarto y último análisis realizado fue el “modelo estadístico de periodo seco” (Anexo 7). Los coeficientes de determinación para producción de leche real y corregida fueron menores con respecto a los anteriores, siendo sólo de 0,162 y 0,141, respectivamente. El periodo seco no presentó efectos significativos ($P \leq 0,05$) sobre ninguna de las variables dependientes consideradas en el presente estudio.

4.2.2 Efecto de la época de parto. La época de parto corresponde al periodo en el cual se iniciaron las lactancias. Como se explica en el punto 3.2.3.3.1 se definieron las épocas de otoño (marzo, abril y mayo) y de primavera (julio, agosto y septiembre).

4.2.2.1 Producción de leche. En el Cuadro 24 se puede observar que la producción de leche de vacas de parto otoñal, tanto real como corregida, fue superior a la primavera ($P \leq 0,01$) en 170,2 y 179,0 kg, respectivamente.

Si bien el largo de lactancia (estandarizado) fue igual en ambas épocas, la persistencia fue mayor para los partos de otoño ($P \leq 0,01$), en 5,9 unidades porcentuales comparado con los de primavera. En la Figura 6 se comparan las curvas de lactancia correspondientes a cada época. La curva de primavera presentó el peak de producción a los 60 días post parto con casi 22 kg leche/día

que luego decreció hasta el 10° mes. En cambio, con parto de otoño la curva presentó la mayor producción en el 1^{er} mes post parto para luego decrecer hasta el 5° mes para aumentar al 6° mes, el cual coincide con el inicio de la primavera. De esta manera se encuentra que las mayores diferencias en producción de leche ocurrieron en los meses 6, 7, 8, 9 y 10 de lactancia, en que las vacas de parto otoñal produjeron 9,0; 14,7; 14,4; 14,1 y 13,1% más que las de parto primaveral.

CUADRO 24. Efecto de la época de parto sobre la producción de leche real y corregida, cantidad y concentración de grasa y proteína, largo de lactancia y persistencia.

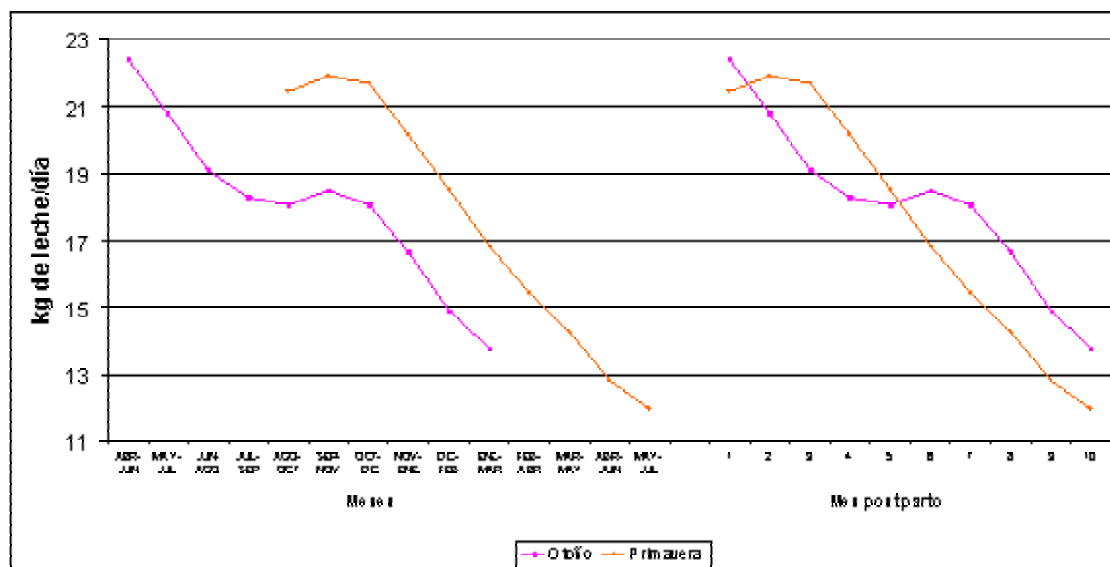
Variables dependientes	Épocas de parto		Significancia
	Otoño	Primavera	
Leche real (kg)	5.543,8	5.373,6	**
Leche corregida (kg)	5.292,6	5.113,6	**
Grasa (kg)	205,0	197,6	**
Porcentaje de grasa (%)	3,72	3,71	ns ¹
Largo de lactancia estandarizado (días)	297	296	ns
Largo de lactancia real (días)	341	353	*
Persistencia (%)	72,1	66,2	**
n ²	868	571	
Proteína (kg)	169,2	172,3	ns
Porcentaje de proteína (%)	3,19	3,23	**
n	412	315	

¹ No significativa.

² Número de lactancias.

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$.

FIGURA 6. Curvas de producción de leche corregida según época de parición, ordenadas según mes calendario y mes post parto.



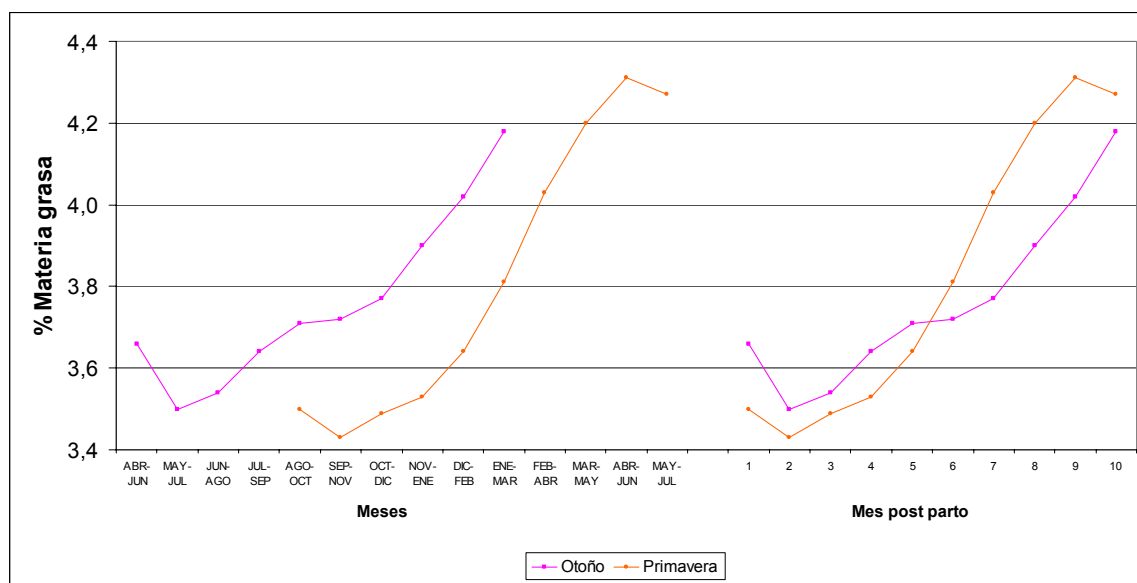
4.2.2.2 Materia grasa. No hubo diferencias en el porcentaje de materia grasa entre épocas, sin embargo la cantidad de grasa respondió de forma similar a la producción de leche, siendo significativamente superior en lactancias comenzadas en otoño y superando en 3,6% la cantidad producida por vacas de parto primaveral (Cuadro 24).

En la Figura 7 se ilustran las curvas del porcentaje de grasa para lactancias comenzadas en otoño y en primavera. Si bien no existieron diferencias significativas entre las concentraciones de grasa de las lactancias completas, las curvas se comportaron de forma distinta según cual fue la época en que se iniciaron. Se puede observar que ambas curvas comenzaron con un mayor porcentaje en el primer mes, luego disminuyeron al segundo y desde ese punto aumentaron paulatinamente a medida que progresó la lactancia. En el caso de la curva de primavera, se produjo un descenso en el porcentaje del 9° al 10° mes post parto.

Entre el 2° y 6° mes de lactancia, la concentración de grasa para lactancias comenzadas en primavera y en otoño fue bastante similar, no superando el 0,11% de diferencia en ninguno de estos meses. Sin embargo, para el 7°, 8° y 9° mes, el porcentaje exhibido por animales de parto de primavera superó por 6,5; 7,1 y 6,7% a los de parto de otoño.

Al comparar estas curvas de concentración de grasa con las de producción de leche, se puede ver que el porcentaje de grasa fue más pobre en el periodo de máxima producción de leche. Además, se observa que la variación del porcentaje de grasa a lo largo de la lactancia fue menor en curvas de lactancia que presentaron un mayor valor de la persistencia.

FIGURA 7. Curvas de porcentaje de grasa para lactancias comenzadas en otoño y primavera, ordenadas según mes calendario y mes post parto.



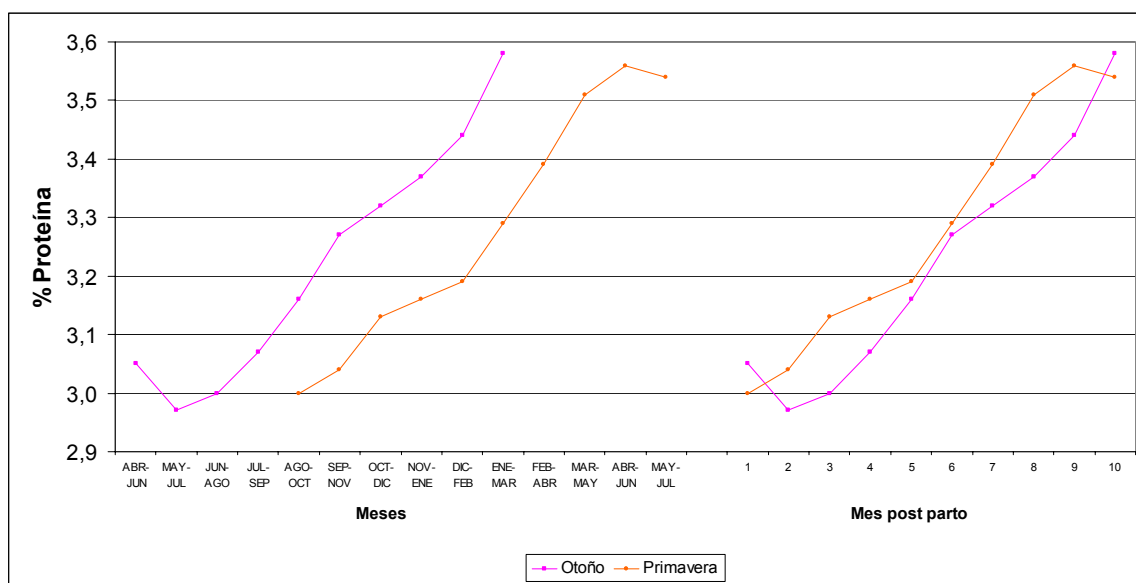
4.2.2.3 Proteína. La concentración de proteína fue significativamente mayor en lactancias comenzadas en primavera en comparación a las comenzadas en otoño. Esto hizo que la cantidad de proteína no presentara diferencias entre

épocas, debido a que cuando menos producción de leche existió la concentración de proteína fue mayor (Cuadro 24).

En la Figura 8, se pueden ver los porcentajes de proteína de las curvas comenzadas en las distintas épocas. Se observa que en otoño se produjo un descenso desde el 1^{er} al 2^o mes, situación que no ocurrió para animales paridos en primavera. Luego, existió un aumento en el porcentaje hasta el final de las lactancias, salvo del 9^o al 10^o mes de vacas de partos primaverales, periodo en el cual se produjo una disminución.

Al analizar estas curvas de acuerdo al mes calendario, es posible determinar que el aumento de la concentración de proteína al progresar la lactancia se volvió más pronunciado en los meses de primavera, tanto en vacas de parto de otoño como de primavera.

FIGURA 8. Curvas de porcentaje de proteína para lactancias comenzadas en otoño y primavera, ordenadas según mes calendario y mes post parto.



Estas curvas presentaron dos periodos en que las diferencias fueron más notorias, incluyendo los meses 3, 4, 8 y 9, con diferencias de 4,2; 2,8; 4,0 y 3,4%, respectivamente. Además, se puede ver que en 8 de los 10 meses en lactancia el porcentaje de proteína de animales de parto primaveral superó al de los de parto otoñal (Figura 8).

4.2.3 Efecto del mes de parto en otoño. Este efecto corresponde al mes calendario en el cual se iniciaron las lactancias. Como se explicó en el punto 3.2.3.3.1, en el caso de otoño los meses a considerar son marzo, abril y mayo.

4.2.3.1 Producción de leche. En el Cuadro 25 se indican los promedios obtenidos para producción de leche real y corregida, largo de lactancia estandarizado y persistencia, según el mes en que se iniciaron las lactancias. Se observa que la producción de leche real no presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$), mientras que la producción de leche corregida fue estadísticamente superior en vacas de partos más tempranos, existiendo un desvío positivo para lactancias comenzadas en marzo de 312,5 kg en relación con el promedio encontrado para la época de otoño, y una mayor producción de 137,8 y 158,9 kg por sobre los partos de abril y mayo, respectivamente.

En este caso, la diferencia existente en cantidad de leche fue consecuencia en gran medida del largo de lactancia y no de la persistencia. Esta última no presentó diferencias significativas según el mes de parto, mientras que la duración de las lactancias fue mayor para vacas de partos en marzo con 304 días, y disminuyó en las pariciones de abril y mayo siendo de 297 y 290 días, respectivamente.

Las lactancias de vacas paridas en abril y mayo no fueron significativamente distintas para producción de leche y persistencia, sin embargo, como ya se mencionó, sí lo fueron para el largo de lactancia. Por lo

tanto, si bien las diferencias entre las producciones no fueron significativas, igual se puede ver una tendencia a una menor producción mientras más tarde ocurre el parto dentro de la época otoñal.

CUADRO 25. Efecto del mes de parto sobre la producción de leche total, persistencia y largo de lactancia (otoño).

Mes de parto	Producción de leche			Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ³
	Real (kg)	Corregida 4% MG (kg)	Producción relativa ² (%)			
<u>Otoño</u>						
Marzo	5.890,3a ¹	5.599,8a	100,0	73,1a	304a	369
Abril	5.751,4a	5.462,0b	97,5	72,6a	297b	368
Mayo	5.753,1a	5.440,9b	97,2	71,9a	290c	131

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Producción relativa de leche corregida 4% MG.

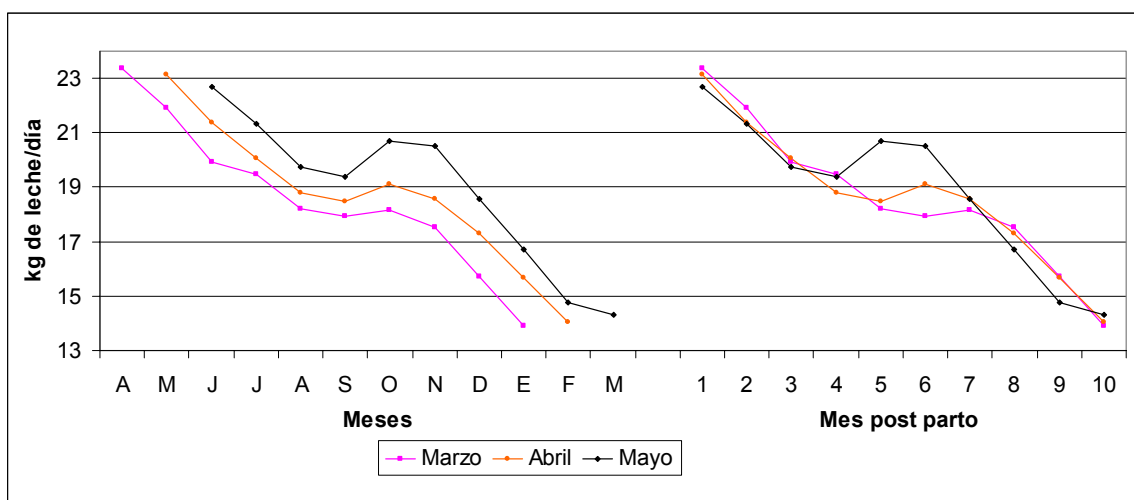
³ Número de lactancias.

La Figura 9 muestra las curvas de producción mensual para vacas de parición otoñal ordenadas según mes calendario y mes post parto. Al comparar las curvas de acuerdo a meses calendario, vacas de partos más tardíos siempre produjeron más que el resto, situación que obedece al estado de la lactancia en que se encuentran los animales. Se puede apreciar que las tres curvas respondieron de igual forma disminuyendo hasta el mes de septiembre, para presentar un repunte en el mes de octubre y luego continuar en descenso.

Al comparar las curvas de acuerdo al mes post parto, se puede observar que la producción de leche del 1^{er} mes fue cada vez menor mientras más tarde se iniciaron las lactancias. Sin embargo, las producciones en los primeros 4 y en los últimos 4 meses fueron bastante similares, no superando el 7% de diferencia. Las producciones fueron ampliamente distintas en el 5^o y 6^o mes post parto, en que vacas paridas en mayo superaron por 13,7 y 14,3% a las de abril y marzo, respectivamente. Estas diferencias se generaron gracias al desfase de los peaks de producción resultantes del repunte durante la época

primaveral, los cuales fueron más marcados en aquellas lactancias más tardías que tuvieron peaks más bajos al inicio. Para vacas paridas en marzo, abril y mayo, el repunte se presentó al 7^o, 6^o y 5^o mes post parto, respectivamente.

FIGURA 9. Curvas de producción de leche corregida de partos ocurridos en marzo, abril y mayo, ordenadas según mes calendario y mes post parto.



4.2.3.2 Materia grasa. En el Cuadro 26 se puede ver que no hubo diferencias significativas en la concentración de grasa entre los distintos meses de parición. La producción de grasa respondió de forma similar a la producción de leche. Las vacas con partos en marzo fueron las que produjeron más grasa en su lactancia, superando significativamente por 5,4 y 6,9 kg a abril y mayo, respectivamente.

CUADRO 26. Efecto del mes de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (otoño).

Variables dependientes	Mes de parto			
	Otoño	Marzo	Abril	Mayo
Producción de grasa (kg)		216,2a ¹	210,8b	209,3b
Porcentaje de grasa (%)		3,68a	3,68a	3,66a
n ²		369	368	131
Producción de proteína (kg)		177,0a	170,1b	173,6ab
Porcentaje de proteína (%)		3,17a	3,20a	3,19a
n		194	173	45

¹ Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

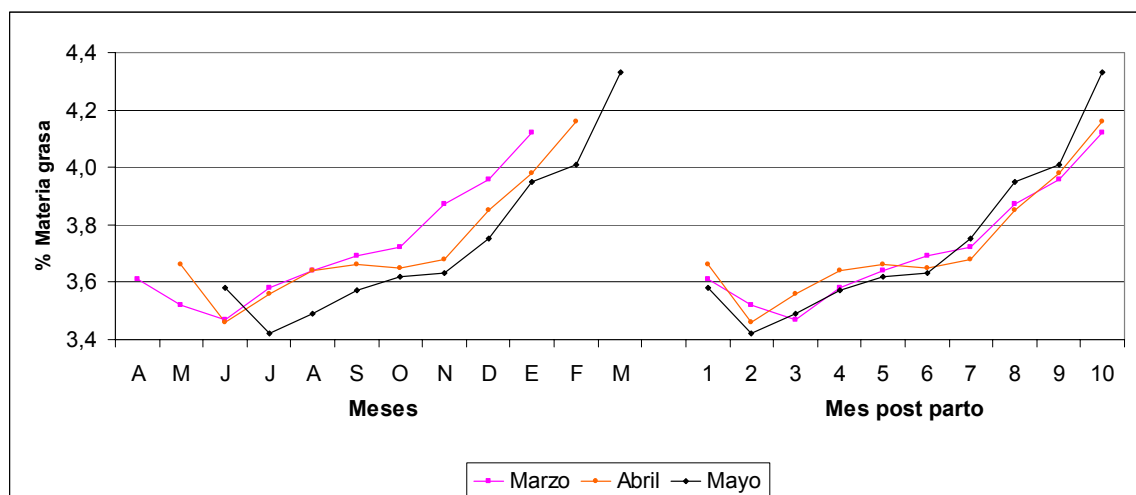
² Número de lactancias.

En la Figura 10 se ilustran las curvas del porcentaje de grasa según el mes en que se iniciaron. Al observarlas de acuerdo al mes calendario y compararlas con la producción de leche (Figura 9), se encontró una inversión en el orden de estas. Es decir, la lactancia comenzada en marzo, que presentó la menor producción de leche en los distintos meses, a la vez fue la que tuvo el mayor porcentaje de grasa.

Las menores concentraciones de grasa se presentaron en junio y julio correspondientes al 2^o y 3^{er} mes post parto. Luego, el porcentaje aumentó hasta el término de la lactancia. Sin embargo, este incremento fue prácticamente nulo en los meses de primavera en que las vacas se encuentran en pradera aumentando su producción de leche (Figura 9). Esto ocurrió de igual forma en las 3 curvas, coincidiendo los meses de bajo incremento en la concentración de grasa con el 5^o, 6^o y 7^o mes post parto.

De acuerdo al mes post parto, las diferencias del porcentaje de grasa no superaron el 3% en 9 de los 10 meses de duración. Por esta razón, en el último mes de lactancia, la curva comenzada en mayo fue superior en 5,1 y 4,1% a marzo y abril, respectivamente.

FIGURA 10. Curvas de porcentaje de grasa para lactancias comenzadas en marzo, abril y mayo, ordenadas según mes calendario y mes post parto.

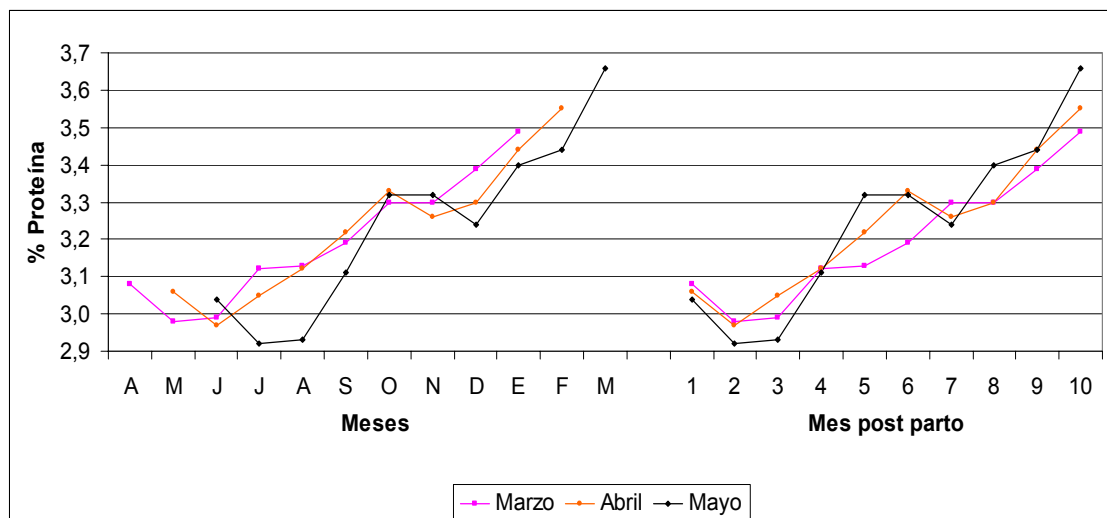


4.2.3.3 Proteína. El porcentaje de proteína no fue significativamente distinto según el mes de parto, siendo de 3,17; 3,20 y 3,19% para lactancias comenzadas en marzo, abril y mayo, respectivamente (Cuadro 26).

Los animales con parto en marzo produjeron 6,9 kg más de proteína que los con parto en abril, diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticas con respecto a lactancias iniciadas en mayo, las cuales presentaron una producción de 173,6 kg de proteína.

En la Figura 11 se puede ver, que al igual que para la materia grasa, las menores concentraciones se presentaron en el 2^o y 3^{er} mes post parto, correspondientes a meses de invierno. Luego, el porcentaje de proteína aumentó produciéndose un peak en el mes de octubre, mes en que también se produjo un peak en la producción de leche gracias al repunte presentado en primavera (Figura 9).

FIGURA 11. Curvas de porcentaje de proteína para lactancias comenzadas en marzo, abril y mayo, ordenadas según mes calendario y mes post parto.



Las mayores diferencias en las concentraciones de proteína ocurrieron en el 5^o y 6^o mes post parto. En el 5^o, la curva de marzo fue menor por 2,9 y 6,1% a la de abril y mayo, mientras que en el 6^o mes esta inferioridad fue de 4,4 y 4,1%, respectivamente.

4.2.4 Efecto del mes de parto en primavera. Como se explicó en el capítulo 3.2.3.3.1, en el caso de primavera los meses a considerar son julio, agosto y septiembre.

4.2.4.1 Producción de leche. La producción de leche de vacas paridas en julio y agosto, tanto real como corregida, no fue significativamente distinta. Sin embargo, estas superaron en 323,0 y 189,8 kg de leche corregida a aquellas lactancias comenzadas en septiembre, respectivamente. Julio, como mes de parto, produjo 6,1% más de leche corregida, con 13 días más de duración y una desviación positiva de 5 unidades porcentuales en su persistencia con respecto a vacas de parición en septiembre (Cuadro 27).

CUADRO 27. Efecto del mes de parto sobre la producción de leche total, persistencia y largo de lactancia (primavera).

Mes de parto	Producción de leche			Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ³
	Real (kg)	Corregida 4% MG (kg)	Producción relativa ² (%)			
<u>Primavera</u>						
Julio	5.579,5a ¹	5.303,2a	100,0	68,5a	302a	144
Agosto	5.424,4a	5.170,0a	97,5	66,8b	296b	303
Septiembre	5.202,1b	4.980,2b	93,9	63,5c	289c	124

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

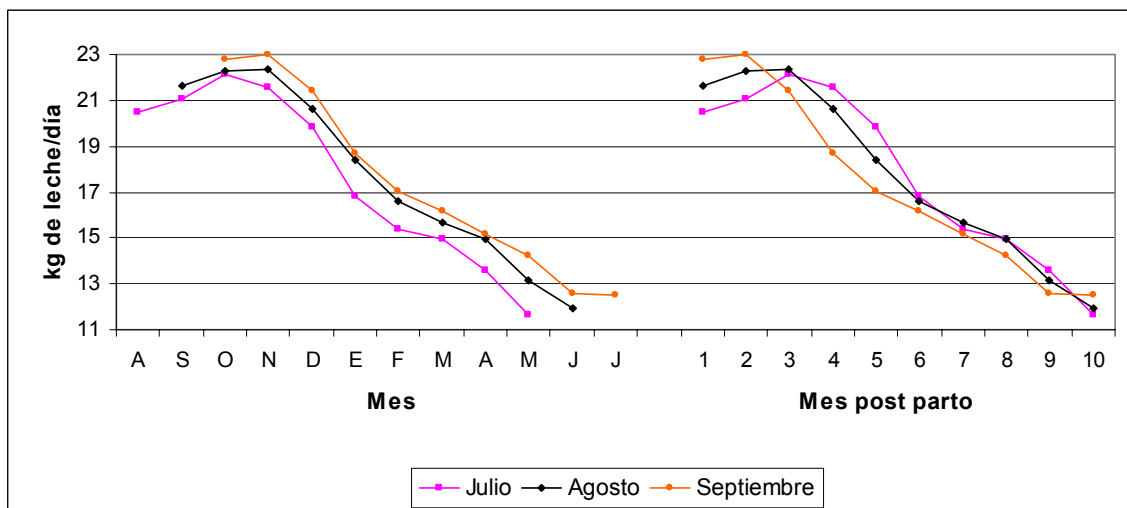
² Producción relativa de leche corregida 4% MG.

³ Número de lactancias.

La Figura 12 muestra las curvas de producción de leche para los distintos meses de primavera, ordenadas según mes calendario y mes post parto. Se puede observar que las mayores producciones ocurrieron en los meses de octubre y noviembre, declinando posteriormente hasta la época invernal. El mayor peak de producción lo presentó la curva de lactancia de vacas paridas en septiembre con 23 kg, y se mantuvo por sobre las otras dos curvas durante todo el verano, otoño y principios de invierno.

Al comparar las curvas ordenadas de acuerdo al mes post parto, se puede ver que la producción inicial al igual que el peak se hacen mayores mientras más tardía es la ocurrencia del parto. Esto se deja ver al encontrar que las producciones de leche de vacas con partos en septiembre, durante los 2 primeros meses de lactancia, fueron las mayores entre las 3 curvas. Por lo tanto, la baja producción inicial por parte de animales de parición temprana (julio, agosto), fue ampliamente compensada por la mayor producción posterior. Además, al igual que en otoño, animales de parición más temprana presentaron largos de lactancia mayores permaneciendo mayor tiempo en producción.

FIGURA 12. Curvas de producción de leche corregida de partos ocurridos en julio, agosto y septiembre, ordenadas según mes calendario y mes post parto.



Es importante mencionar que al término del mes de diciembre, principios de la época estival y por ende del menor crecimiento de las praderas, vacas con partos en julio y agosto produjeron el 59,2 y el 48,9% del total de su lactancia, respectivamente. Sin embargo, en ese mismo momento los animales paridos tardíamente (septiembre) sólo habían producido el 38,8% de su producción total (Anexo 8).

4.2.4.2 Materia grasa. En primavera, al igual que en otoño, no se presentaron diferencias significativas entre los porcentajes de grasa según el mes de parto (Cuadro 28).

Al analizar la cantidad de grasa producida por las lactancias, se observa que la producción de vacas con parto en julio fue significativamente superior a las con parto en septiembre. Este último fue superado en 5,6% por los animales que iniciaron su lactancia en julio.

Además, se puede ver que si bien las diferencias en producción de grasa no fueron significativas entre julio y agosto, y entre agosto y septiembre, igual se mantuvo una tendencia a producir menos mientras más tarde ocurrió el parto. Situación que por lo demás muy similar a lo ocurrido con la producción de leche.

CUADRO 28. Efecto del mes de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (primavera).

Variables dependientes	Mes de parto		
	Julio	Agosto	Septiembre
<u>Primavera</u>			
Producción de grasa (kg)	204,8a ¹	200,0ab	193,3b
Porcentaje de grasa (%)	3,70a	3,71a	3,75a
n ²	144	303	124
Producción de proteína (kg)	178,5a	175,4ab	167,7b
Porcentaje de proteína (%)	3,19a	3,25a	3,22a
n	90	151	74

¹ Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias significativas (P<0,05).

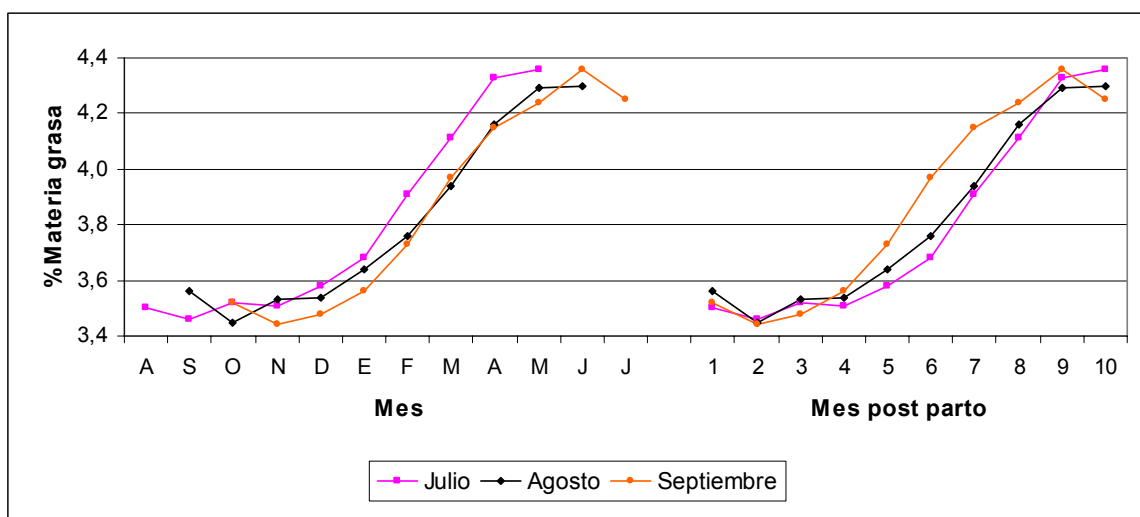
² Número de lactancias.

La Figura 13 ilustra las curvas de concentración de grasa comenzadas en distintos meses de primavera. Se observa que los menores valores del porcentaje de grasa ocurrieron en septiembre, octubre y noviembre para vacas con parto en julio, agosto y septiembre, respectivamente. Es decir, la concentración de grasa disminuyó al 2^o mes de lactancia, para luego aumentar paulatinamente.

El porcentaje de grasa de lactancias comenzadas en julio fue superior a las otras dos curvas desde diciembre en adelante. Sin embargo, esta diferencia dejó de existir al comparar las curvas de acuerdo al mes post parto, siendo muy similar el progreso de la concentración de grasa entre las curvas iniciadas en julio y agosto. Los animales con parto en septiembre presentaron un porcentaje notoriamente superior en los meses 5, 6, 7 y 8. Estas diferencias equivalieron a

1,7; 2,2; 0,8 y 1,2% en relación con partos en julio, y de 4,2; 7,9; 6,1 y 3,2% en relación con partos en agosto, respectivamente.

FIGURA 13. Curvas de porcentaje de grasa para lactancias comenzadas en julio, agosto y septiembre, ordenadas según mes calendario y mes post parto.



4.2.4.3 Proteína. La producción de proteína se hizo menor en lactancias comenzadas más tardíamente. Esto se ve claramente en el Cuadro 28 donde la mayor cantidad de proteína se presentó para vacas con pariciones en julio. La producción correspondió a 178,5 kg, disminuyendo en 3,1 kg para las de agosto y, en 10,8 kg para los animales con parto en septiembre, siendo esta última una diferencia significativa.

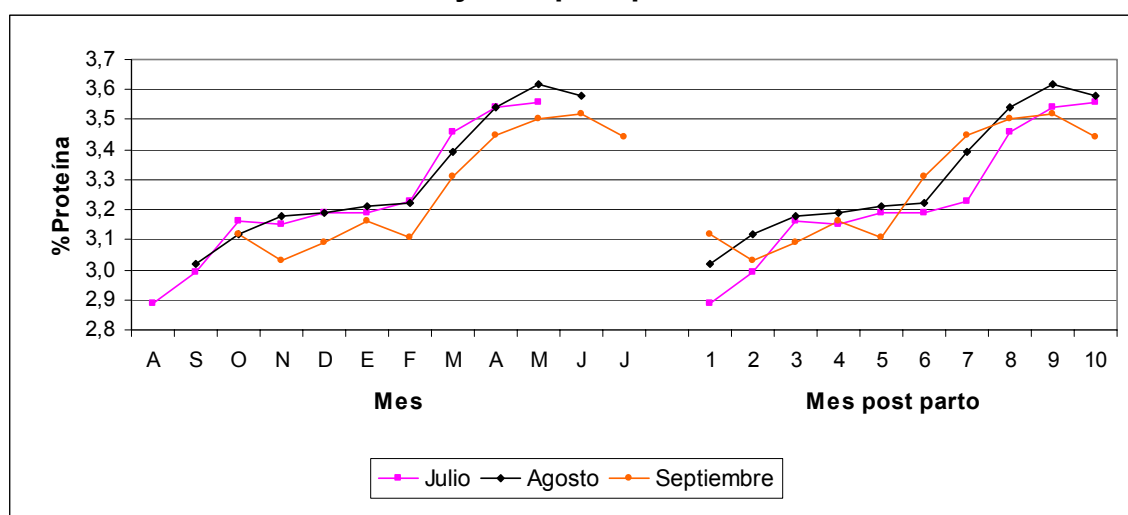
El porcentaje de proteína no presentó diferencias significativas según el mes de parto en primavera. Las concentraciones fueron de 3,19; 3,25 y 3,22 % para lactancias comenzadas en julio, agosto y septiembre, respectivamente.

La Figura 14 muestra las curvas de porcentaje de proteína iniciadas en los meses de primavera. Se puede ver que las curvas iniciadas en julio y agosto respondieron de forma bastante similar, mientras que las iniciadas en

septiembre fueron las únicas que disminuyeron su porcentaje desde el 1^{er} hasta el 2^o mes de lactancia. Luego, la concentración de proteína se mantuvo por debajo de las otras dos curvas a lo largo del verano, otoño y principios de invierno.

Las tres curvas son muy similares al ser comparadas considerando el mes post parto, presentándose las mayores diferencias en el 1^{er} mes de lactancia. En este caso la concentración de proteína para animales paridos en septiembre superó en 4,5 y 8,0% a los de parto en julio y agosto, respectivamente.

FIGURA 14. Curvas de porcentaje de proteína para lactancias comenzadas en julio, agosto y septiembre, ordenadas según mes calendario y mes post parto



4.2.5 Efecto del año de parto en otoño.

4.2.5.1 Producción de leche. En el Cuadro 29 se indican los promedios de producción de leche real, producción de leche corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado para cada uno de los años incluidos dentro del periodo en estudio.

La producción por vaca ha ido disminuyendo al correr de los años, encontrándose la menor producción desde 1997 en adelante. De esta manera, al comparar el año de mayor producción (1990), con el de menor (1998), la diferencia es de 1029,1 kg de leche corregida.

Al relacionar el largo de lactancia y la persistencia con el año de parto, se puede ver que no existe una tendencia al aumento o al descenso de alguna de estas variables a lo largo del tiempo.

CUADRO 29. Producción de leche real y corregida, persistencia y largo de la lactancia estandarizado según año de parto (otoño).

Año de parto	Producción de leche (kg)		Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ²
	Real	Corregida			
1990	6214,3 a ¹	5901,0 a	72,6 a	296 a	52
1991	5861,6 b	5537,1 b	72,2 a	301 ab	66
1992	5669,4 b	5454,9 b	76,3 b	296 a	65
1993	5345,7 c	5155,8 c	72,0 a	291 c	89
1994	5956,8 ab	5567,3 b	73,7 ab	299 ab	92
1995	5456,8 c	5120,5 c	67,2 c	296 a	92
1996	5635,2 b	5400,9 b	72,0 a	294 a c	97
1997	5303,0 c	5036,1 cd	70,4 a	297 a	74
1998	5083,1 c	4871,9 d	70,4 a	296 a	91
1999	5293,4 c	5121,5 cd	71,6 a	301 b	81
2000	5195,3 c	5079,4 cd	75,0 ab	297 ab	69

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias.

Para una mejor ilustración del efecto del año de parto, estos se agruparon de acuerdo a la variable producción de leche real, formándose 4 grupos: muy alta producción (MAP), alta producción (AP), producción media (PM) y baja producción (BP) (Cuadro 15).

Los años MAP correspondieron a cantidades de leche corregida superiores en 621 kg al promedio encontrado para la época y, en 337,4, 452,3 y

841,0 kg a los años AP, PM y BP, respectivamente; siendo estas diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 30).

En relación con la persistencia y el largo de lactancia, se encontró que estas variables no presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según el año de parto.

CUADRO 30. Efecto del año de parto sobre la producción de leche real y corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado (otoño).

Año de parto	Producción de leche			Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ³
	Real (kg)	Corregida 4% MG (kg)	Producción relativa ² (%)			
<u>Otoño</u>						
Muy alta producción	6.226,3a ¹	5.908,6a	100,0	72,5a	296a	52
Alta producción	5.964,0a	5.571,2b	94,3	73,6a	299a	92
Producción media	5.713,3b	5.456,3b	92,3	73,3a	297a	228
Baja producción	5.289,5c	5.067,6c	85,8	70,9a	296a	496

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

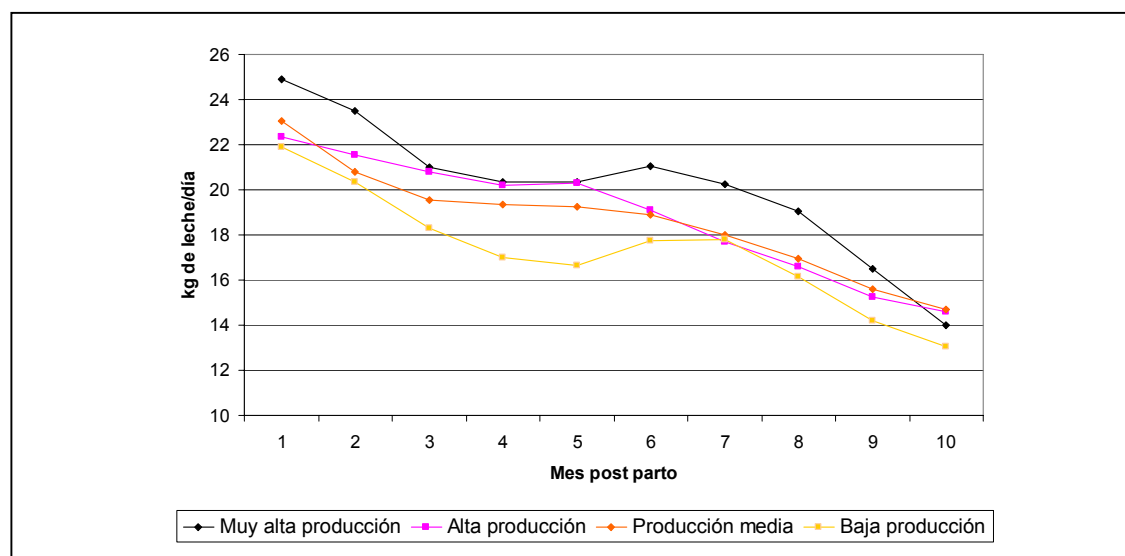
² Producción relativa de leche corregida 4% MG.

³ Número de lactancias.

La Figura 15 ilustra las curvas de lactancia de las distintas agrupaciones de años según producción de leche. Se puede ver que los años MAP presentaron la mayor producción al inicio de la lactancia, superando en el primer mes por 13,9; 2,1 y 5,4% a las agrupaciones AP, PM y BP, respectivamente. La forma en que se desarrolla la curva de lactancia de estos años de mayor producción es muy similar al grupo BP. Comienza con un decrecimiento sostenido de la producción desde el 1^{er} al 5^o mes post parto, luego se produce un repunte al 6^o mes para finalmente decrecer hasta el término de la lactancia. Sin embargo, años AP y PM no presentan ese repunte durante la primavera (6^o mes post parto), decreciendo paulatinamente hasta el 10^o mes.

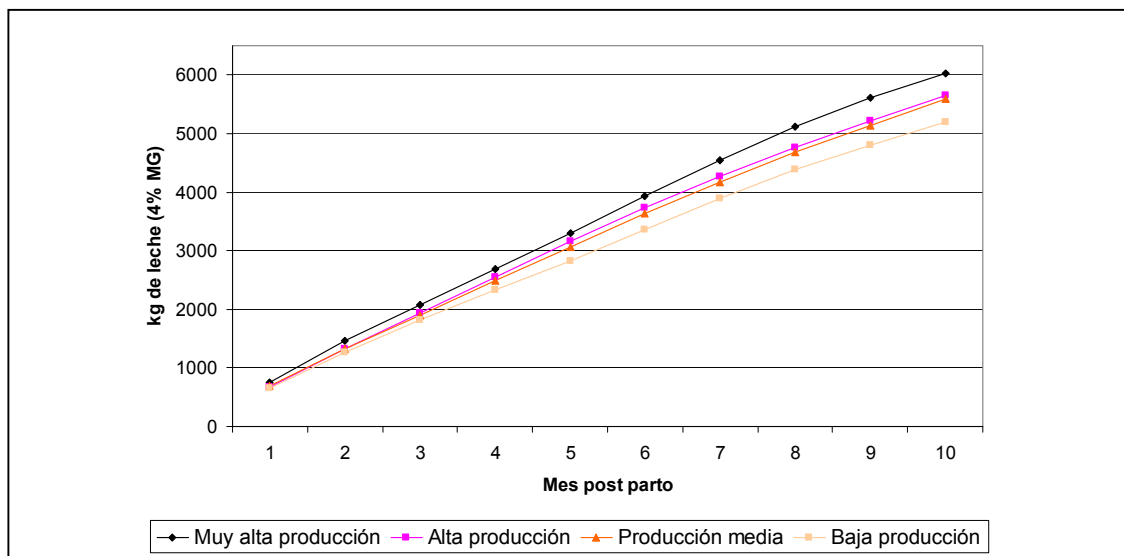
En el caso de años BP, estos presentaron la menor producción con respecto a los otros 3 grupos prácticamente a lo largo de toda la lactancia. Al relacionarlos con los años MAP las diferencias siempre fueron mayores a un 13%, salvo en el último mes en que sólo fue de 7,4%. Las mayores diferencias entre las agrupaciones AP, PM y BP ocurrieron en el 3^{er}, 4^o y 5^o mes de lactancia, en que los años AP superaron por 6,8; 4,9 y 6,4% la producción de años PM y por 13,6; 18,7 y 21,9% la de los BP, respectivamente.

FIGURA 15. Curvas de producción de leche corregida de años MAP, AP, PM y BP (otoño).



En la Figura 16 se presentan las curvas de producción de leche acumulada para las distintas agrupaciones de años. Se puede observar que las mayores diferencias entre las producciones acumuladas de años MAP con años BP ocurrió en el 5^o mes post parto, siendo de 17,1%. También se aprecia que los grupos AP con PM exhiben curvas bastante similares, presentando su mayor diferencia en el 5^o mes de lactancia con 3,4%. Desde el 6^o mes en adelante la producción de años MAP comienza a presentar mayores diferencias con respecto al grupo más cercano (AP). Las diferencias de estos ascienden a 6,1; 7,2; 8,1; 8,2 y 7,2% en los meses 6, 7, 8, 9 y 10, respectivamente.

FIGURA 16. Curvas de producción de leche corregida mensual acumulada de años MAP, AP, PM y BP (otoño).



4.2.5.2 Materia grasa. No se encontró ninguna relación entre las agrupaciones de años y la concentración de grasa. Esto debido a que no existieron diferencias estadísticamente significativas del porcentaje de grasa según el año de parto (Cuadro 31).

Las cantidades de grasa respondieron de forma similar a la producción de leche, siendo superior la producción de años MAP en 15,5 kg con respecto a los AP y, en 16,5 y 31,1 kg en relación con los PM y BP, respectivamente.

CUADRO 31. Efecto del año de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (otoño).

Variables dependientes	Año de parto			
	Muy alta producción	Alta producción	Producción media	Baja producción
<u>Otoño</u>				
Producción de grasa (kg)	227,9a ¹	212,4b	211,4b	196,8c
Porcentaje de grasa (%)	3,67a	3,59a	3,72a	3,73a
n ²	52	92	228	496
Producción de proteína (kg)	s.i. ³	180,9a	s.i.	166,2b
Porcentaje de proteína (%)	s.i.	3,19a	s.i.	3,18a
n	0	97	0	315

¹ Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias.

³ Sin información.

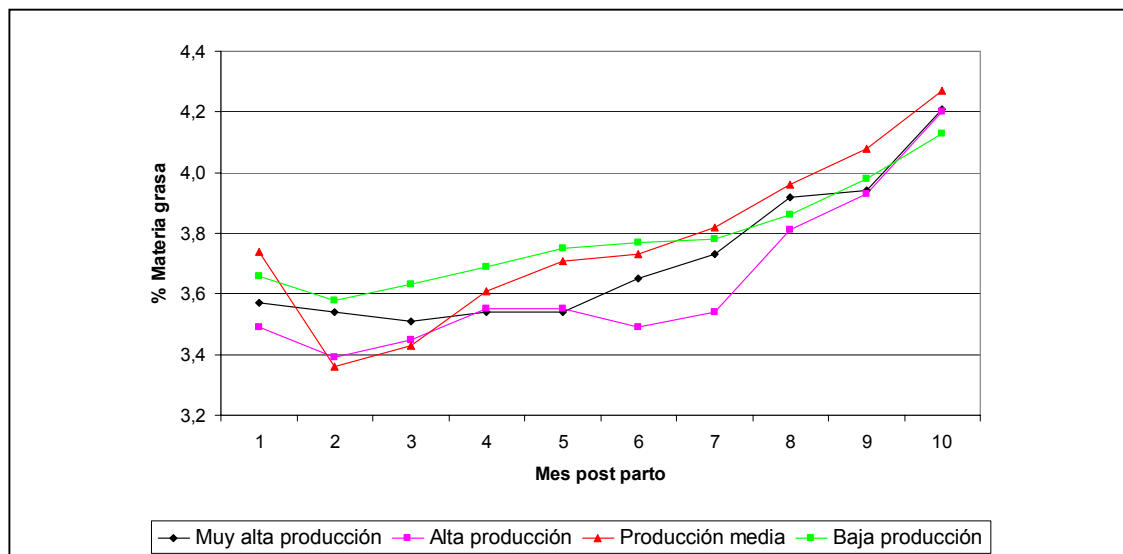
La Figura 17 muestra las curvas de porcentaje de materia grasa para las distintas agrupaciones de años. En general se puede decir que las curvas de agrupaciones de mayor producción de leche (MAP y AP) son las que tienen los menores valores de concentración de grasa a lo largo de la lactancia, mientras que los grupos PM y BP son los que exhiben los mayores porcentajes.

Todos los grupos tienen su menor porcentaje de grasa durante el segundo mes de la lactancia, a excepción de los años MAP que lo tuvieron en el 3^{er} mes y que además fueron los que menor variación presentaron dentro de los primeros 5 meses, 0,03 unidades porcentuales en comparación con 0,06; 0,38 y 0,17 unidades porcentuales para los años AP, PM y BP, respectivamente. Después del 6^o mes post parto, todas las curvas coinciden en un aumento de los valores hasta el término de la lactancia.

Los años MAP y BP respondieron de forma similar en los meses 1, 2, 7, 8, 9 y 10, no superando el 2,5% de diferencia en ninguno de ellos, siendo prácticamente en todos los meses la concentración de los años MAP inferior.

Las diferencias entre estos mismos grupos fueron de 3,4; 4,2; 5,9 y 3,3% en el 3^{er}, 4^o, 5^o y 6^o mes, respectivamente.

FIGURA 17. Curvas de porcentaje de grasa para lactancias de años MAP, AP, PM y BP (otoño).



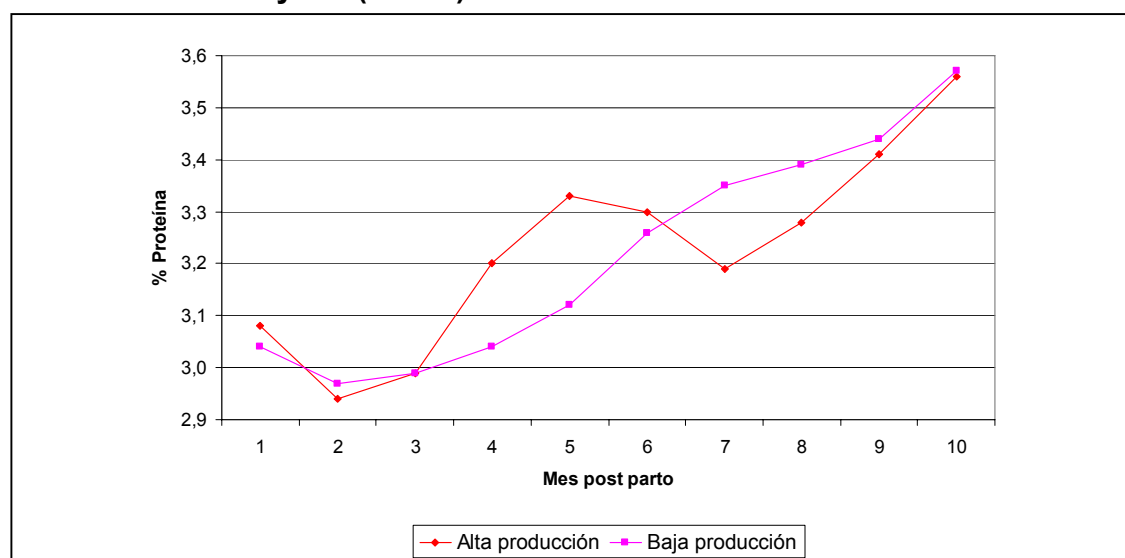
4.2.5.3 Proteína. En el Cuadro 31 se muestran las producciones y concentraciones de proteína según el año de parto. Debido a que los años clasificados como MAP y PM dentro de la época de otoño no presentaron datos de proteína, sólo se compararon para este caso en particular los años AP con los BP.

Se puede observar que el porcentaje de proteína no presentó diferencias significativas según el año de parto. Sin embargo, la cantidad de proteína por lactancia sí se vio afectada. Los años AP produjeron 14,7 kg por sobre aquellos BP, diferencia la cual equivalió a un 8,1%.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre la concentración de ambos grupos de años de parto, las curvas del porcentaje de proteína de estos años se comportaron de forma distinta (Figura 18). Los años BP presentaron una curva regular, la cual descendió al segundo mes y aumentó

hasta el fin de la lactancia. En el caso de la curva descrita por los animales con parto en años AP, esta presentó una gran alza en el porcentaje durante los meses finales de invierno (4^o mes post parto), después estos valores disminuyeron en primavera hasta octubre-diciembre (7^o mes post parto), momento en el cual nuevamente comenzaron a remontar. Esto provocó grandes diferencias entre las curvas de años AP y BP, principalmente en los meses 4, 5, 7 y 8. De esta manera se encontró que la concentración de proteína de años AP fue superior por 5,0 y 6,3%, en el 4^o y 5^o mes post parto, mientras que fue inferior por 5,0 y 3,4% en los meses 7 y 8, en el mismo orden.

FIGURA 18. Curvas de porcentaje de proteína para lactancias de años AP y BP (otoño).



4.2.6 Efecto del año de parto en primavera.

4.2.6.1 Producción de leche. En el Cuadro 32 se muestra la producción de leche real, la producción de leche corregida, la persistencia y el largo de lactancia estandarizado para cada año entre 1990 y 2001.

Se puede observar que la mayor producción de leche se presentó en 1990. En el caso de la leche corregida, la cantidad fue de 5759,5 kg, mientras que la menor fue en 1991 con 4818,7 kg, encontrándose una diferencia de 940,8 kg de leche.

Al igual que en otoño, no se puede ver una tendencia clara al aumento o al descenso por parte de la persistencia y el largo de la lactancia. En el caso de esta última variable se puede ver que no existieron diferencias estadísticas significativas según cual fue el año de parición.

Las vacas de parto primaveral presentan una alimentación principalmente en base a praderas, como se explicó en el capítulo 3.1.6. Sin embargo, al realizar un análisis de regresión lineal considerando las variables producción de leche y precipitación, tanto anual como de verano (diciembre – enero; diciembre - febrero), las relaciones no fueron significantes ($P \leq 0,05$). La precipitación anual se muestra en el Anexo 9, y la precipitación de verano junto con la producción de leche en el Anexo 10.

CUADRO 32. Producción de leche real, producción de leche corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado según año de parto (primavera).

Año de parto	Producción de leche (kg)		Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ²
	Real	Corregida			
1990	6033,6 a ¹	5759,5 a	69,1 a	298 a	54
1991	4963,4 c	4818,7 b	63,2 b	296 a	45
1992	5339,3 b	5095,1 bc	70,3 a	299 a	54
1993	5195,0 bc	4934,3 b	65,2 b	296 a	53
1994	5512,9 b	5117,2 bc	62,0 b	290 a	49
1995	5905,1 a	5358,9 c	66,6 a	297 a	48
1996	5636,1 b	5309,2 c	64,3 b	297 a	58
1997	5021,2 bc	4859,0 b	68,2 a	293 a	60
1998	4993,6 c	4951,7 b	66,5 a	296 a	62
1999	5210,7 bc	5079,5 bc	65,2 b	296 a	44
2000	5150,4 bc	4842,7 b	66,9 a	293 a	44

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias.

Al igual que para la época de otoño, en este caso se crearon 4 grupos de años según el nivel de producción de leche real: años MAP, AP, PM y BP (Cuadro 16).

Los años MAP superaron en 372,1 kg de leche corregida al promedio encontrado para la época y en 394,1; 644,6 y 674,4 kg a la producción de años AP, PM y BP, respectivamente, siendo todas estas diferencias significativas. Al analizar las agrupaciones PM y BP, se puede observar que estadísticamente no fueron distintas, y fueron las que presentaron las menores producciones con valores cercanos a los 4900 kg (Cuadro 33).

En esta época no se presentaron diferencias significativas para el largo de lactancia según el año de parto, lo cual se contrapone a lo ocurrido con la persistencia. Esta última, en años BP fue inferior por 6,4; 3,3 y 3,0 unidades porcentuales a la de años MAP, AP y PM, respectivamente.

CUADRO 33. Efecto del año de parto sobre la producción de leche real y corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado (primavera).

Año de parto	Producción de leche			Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ³
	Real (kg)	Corregida 4% MG (kg)	Producción relativa ² (%)			
<u>Primavera</u>						
Muy alta producción	5.977,8a ¹	5.579,4a	100,0	67,9a	297,7a	102
Alta producción	5.502,3b	5.185,3b	92,9	65,6b	295,4a	161
Producción media	5.142,0c	4.934,8c	88,4	66,5ab	294,6a	201
Baja producción	4.985,7c	4.905,0c	87,9	65,1b	295,8a	107

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

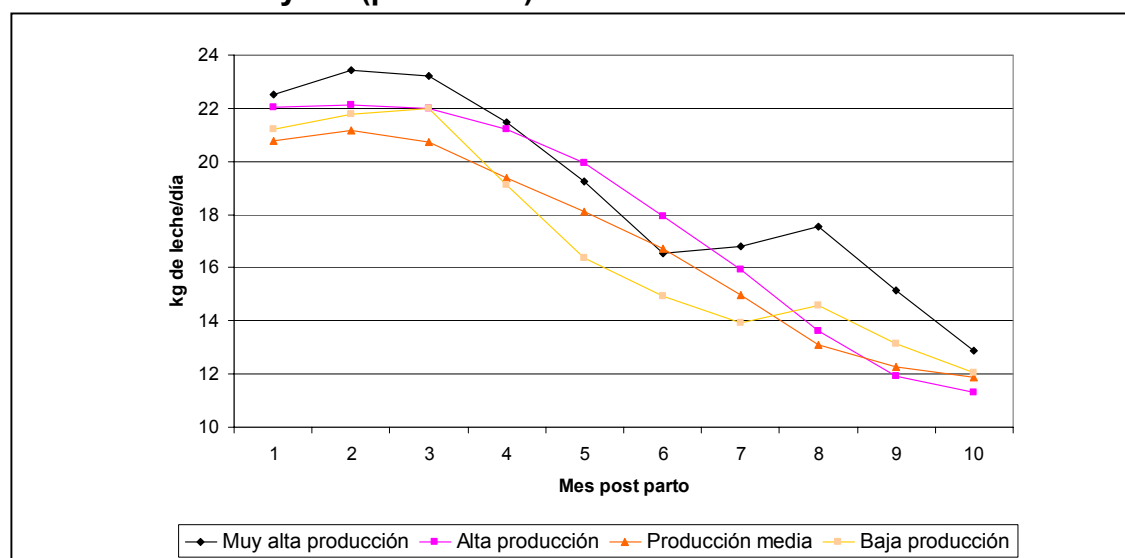
² Producción relativa de leche corregida 4% MG.

³ Número de lactancias.

La Figura 19 ilustra las curvas de producción de leche para cada agrupación de año de parto. Al igual que en la época de otoño, las curvas

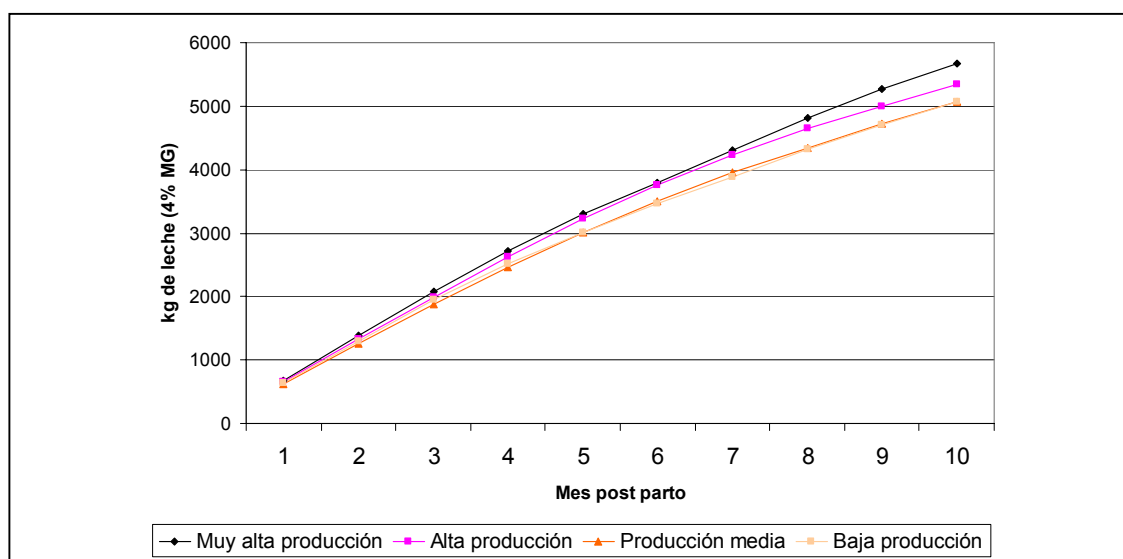
determinadas por los años MAP y BP fueron bastante similares. Fueron las únicas dos que exhibieron un repunte en la producción al 8º mes post parto, sin embargo las cantidades del grupo BP siempre fueron menores al MAP. Al comparar la curva de este último grupo con respecto a las otras tres, se puede observar que esta presenta las mayores producciones en 8 de los 10 meses de lactancia. Las mayores diferencias se presentaron en el 8º y 9º mes superando por 27,1 y 24,7% a años AP, por 30,7 y 22,0% a años PM y, por 20,3 y 15,2% a años BP, respectivamente.

FIGURA 19. Curvas de producción de leche corregida de años MAP, AP, PM y BP (primavera).



Al comparar las curvas de producción de leche acumulada, se encontró que los años PM y BP presentaron diferencias menores a 3,5% a lo largo de toda la lactancia. Esto condujo a que las producciones totales entre ellos, como se mencionó anteriormente, no presentaran diferencias significativas. Los años MAP siempre mantuvieron una diferencia superior a 6% con respecto a los PM y BP, presentándose las mayores en los meses 7, 8, 9 y 10 en que la agrupación PM fue superada por 8,8; 11,0; 11,9 y 11,7%, y los BP por 10,8; 11,7; 12,0 y 11,7%, respectivamente (Figura 20).

FIGURA 20. Curvas de producción de leche corregida mensual acumulada de años MAP, AP, PM y BP (primavera).



4.2.6.2 Materia grasa. Se produjeron diferencias significativas entre los porcentajes de grasa según el año de parto. Los años BP fueron los que presentaron el mayor porcentaje con 3,91%, superando a los PM, AP y MAP por 0,15; 0,27 y 0,32 unidades porcentuales, respectivamente. Al comparar estos resultados con la producción de leche (Cuadro 33), se puede observar que los mayores porcentajes ocurrieron justamente en lactancias con menor producción (Cuadro 34).

En relación con la producción de grasa, esta no presentó diferencias estadísticas entre los años BP con PM y, BP con AP. Sin embargo, las cantidades producidas por los años MAP, AP y PM fueron significativamente distintas, en que el grupo MAP superó en el mismo orden por 13,6 y 20,7 kg a la de los años AP y PM.

CUADRO 34. Efecto del año de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína (primavera).

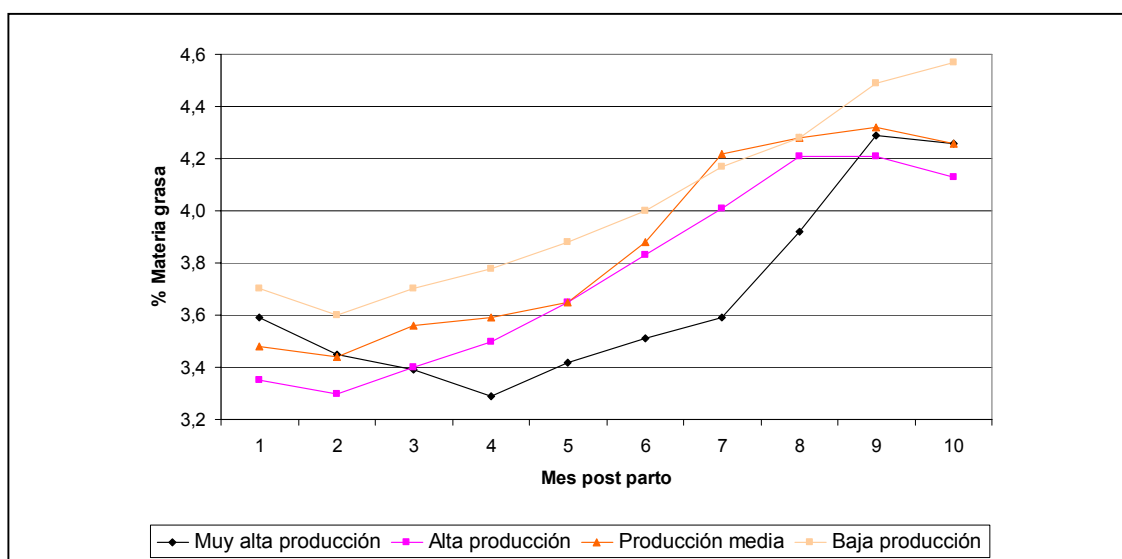
Variables dependientes	Año de parto			
	Muy alta producción	Alta producción	Producción media	Baja producción
<u>Primavera</u>				
Producción de grasa (kg)	212,6a ¹	199,0b	191,9c	194,0bc
Porcentaje de grasa (%)	3,59a	3,64a	3,76b	3,91c
n ²	102	161	201	107
Producción de proteína (kg)	184,7a	180,9a	166,4b	163,6b
Porcentaje de proteína (%)	3,13a	3,21b	3,25b	3,28b
n	47	58	148	62

¹ Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias.

La Figura 21 muestra las curvas de porcentaje de grasa para las distintas agrupaciones de año de parto. Se puede apreciar que todas las curvas presentan su menor porcentaje en el 2º mes de lactancia a excepción de los años MAP que lo presentaron en el 4º mes. Con respecto a estos últimos, se puede observar que la concentración de grasa en ellos fue inferior a las otras tres curvas a lo largo de 6 meses de la lactancia, encontrándose las mayores diferencias en el 6º, 7º y 8º mes post parto, en que fue superado en 9,1; 11,7 y 7,4% por años AP. Por el contrario, para los años BP se encontraron las mayores concentraciones en prácticamente todo el desarrollo de la lactancia, siendo solamente en el 7º mes superado en 0,05 unidades porcentuales por la agrupación PM.

FIGURA 21. Curvas de porcentaje de grasa para lactancias de años MAP, AP, PM y BP (primavera).



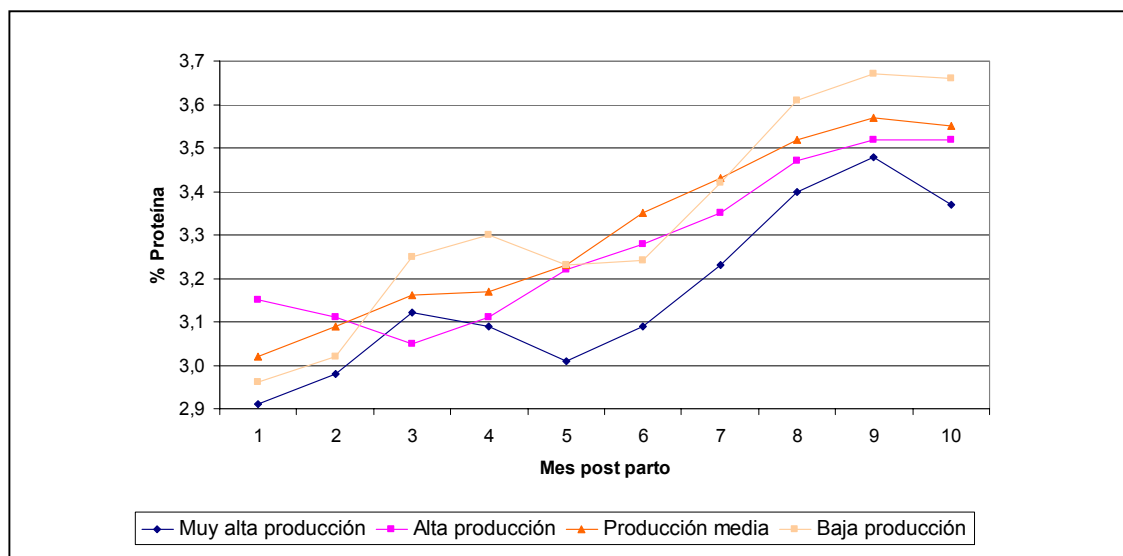
4.2.6.3 Proteína. Como se puede ver en el Cuadro 34, al igual que en el caso de la materia grasa, el mayor porcentaje de proteína se presentó en años BP. Este último superó por 0,03; 0,07 y 0,15 unidades porcentuales a años PM, AP y MAP, respectivamente, sólo llegando a ser significativa la diferencia con años MAP.

La producción de proteína fue significativamente superior en años MAP y AP. Los grupos PM y BP fueron superados por 18,3 y 21,1 kg por años MAP, mientras que lo fueron por 14,5 y 17,3 kg por la agrupación AP, respectivamente.

Las curvas de porcentaje de proteína para los diferentes años de parto se presentan en la Figura 22. Al igual que en el caso de la materia grasa, la curva que presentó los menores valores de concentración de proteína fue la de años MAP, exhibiendo las cifras más bajas con respecto a los otros tres grupos, durante los meses 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10. Las diferencias encontradas entre años AP, PM y BP no superaron el 6,5%, mientras que el porcentaje de grasa de la agrupación MAP llegó a ser superada en 7,0; 6,1 y 3,7% por años AP, en

7,3; 8,4 y 6,2% por años PM y en 7,3; 4,9 y 5,9% por años BP, durante el 5^o, 6^o y 7^o mes post parto, respectivamente.

FIGURA 22. Curvas de porcentaje de proteína para lactancias de años MAP, AP, PM y BP (primavera).



4.2.7 Efecto de la edad y número de parto. Como se mencionó anteriormente en el punto 4.1.4, en la lechería Punahue se presentaron vacas con su 1^{er} parto a los 2; 2,5; 3; 3,5 y 4 años de edad. Debido a esta gran dispersión de edades al primer parto, y para poder determinar el efecto combinado de estas dos variables sobre la producción de leche, se ordenó la información en categorías (Cuadro 14).

En el Cuadro 35 se muestra la producción de leche corregida de acuerdo a las distintas combinaciones entre el número de parto y la edad. Debido a que sólo se consideraron las edades con mayor número de observaciones para cada número de parto, la cantidad de lactancias disminuyó a 1322.

Se puede observar que existe un efecto significativo sobre la producción de leche causado por la edad y por el número de parto. Sin embargo, este efecto se pierde en animales de 3^{er} parto en adelante, donde no se produce un

efecto significativo sobre la producción dependiendo de cual sea la edad para determinado número de parto o vice versa.

Esto se puede apreciar claramente en el Cuadro 35, donde la producción de leche corregida de vacas de 1^{er} parto presentaron diferencias estadísticas significativas según cual fue la edad del animal. En ese caso la producción de vacas de 3 años de edad superó por 354 kg a aquellas que solo tenían 2 años. La misma situación ocurrió para animales de 2^o parto con 3 y 4 años de edad, sin embargo esta tendencia se pierde en vacas con 3 o más partos.

Al analizar el número de parto, también se encuentra que produce un efecto significativo sobre la producción de leche. Esto se puede apreciar al encontrar que vacas de 3 años de edad y de 2^o parto producen 204 kg más de leche corregida que aquellas vacas de 3 años de edad, pero de 1^{er} parto, diferencia estadísticamente significativa. Al igual que para el caso de la edad el efecto se vuelve no significativo desde el 3^{er} hacia arriba.

CUADRO 35. Producción de leche corregida según número ordinal de parto y edad de la vaca.

N° parto	1	1	2	2	3	3	4	4	5 y más
Edad	2	3	3	4	4	5	5	6	6 y más
kg leche	4461a ¹	4815b	5019c	5492d	5443d	5531d	5535de	5770e	5378d
E.E.	68	75	72	71	78	79	83	93	45
n ²	161	134	138	140	112	112	99	80	346

¹ Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias.

Basándose en esto, y considerando que el número de observaciones disponibles para trabajar con la edad (1366) es menor a la cantidad utilizable para el análisis con número de parto (1439), se optó sólo incluir esta última variable dentro de los modelos estadísticos.

En el Cuadro 36 se muestra la producción de leche real y la producción de leche corregida, la persistencia y el largo de lactancia estandarizado según el número de parto. Se puede observar que la producción de leche corregida aumentó hasta el 4^o parto para luego disminuir al grupo con 5 y más lactancias. El largo de lactancia no presentó diferencias para los diferentes números de parto, por otro lado la persistencia disminuyó significativamente desde el 1^{er} hasta el 3^{er} parto, el cual no fue distinto al 4^o pero que sin embargo, fue estadísticamente superior al valor encontrado para el grupo de 5 y más partos. Por lo tanto, como se puede observar, se presentó una tendencia a la disminución en el valor de la persistencia mientras mayor se hizo el número de parto.

CUADRO 36. Producción de leche real, producción de leche corregida, persistencia y largo de lactancia estandarizado según número de parto.

Número de parto	Producción de leche (kg)		Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ²
	Real	Corregida			
1	4814,9 a ¹	4611,6 a	73,3 a	296 a	334
2	5542,1 b	5287,2 b	69,5 b	296 a	310
3	5748,9 c	5478,5 c	68,1 c	298 a	251
4	5918,1 c	5638,7 d	67,8 c	297 a	198
5 y más	5654,1 bc	5364,1 b	65,8 d	295 a	346

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias.

En relación con la producción de leche real, desde el 3^{er} parto en adelante no se encontraron diferencias estadísticas. Por esta razón, y en consideración del número de observaciones por cada número de parto, se decidió formar un grupo con el 3^{er} y 4^o parto incluyendo 449 lactancias. Por lo tanto, como ya se mencionó en el capítulo 3.2.3.3.1, el análisis de esta variable sólo consideró 4 agrupaciones: 1^{er} parto, 2^o parto, 3^{er} y 4^o parto y, 5 y más partos.

4.2.7.1 Producción de leche. En el Cuadro 37 se muestra la variación en producción de leche, persistencia y largo de lactancia según el número de parto de las vacas.

La mayor producción se obtuvo en vacas de 3^{er} y 4^o parto, con producciones de 5.824,2 kg de leche real y de 5.549,7 kg de leche corregida. Al igualar la producción de vacas de primer parto a 100%, las cantidades producidas en los partos número 2, 3 y 4, y mayores de 5 fueron 14,6; 20,3 y 16,3% superiores, respectivamente.

No existieron diferencias significativas entre los largos de lactancia de animales con diferente número de parto, encontrándose todas las duraciones entre los 295 y 297 días.

CUADRO 37. Efecto del número de parto sobre la producción de leche, persistencia y largo de lactancia.

Número de parto	Producción de leche				Persistencia (%)	Largo de lactancia (días)	n ⁴
	Real (kg)	Corregida 4% MG (kg)	Producción relativa ² (%)	Producción relativa ³ (%)			
1	4.815,5a ¹	4.612,1a	83,1	100,0	73,3a	296a	334
2	5.540,6b	5.285,8b	95,2	114,6	69,5b	296a	310
3 y 4	5.824,2c	5.549,7c	100,0	120,3	68,0c	297a	449
5 y más	5.654,5b	5.364,6b	96,7	116,3	65,8d	295a	346

¹ Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Producción relativa de leche corregida 4% MG al 3^{er} y 4^o parto.

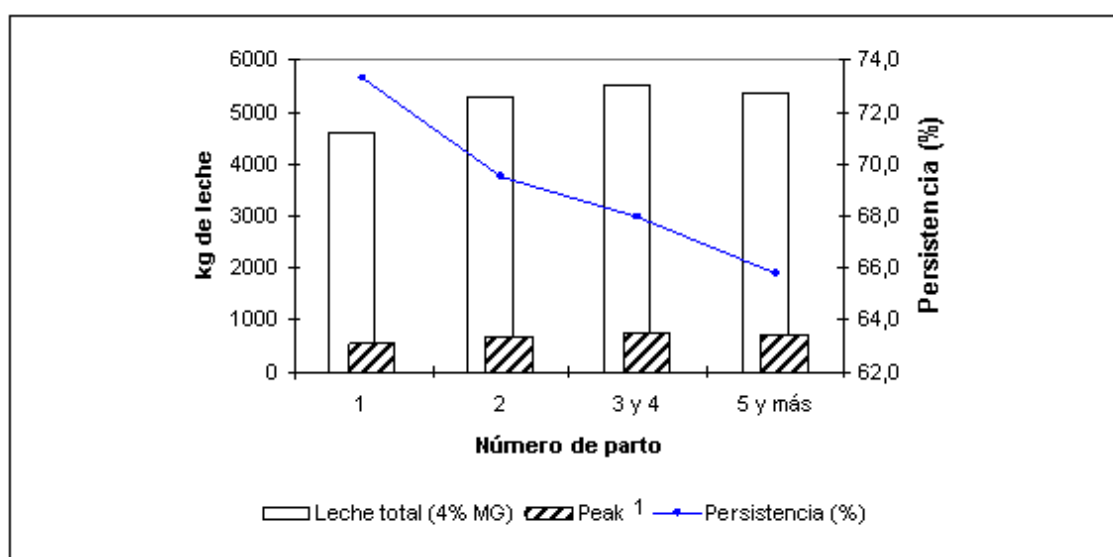
³ Producción relativa de leche corregida 4% MG al 1^{er} parto.

⁴ Número de lactancias.

Las vacas con mayor número de parto fueron las que presentaron una menor persistencia de su curva de lactancia. En este caso hubo una diferencia de 7,5 unidades porcentuales entre vacas de 1^a parición y vacas con número de lactancia igual o superior a 5. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, la cantidad de leche por lactancia aumentó hasta el 3^{er} y 4^o parto

para luego disminuir. Esta discordancia entre el aumento de la cantidad de leche y la disminución de la persistencia mientras mayor fue el número de parto, quedó explicada por los diferentes peaks de producción presentados por cada lactancia. Estos últimos respondieron de forma muy similar a la producción total. Es decir, cuando el peak fue alto, la cantidad de leche en la lactancia también fue alta, y viceversa (Figura 23).

FIGURA 23. Efecto del número de parto sobre la producción de leche corregida, persistencia y peak de producción.



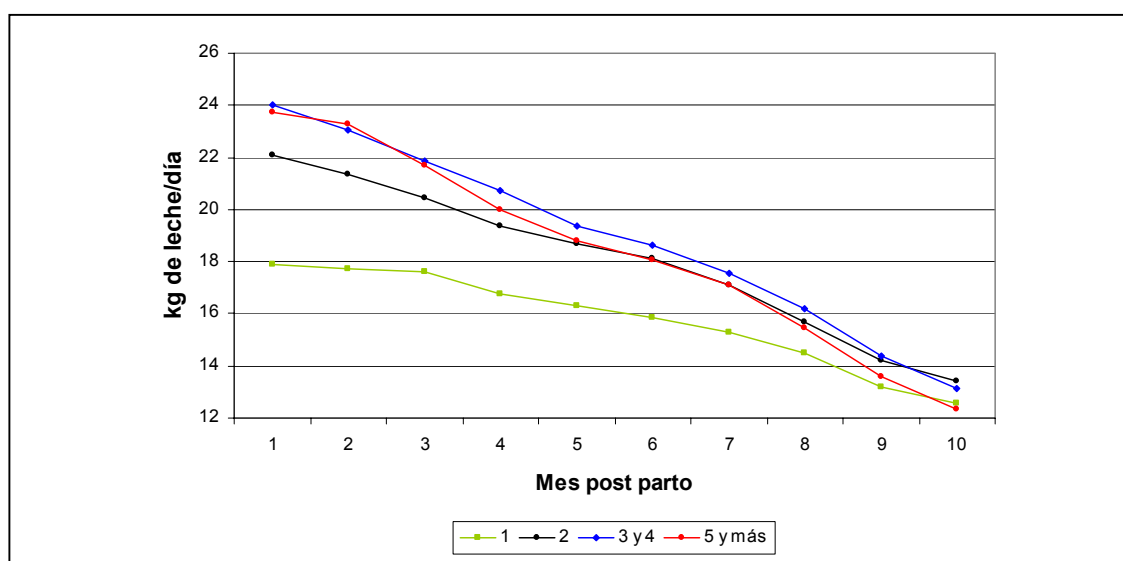
¹ Cantidad de leche acumulada en el mes peak de producción.

La Figura 24 muestra las curvas de lactancia correspondientes a animales con distinto número de parto. Se puede ver que el mayor peak de producción lo presentaron animales de 3 y 4 partos, correspondiendo a 24 kg de leche/día, en comparación con el menor que fue de 18 kg de leche/día para vacas de 1^{er} parto.

Las producciones para animales de 1^{er} parto fueron inferiores a las demás en prácticamente todos los meses post parto. Se puede observar que la diferencia entre las producciones fue mayor al principio de la lactancia y luego

comenzó a disminuir. De esta manera, los animales de 3 y 4 partos superaron en un 25%, representando 6,1 kg de leche/día, a vacas de 1ª parición durante el 1^{er} mes post parto, mientras que en el 10^o mes esta diferencia fue menor a 0,5 kg. Este resultado se debe a la persistencia de ambas curvas de lactancia, la cual fue inferior en vacas de 3 y 4 partos, lo cual indujo una tendencia a la igualdad en la producción mensual a medida que progresó la lactancia.

FIGURA 24. Curvas de producción de leche corregida de vacas con distinto número de parto.

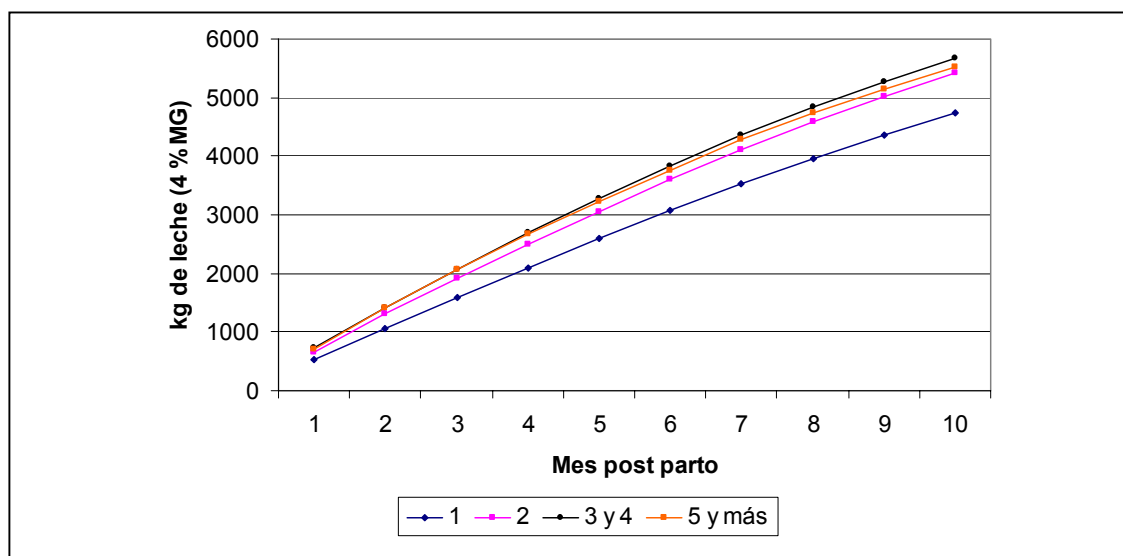


Al comparar las curvas de producción de leche acumulada (Figura 25), se encontró que existía una gran similitud entre las curvas de vacas con 3 y 4 partos, en relación con las que presentaban 5 y más. Tanto así, que en los primeros 8 meses, la diferencia entre las producciones no superó el 2%, siendo siempre mayor la curva del grupo de vacas con 3 y 4 partos.

Las vacas de 2ª parición presentaron una curva de lactancia inferior a la de vacas con 3 y 4 partos, produciendo 8,1; 7,8; 7,3; 7,2 y 6,5% menos durante los 5 primeros meses de lactancia, respectivamente. Desde el 6º mes en adelante las diferencias no superaron el 6%.

También se puede observar que los animales de 3^{er} y 4^o parto no superaron en ningún mes de lactancia por más de un 9% a aquellas curvas presentadas por vacas de 2 y de 5 y más partos. Sin embargo, las de 1^{er} parto llegaron a producir un 25% menos con respecto al mismo grupo durante el 1^{er} mes, y 24,3; 22,8; 21,9 y 20,8% menos desde el 2^o al 4^o mes post parto, respectivamente. Esto indica que la producción de vacas de 1^{er} parto está muy por debajo de los otros tres grupos.

FIGURA 25. Curvas de producción de leche corregida mensual acumulada de vacas con distinto número de parto.



4.2.7.2 Materia grasa. La concentración de materia grasa no presentó diferencias significativas según el número de parto. Sin embargo, se puede apreciar una tendencia a la disminución mientras mayor es el número de parto, encontrándose que animales de 1^{er} parto presentaron un porcentaje de grasa de 3,75, valor superior a los de 2; 3 y 4; y a los de 5 y más partos por 0,03; 0,04 y 0,07 unidades porcentuales, en el mismo orden.

La producción de grasa respondió de forma similar a la producción de leche. Es decir, aumentó su cantidad hasta el grupo de 3^{er} y 4^o parto, para luego disminuir en el de 5 y más. De esta manera se encontró que los 214,7 kg

pertenecientes a vacas de 3 y 4 partos superaron por 35,6; 10,1 y 7,8 kg a la producción de animales de 2^o, 3^{er} y 4^o, y 5^o o más partos, respectivamente.

CUADRO 38. Efecto del número de parto sobre la producción y concentración por lactancia de grasa y proteína.

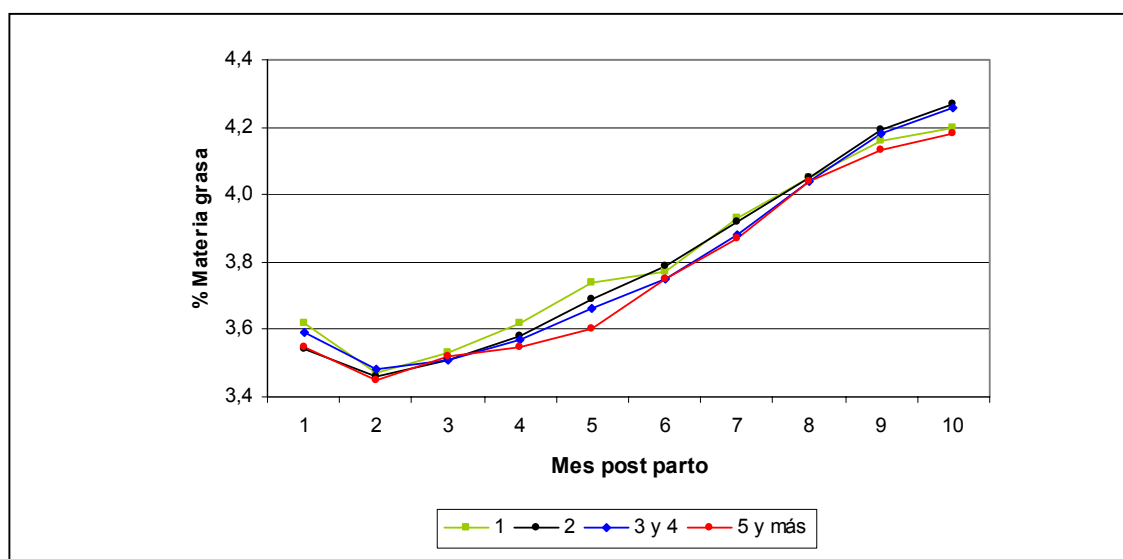
Variables dependientes	Número de parto			
	1	2	3 y 4	5 y más
Grasa (kg)	179,1a ¹	204,6b	214,7c	206,9b
Porcentaje de grasa (%)	3,75a	3,72a	3,71a	3,68a
n ²	334	310	449	346
Proteína (kg)	151,7a	174,6b	181,7c	175,0b
Porcentaje proteína (%)	3,18a	3,21a	3,21a	3,21a
n	142	143	230	212

¹ Letras distintas en sentido horizontal indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

² Número de lactancias.

En general se puede decir que las curvas del porcentaje de grasa de animales con distinto número de parto se comportaron de forma bastante similar (Figura 26). Sin embargo, al comparar la curva de las vacas de 1^{er} parto con las de 5 y más, se puede ver que esta última siempre presentó valores inferiores, produciéndose la mayor diferencia entre estas durante el 1^{er}, 4^o y 5^o mes de lactancia con 1,9; 1,9 y 3,7%, respectivamente.

FIGURA 26. Curvas de porcentaje de materia grasa para lactancias de vacas de distinto número de parto.

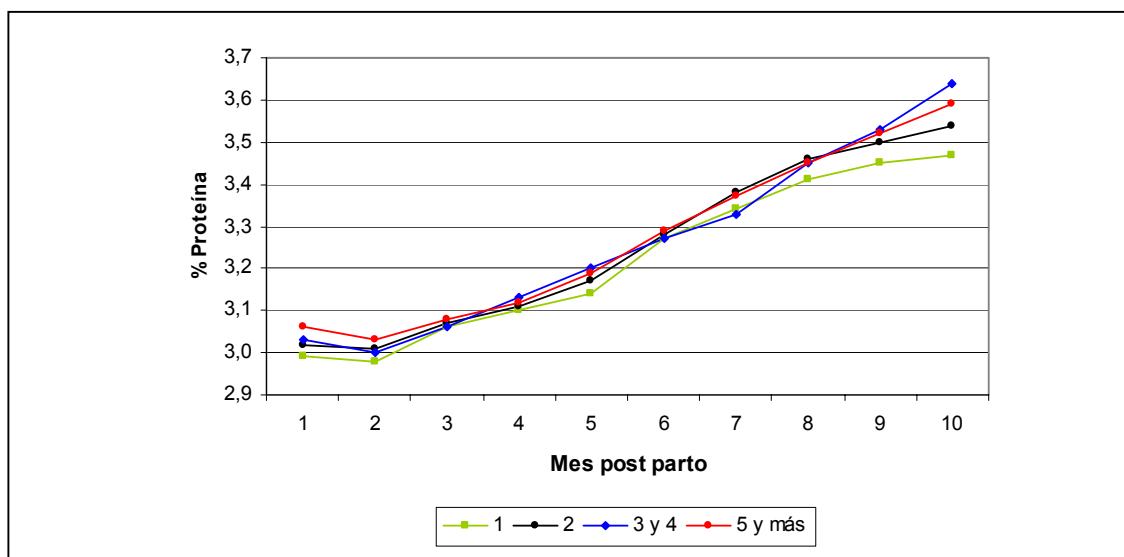


4.2.7.3 Proteína. El Cuadro 38 muestra la producción y porcentaje de proteína para las lactancias de vacas de diferente número de parto. En este se puede apreciar que no se produjeron diferencias estadísticas entre las concentraciones de proteína según el número de parto de las vacas.

Al igual que la producción de leche y la producción de materia grasa, la cantidad de proteína aumentó hasta el 3^{er} y 4^o parto y disminuyó en el grupo de 5 y más. En este caso la producción de vacas de 1^{er} parto fue superada en 22,9 kg por las de 2^o parto, en 30 kg por la 3^{er} y 4^o parto y, en 23,3 kg por las de 5 y más partos.

En relación con las curvas del porcentaje de proteína, se encontró que estas respondieron de forma semejante en los primeros 8 meses de la lactancia. En el 9^o y 10^o mes, se produjeron diferencias importantes con respecto a la curva de animales de 1^{er} parto. En el mes 9, esta última fue sobrepasada en 1,4; 2,3 y 2,0% por lactancias de número de parto 2; 3 y 4, y 5 y más, mientras que en el 10^o mes estas diferencias fueron de 2,0; 4,9 y 3,5%, respectivamente (Figura 27).

FIGURA 27. Curvas de porcentaje de proteína para lactancias de vacas de distinto número de parto.



4.2.8 Efecto del periodo seco. Esta referido a la duración del periodo seco precedente a la lactancia, y su efecto sobre las distintas variables dependientes consideradas en este análisis. Para esto el periodo seco se trabajó como una variable continua, situación explicada en el capítulo 3.2.3.3.1.

La duración del periodo seco no presentó efectos significativos ($P \leq 0,05$) sobre ninguna de las variables en estudio, ni en forma lineal ni en forma cuadrática (Anexo 7). Por lo tanto, de acuerdo a lo encontrado por este estudio, la duración del periodo seco no causó efecto alguno sobre las variables de producción de los animales de la lechería Punahue.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se interpretaran los resultados, explicándolos de acuerdo a la realidad del predio y comparándolos con cifras obtenidas en estudios realizados anteriormente sobre el tema. Se comenzará con los resultados generales obtenidos del rebaño; luego se discutirá, en 5 puntos, los efectos causados en la producción y composición de la leche por las distintas variables independientes consideradas.

El promedio de producción de leche corregida en la lechería Punahue (5256 ± 829 kg) presentó un valor inferior a los 5497 kg encontrados por LANUZA (1994) en un sistema biestacional con partos de otoño y de primavera. Sin embargo, fue muy similar a la producción promedio de 5240 kg obtenida por HERRERA (1997) de un par de lecherías en la Décima Región.

En relación al porcentaje de grasa, este fue similar al encontrado por QUITRAL (1995) y BRAVO (1998), siendo superior al 3,31% reportado por LANUZA (1994). En vacas con partos de primavera (Cuadro 24), el tenor de grasa estuvo por debajo de los 3,80; 3,81; 4,03; 4,00 y 4,05% obtenidos por GARCÍA *et al.* (1984), MAGOFKE *et al.* (1984), CARDENAS (1994), GONZÁLEZ y MAGOFKE (1994) y GARCÍA *et al.* (1999), respectivamente, para este tipo de sistema, indudablemente influido por la incorporación de genes Jersey en el rebaño.

La concentración de proteína coincidió con los valores publicados en la literatura (TYLER, 1958; GAUNT, 1973; FEAGAN, 1979; PACKARD, 1984; ROGERS y STEWART, 1982; LAVIN, 1996), en que se trabajó con animales Holstein Friesian, a excepción de LAVIN (1996) que corresponden a vacas Frisón Negro.

En el punto 4.1.5 se comentó que el largo de lactancia real de la lechería Punahue presentó un promedio simple cercano a los 330 días, encontrándose incluso lactancias superiores a los 650 días de duración (Cuadros 21 y 22). Este valor superó ampliamente los 305 días recomendados por la literatura (LATRILLE, 1985), la cual señala como objetivo para la Décima Región, obtener lactancias de 305 días con dos meses de descanso (periodo seco) y 12 meses de intervalo entre partos. Esta situación indicaría un problema del tipo reproductivo, en que animales que no se preñan continúan en producción hasta la próxima época de encaste.

Los promedios de número de partos y de edad del rebaño (Cuadros 18 y 19) fueron similares a los señalados por HERRERA (1997). Sin embargo, fueron algo superiores a los 2,9 partos y 4,2 años de una lechería de partos de primavera reportados por GARCÍA *et al.* (1987) y CORTÉS (1986). En relación con la edad al primer parto, el valor promedio de 2,5 años encontrado en Punahue corresponde con lo de otras lecherías de la Décima Región (CORTÉS, 1986; GARCÍA *et al.*, 1987 y HERRERA, 1997).

5.1 Efecto de la época de parto.

La mayor producción obtenida en vacas de parto otoñal (Cuadro 24) coincidió con lo encontrado por varios autores (POTTER, 1980; OSSA, 1987; HERRERA, 1997 y BRAVO, 1998). En el caso de la primavera, la producción obtenida superó ampliamente los 4251,7 kg de leche producidos por vacas Holando-Europeo alimentadas en base a praderas en la Décima Región (CARDENAS, 1994). La mayor cantidad de leche por lactancia de vacas de parto otoñal se explica por el repunte de la producción que ocurre en los meses de primavera, provocando que la persistencia presente un valor superior que con parto de primavera (JOHNSON y TOUCHBERRY, 1962) (Figura 6). Además, como se mencionó en el capítulo 3.1.5, en este predio los animales

permanecen en patio de alimentación durante los meses de invierno, situación favorable para una mayor producción de leche (GOIC y BÓRQUEZ, 1981) y para una mejor eficiencia reproductiva como lo menciona JAHN *et al.* (1983). Sin embargo, el aumento en producción durante la época primaveral, junto con la baja producción de invierno y la no presentación del peak de producción en el 2º mes post parto de lactancias iniciadas en otoño, indicaría que a pesar de los grupos de alimentación según producción y del suministro de forrajes conservados y concentrados en el patio de alimentación, no se logra satisfacer las necesidades de estos animales de alta producción durante los meses de invierno (GOIC, 1974).

HERRERA (1997) y BRAVO (1998), afirman que las lactancias iniciadas en otoño se ven favorecidas en cuanto a su longitud en la primavera siguiente, en tanto que las lactancias iniciadas en primavera se ven afectadas por el período de verano, lo cual disminuye su duración. En la lechería Punahue, los largos de lactancia estandarizados no fueron estadísticamente diferentes, sin embargo, las duraciones reales de las lactancias iniciadas en otoño fueron significativamente inferiores a las de primavera (Cuadro 24).

La cantidad de grasa respondió de igual forma que la producción de leche, siendo significativamente mayor en otoño. Esto era de esperar, ya que no existió mayor variación en la concentración promedio de este componente según la época de parto (Cuadro 24). Estos resultados concuerdan con los de HERRERA (1997) y BRAVO (1998), sin embargo no corresponden con los encontrados por POTTER (1980) quién obtuvo en el mismo orden, un promedio de 3,28 y 2,63% de grasa para lactancias comenzadas en otoño y primavera. Según este mismo autor, el alto contenido de fibra de los forrajes conservados, generalmente altos en el sur de Chile, hace que se favorezca la concentración de materia grasa en los meses invernales.

La proteína presentó una concentración significativamente superior en lactancias iniciadas en primavera (Cuadro 24). Esto correspondió con lo reportado por GAUNT (1973), FEAGAN (1979) y ROGERS y STEWART (1982). Además en el último de estos trabajos se afirma lo relativamente bajo que son los valores de proteína en invierno y verano para vacas de pariciones en otoño y primavera. Además, comentan en concordancia con O'BRIEN *et al.* (1997) que las concentraciones son mayores durante la primavera cuando las praderas de alta calidad son abundantes.

5.2 Efecto del mes de parto dentro de época.

Lo encontrado en el presente estudio con respecto a los meses de parto en otoño correspondió con los resultados obtenidos por HERRERA (1997), en que se aprecia claramente una menor producción de leche por parte de animales con partos más tardíos. Sin embargo, en el trabajo de HERRERA (1997) la menor producción se debió a una menor persistencia, mientras que en este estudio la menor producción ocurrió como consecuencia de una menor duración de las lactancias de animales con partos en abril y mayo (Cuadro 25). Esto último se explica porque las vacas con parto en marzo llegan en su 10^o mes post parto a enero, mientras que las paridas en abril y mayo lo realizan en su 9^o y 8^o mes post parto, respectivamente (Figura 9). Debido a que a fines de diciembre el crecimiento de la pradera se hace prácticamente nulo y baja su calidad nutritiva por la maduración de los pastos (MUJICA, 1971; GOIC, 1974; GOIC y DUMONT, 1984; RIVEROS y MAGOFKE, 1983), la producción de leche disminuye fuertemente, y en este caso adelanta la fecha de secado de los animales.

La mayor producción de leche en lactancias comenzadas tempranamente en la época de primavera (Cuadro 27), coincidió con lo encontrado en trabajos realizados anteriormente en la Décima Región.

MAGOFKE *et al.* (1984), CORTÉS (1986), GARCÍA *et al.* (1987), HERRERA (1997) y GARCÍA *et al.* (1999) encontraron que las mayores producciones de leche se presentaban en vacas con pariciones en julio y agosto. Esto se explica por el mayor periodo que están los animales con pariciones tempranas en praderas abundantes y de buena calidad, presentando su 5^o o 6^o mes post parto en enero. Por el contrario, vacas que paren en septiembre llegarán al mes de enero en su 4^o mes post parto, presentando una acentuada disminución en la producción durante los meses de verano, lo cual conduce a lactancias más cortas y de persistencias menores.

Tanto en otoño como en primavera se presentaron diferencias entre las producciones iniciales de las vacas según el mes de parto. La producción de leche inicial esta relacionada con la condición corporal del animal al parto (LATRILLE, 1985). En otoño, las vacas más tardíamente paridas presentaron las menores producciones iniciales, lo cual se explicaría por la disminución en la disponibilidad de praderas desde marzo hasta los meses de invierno (RIVEROS y MAGOFKE, 1983). Por lo tanto, los animales de parición en mayo aunque comiencen su lactancia dentro del patio de alimentación, han llegado al parto con una condición corporal por debajo de la requerida y por ende producen menos leche que aquellos con pariciones más tempranas. Sin embargo estos resultados no coincidieron con los reportados por HERRERA (1997) que no muestran tendencia en la producción inicial según el mes de parto en otoño. Por otro lado, en primavera las mayores producciones iniciales la presentaron animales de pariciones más tardías, situación similar a la de otras lecherías de la Décima Región (MAGOFKE *et al.*, 1984; HERRERA, 1997; GARCÍA *et al.*, 1999). Esta mayor producción estaría explicada por una alta disponibilidad de praderas de buena calidad durante el primer mes de lactancia (MUJICA, 1971; GOIC, 1974; GOIC y DUMONT, 1984; RIVEROS y MAGOFKE, 1983), acompañada por una mejor condición corporal al parto como consecuencia de una mejor alimentación previa al parto.

El porcentaje de materia grasa no presentó diferencias según el mes de parto ni en otoño, ni en primavera (Cuadros 26 y 28). Por esta razón la producción de materia grasa respondió de forma similar a la producción de leche en ambas épocas. HERRERA (1997) no comparte estos resultados, obteniendo un mayor porcentaje junto a una mayor producción de grasa para vacas con partos en abril, mientras que en primavera encontró que las lactancias iniciadas en septiembre eran las que promediaban un menor tenor de este componente. Sin embargo, lo obtenido por MAGOFKE *et al.* (1984), CARDENAS (1994) y GARCÍA *et al.* (1999) para vacas de parto primaveral se asemeja bastante a lo expuesto en este trabajo. Además, las curvas del porcentaje de grasa presentadas por estos autores corresponden con las obtenidas para la lechería Punahue (Figura 13), existiendo 3 etapas: primero tres meses con una leve declinación hacia el 2^o mes; luego, en el 3^{er} y 4^o mes se produce el inicio de la reversión de la curva con valores muy parecidos para los meses de parición. El incremento posterior es rápido y sostenido; pero con valores inferiores en las pariciones de julio y agosto.

5.3 Efecto del año de parto dentro de época.

La producción de leche promedio mínimo cuadrado para la lechería Punahue disminuyó desde 1990 al 2001. Esta disminución se atribuyó a la relación entre la producción de leche de vacas de parto otoñal y el año de parto (Cuadro 29), ya que no se encontró relación entre este último y las lactancias iniciadas en primavera (Cuadro 32). QUITRAL (1995), promedió 5886 kg de leche en la lechería Punahue para el periodo entre 1985 y 1993, valor muy por sobre los 5256 kg encontrados en el presente trabajo. En el estudio realizado por BRAVO (1998) en la misma lechería, con datos desde 1976 a 1994, se obtuvo una tendencia en la cual la producción de leche aumentaba en la medida que pasaban los años, al comparar los años 1976, 1982 y 1994 se encontraron producciones de 2853, 3528 y 5324 kg de leche, respectivamente.

En dicha ocasión, se comentó que la tendencia se explicaba por la incorporación de nuevas tecnologías en el manejo de los rebaños, a estrategias de alimentación; y principalmente al uso creciente del genotipo holstein. Por lo tanto, la producción por vaca en la lechería Punahue aumentó hasta el principio de la década de los 90, para luego disminuir paulatinamente hasta 1997 y 1998 en que la producción se estabiliza, en el caso de partos de otoño, alrededor de los 5000 kg de leche. Este decrecimiento en la cantidad de leche por lactancia podría ser atribuido a cambios en la genética del rebaño y a la alimentación, ya que el manejo se ha mantenido de la misma forma en el periodo estudiado. Según el trabajo realizado por BRAVO (1998), hasta 1994 existió un aumento del genotipo holstein friesian en el rebaño del fundo Punahue (Anexo 11), en el cual se encontró una relación en que a mayor inclusión del genotipo holstein en el rebaño, la producción promedio de este se hacía mayor. De acuerdo con lo anterior, y en consideración de que en los últimos años se han utilizado toros con menor porcentaje de holstein, la menor producción de leche por vaca podría deberse al aspecto genético.

Al comparar la producción de leche según el año de parto en otoño, se observó que el mayor efecto era causado por la producción inicial, ya que no se encontraron diferencias significativas de la persistencia y el largo de lactancia. Esto es similar a lo encontrado por HERRERA (1997), quién en una lechería de parto de otoño señaló que en años malos no sólo la persistencia es menor, sino que además la producción inicial es muy baja. Esta baja producción de invierno se debe a una alimentación post parto que no logra satisfacer las necesidades de los animales (GOIC, 1974), y también como lo menciona LATRILLE (1985) a que las vacas llegan al parto con una condición corporal no óptima (subnutridas). Por esta razón, se podría llegar a pensar que animales con buena condición y alimentados satisfaciendo sus requerimientos de producción corresponden a los del grupo AP y PM, los cuales no presentaron ese repunte durante la primavera (Figura 15), y por lo tanto exhibieron una curva más similar

a la normal, con un decrecimiento paulatino en su producción al progresar la lactancia.

En primavera, el sistema utiliza como principal alimento la pradera. Sin embargo, como se expuso en el punto 4.2.6.1, no fueron significantes ($P \leq 0,05$) las relaciones de la precipitación anual y de verano (diciembre-enero; diciembre-febrero) con la producción de leche. Esto se podría atribuir a que la alimentación durante el periodo estival en la lechería Punahue incluye el suministro de concentrado y de lupino como cultivo forrajero (Capítulo 3.1.6). Por lo tanto, este resultado difiere de HEPP (1984), MAGOFKE *et al.* (1984), CÁRDENAS (1994), GONZÁLEZ y MAGOFKE (1994) y HERRERA (1997), trabajos en los cuales se encontró una relación positiva, llegando a obtener un coeficiente de correlación entre la precipitación de enero-febrero con la producción de leche de 0,97 en el estudio realizado por CÁRDENAS (1994). Según GARCÍA *et al.* (1987), las diferencias entre años en la producción total de leche en este tipo de sistema de manejo, se deben fundamentalmente a diferencias en duración y persistencia de las lactancias a causa de variaciones en la cantidad y distribución de las precipitaciones registradas en el periodo estival. En este estudio sólo se encontró la influencia de la persistencia, pero no menos importante fue la producción al inicio de la lactancia, que como se puede ver en la Figura 19, es menor en años PM y BP. Esto indicaría, como ya se mencionó anteriormente, una condición corporal inadecuada al momento del parto (LATRILLE, 1985), o bien una menor disponibilidad de pradera por animal durante estos años.

La concentración de materia grasa se hizo mayor mientras menor fue la producción de leche por lactancia. De esta manera se obtuvieron las mayores concentraciones en años PM y BP, mientras que las menores fueron para años MAP y AP (Cuadros 31 y 34). Por otro lado, la producción de grasa aumentó

estrechamente con la producción de leche. Estas afirmaciones coincidieron con lo existente en la literatura (POTTER, 1980 Y MAGOFKE et al., 1984).

El porcentaje de proteína no presentó diferencias significativas según el año de parto en la época de otoño; sin embargo, para los partos de primavera, los años MAP obtuvieron estadísticamente un menor tenor de este componente (Cuadros 31 y 34). Según la literatura (LARSON, 1958; LABEN, 1963 y FEAGAN, 1979), este se explica por el efecto de dilución que se produce en la leche cuando la producción aumenta.

5.4 Efecto de la edad y número de parto.

Como se mostró en el Cuadro 35, la producción de leche en Punahue fue afectada tanto por el número de parto como por la edad del animal. Por su parte GONZÁLEZ y MAGOFKE (1994) y GARCÍA et al. (1984) determinaron que la edad de la vaca causa el principal efecto, encontrando diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre animales que paren por primera vez a los 2 y 3 años, en un sistema de partos de primavera. Sin embargo, HERRERA (1997) encontró que entre estos 2 factores, el número de parto causaba el principal efecto sobre la producción. Así, existían diferencias significativas entre vacas de 1^{er} y 2^o parto con 3 años de edad, tanto para una lechería con partos de primavera como una con partos de otoño. Estas afirmaciones indicarían que en la realidad no se puede atribuir el efecto sólo a una de estas variables, razón por la cual en algunos estudios se prefiere trabajar con una combinación de ambos, realizando agrupaciones en categorías (GONZÁLEZ, 1995).

En el Cuadro 37, la mayor producción fue para el 3^{er} y 4^o parto, por lo que se consideraron igual a 100. Las producciones del 1^o, 2^o y 5^o y más partos fueron de 83,1; 95,2 y de 96,7%, respectivamente. Si bien estos valores no son completamente comparables con los de la literatura debido a que esta

considera la producción de la 4^a lactancia igual a 100 (DUSSAUBAT, 1975; RIVEROS y MAGOFKE, 1983; GARCÍA *et al.*, 1984; CORTÉS, 1986; GONZÁLEZ y MAGOFKE, 1994; HERRERA, 1997; BRAVO, 1998), la tendencia es similar. La menor producción ocurre en el 1^{er} parto, luego aumenta hasta el 3^o o 4^o para finalmente decrecer en animales de mayor número de parto. Al comparar con respecto al 1^{er} parto, se encuentra una mayor producción de: 14,6% en el 2^o parto y de 20,3% en el 3^{er} y 4^o parto; cifras bastante similares a los 16,7; 22,9 y 24,9% de mayor producción en el 2^o, 3^{er} y 4^o parto reportados por OSSA (1987).

En el presente estudio, la persistencia disminuyó en forma significativa mientras mayor fue el número de parto (Cuadro 37). Si bien las cifras no coinciden exactamente con lo encontrado por HERRERA (1997) para una lechería de partos de otoño y por GARCÍA *et al.* (1984) para una de partos de primavera, la tendencia a disminuir la persistencia en vacas mayores es la misma. Sin embargo, esto no se cumplió para una lechería de partos primaverales con la que trabajó HERRERA (1997), y con lo reportado por GARCÍA *et al.* (1999), en que no se produce ninguna relación entre el valor de la persistencia y el número de parto.

El largo de lactancia estandarizado no presentó diferencias según el número de parto. Sin embargo, al realizar el análisis considerando el largo de lactancia real, los resultados obtenidos para el 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o, 5^o y más partos fueron de 353, 348, 344 y 340, siendo este último estadísticamente menor a los 353 días del 1^{er} parto. Estos resultados concuerdan con los encontrados por RIVEROS y MAGOFKE (1983), quienes aseguran una clara tendencia a una lactancia menos prolongada en la medida que las vacas tienen mayor número de parto. Por su parte, GARCÍA *et al.* (1984); GONZÁLEZ y MAGOFKE (1994) y BRAVO (1998) reportan un incremento del largo de lactancia a mayor número de parto y edad, mientras que HERRERA (1997) no encontró relación.

La producción de grasa respondió de forma similar a la producción de leche, encontrándose la mayor producción en el 3^{er} y 4^o parto (Cuadro 38). Esta situación concuerda con lo encontrado en la literatura (BLANCHARD, FREEMAN y SPIKE, 1966; GARCÍA et al., 1984; HEPP, 1984; CARDENAS, 1994; HERRERA, 1997 y BRAVO, 1998). En el caso de la concentración, esta decreció de 3,75% en el 1^{er} parto a 3,68% en el grupo de 5 y más. GARCÍA et al. (1984), muestra como disminuyó el porcentaje de 3,89 a 3,67% en vacas de 2 años de edad a vacas de 5 y más años. En el trabajo de LAVIN (1996) la concentración fue de 4,21, 4,22 y 3,92% para animales de 1^{er}, 2^o y de 3^{er} y más partos. Por lo tanto, aunque no se trate de los mismos valores, situación por lo demás comprensible por tratarse de rebaños distintos que no presentan exactamente la misma genética y manejo, la tendencia a la disminución de la concentración de grasa en animales de mayor número de parto o edad se cumple en todos ellos.

Lo reportado en el presente estudio con respecto al porcentaje de proteína (Cuadro 38) correspondió con lo encontrado por ROOK (1961) y SHARABY (1988) quienes no obtuvieron relación entre el número de lactancia y la concentración de proteína. Sin embargo, NG-KWAI-HANG (1982) y LAVIN (1996) detectaron un aumento del tenor de proteína al 2^o parto para luego descender en los partos sucesivos.

5.5 Efecto del periodo seco.

SMITH y LEGATES (1962); SCHAEFFER y HENDERSON (1971); WOOD (1985); RÉMOND, KÉROUANTON y BROCARD (1997) y SORENSEN y ENEVOLDSEN (1991), coinciden al afirmar que la producción de leche aumenta en forma decreciente mientras mayor es la duración del periodo seco, situación que no se vio en el caso de la lechería Punahue. DAIS y ALLAIRE

(1982), agregan que dependiendo de la edad del animal, el aumento en la cantidad de leche, al ser mayor la duración del periodo seco, llega a un máximo, siendo este la duración óptima del periodo seco y luego comienza a descender. Este punto máximo coincide con duraciones cada vez menores del periodo seco, siendo de 65 días para vacas de 1^{er} parto y sólo de 27 días para vacas de 4 o más partos.

Al igual que la producción de leche, se mostró que no se produjeron diferencias significativas entre las concentraciones de grasa y proteína según la duración el periodo seco. Sin embargo, según RÉMOND, KÉROUANTON Y BROCARD (1997), la leche secretada (en menor cantidad) a lo largo de la lactancia siguiente a un periodo seco aminorado es sistemáticamente más rica en proteína; y el tenor de materia grasa por lo general también es aumentado.

6. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- Los factores no genéticos como época, mes, año y número de parto afectan la producción mensual y total de leche, grasa y proteína en el rebaño de la lechería Punahue.
- La época de parto influyó directamente sobre el desarrollo de la curva de lactancia y las producciones totales de leche y grasa. Estas producciones, junto con la persistencia de la lactancia, presentaron diferencias estadísticas favorables para la época de otoño sobre la de primavera.
- Aunque el porcentaje de grasa promedio no fue significativamente distinto según la época de parto, ocurrieron marcadas diferencias favorables a animales con parto de primavera en la segunda mitad de la lactancia y a los partos de otoño en la primera mitad de la lactancia.
- En ambas épocas de parto, el mes de parto tuvo efectos significativos en la producción de leche, grasa y proteína. Para partos de otoño, las pariciones iniciadas en marzo presentaron más ventajas, mientras que en primavera estuvieron asociadas al mes de julio, pudiéndose generalizar que las mejores respuestas estuvieron ligadas a los partos más tempranos dentro de época.
- Existió gran variabilidad interanual de la producción de leche dentro de época de parto, incluso entre las pariciones de otoño en que existe un

mayor control de la alimentación debido al amplio periodo en que las vacas se manejan estabuladas.

- Existió un efecto significativo del número de parto y de la edad sobre la producción de leche. La menor producción de leche se detectó en la primera lactancia y la mayor producción la presentaron vacas de tercera y cuarta lactancia. Pasada la tercera lactancia el efecto de la edad no fue significativo.
- La duración del periodo seco precedente a la lactancia no causó efectos significativos sobre ninguna de las variables dependientes en estudio.
- Las lactancias que exhibieron las más altas producciones de leche fueron a la vez las que presentaron menores concentraciones promedio de proteína. De esta manera, los animales con parto de otoño junto con los de parto en años de muy alta producción tuvieron los más bajos porcentajes de proteína.
- Los resultados sugieren que puede haber un efecto importante de la condición reproductiva de las vacas sobre las variables estudiadas. Por lo tanto los futuros estudios debieran considerar el efecto del estatus reproductivo (preñada o vacía) sobre la lactancia actual.

7. RESUMEN

Con el propósito de reunir antecedentes sobre los factores que influyen en la producción y composición de la leche en la zona sur, se analizó un total de 1578 lactancias de los años 1990-2001, provenientes de 493 vacas de la lechería del Fundo Experimental Punahue de la Universidad Austral de Chile, Comuna de Los Lagos, X Región.

Previo al análisis de los datos, se eliminaron lactancias anormales y la producción de leche mensual se corrigió a una base común de 30 días y se estandarizó a un 4% de materia grasa. Las variables dependientes (producción de leche real y corregida, la producción de grasa y de proteína; el porcentaje de grasa y de proteína, la persistencia y el largo de la lactancia) se analizaron mediante promedios mínimos cuadrados, que fueron obtenidos a través del procedimiento GLM (General Linear Model) del programa estadístico SAS. Se construyeron 3 modelos estadísticos: i) "Modelo global", que consideró como fuentes de variación la época de parto, el mes de parto dentro de época, el año de parto dentro de época y el número de parto, ii) "Modelo estacional", que consideró el efecto del mes de parto, el año de parto y el número de parto, iii) "Modelo de periodo seco", que consideró las mismas variables independientes que el "modelo global", pero que además incluyó el efecto de la duración del periodo seco.

La producción de leche real, de leche corregida, grasa y proteína, el porcentaje de grasa y de proteína en los años analizados, fue de 5.510 kg, 5.256 kg, 203 kg, 173 kg, 3,71% y 3,21%, respectivamente. El largo de lactancia real y la persistencia presentaron valores de 346 días y 72,9%. El número de parto promedio por vaca y la edad promedio de las vacas fue de 3,2, y de 4,8 años, respectivamente.

La producción de leche corregida, la producción de grasa y la persistencia de vacas con parto en otoño fue, en el mismo orden, de 5.293 kg,

205 kg y 72,1%, valores estadísticamente superiores ($P \leq 0,05$) a los animales de parto de primavera que presentaron 5.114 kg, 198 kg y 66,2%, respectivamente.

En otoño, los partos de marzo se asociaron a los mayores valores de producción de leche corregida, grasa, proteína y largo de lactancia con cifras de 5.600 kg, 216 kg, 177 kg, y 304 días, respectivamente. En primavera, estos valores fueron, en el mismo orden, de 5.303 kg, 204,8 kg, 178,5 kg y 302 días para los partos de julio.

El análisis permitió agrupar los 11 años estudiados en años de: muy alta producción (MAP), alta producción (AP), producción media (PM) y baja producción (BP). Existió una tendencia a disminuir la producción al progresar el tiempo (años). Sin embargo, ello se explica principalmente por disminuciones asociadas a la época de partos de otoño, más que a efectos de los partos de primavera.

El número de parto influyó significativamente ($P \leq 0,05$) en la producción de leche, grasa, proteína y persistencia. Las mayores producciones la obtuvieron animales de 3^{er} y 4^o parto con 5.549,7 kg de leche y las menores en aquellos de 1^{er} parto con 4.612,1 kg. El porcentaje de grasa fue de 3,75; 3,72; 3,71 y 3,68% y la persistencia correspondió a 73,3; 69,5; 68,0 y 65,8% para vacas en su 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o, 5^o y más partos, respectivamente.

La duración del periodo seco precedente a la lactancia no tuvo efectos significativos ($P \leq 0,05$) sobre ninguna de las variables en estudio.

SUMMARY

In order to collect data about factors affecting production and composition of milk in Southern Chile, a total of 1578 lactations of 493 cows of the period 1990-2001 from the Punahue Experimental Dairy farm, Austral University of Chile, in Los Lagos, Tenth Region, were analyzed.

Before statistical analysis, abnormal lactations were eliminated and monthly milk production was corrected to a common basis of 30 days, and standardized to 4% fat content. Dependent variables (real and corrected milk production, fat and protein production, fat and protein percent, persistence of lactation and lactation length) were analyzed by the GLM (General Linear Model) procedure using the SAS statistical package. Three statistical models were used: i) a "Global model", which included the effect of calving season, calving month within calving season, calving year within calving season and calving number, ii) a "Seasonal model", which included the effect of calving month, calving year and calving number, and: iii) a "Dry period model", which included the same variables as the "Global model", plus the effect of Dry period length.

Real milk and corrected milk production, milk fat and milk protein production; and fat and protein milk contents in analyzed years, were 5,510 kg, 5,256 kg, 203 kg, 173 kg, 3.71% and 3.21%, respectively. Real lactation length and lactation persistence were 346 days and 72.9%, respectively. Average calvings per cow and mean cow age were 3.2 and 4.8 years, respectively.

Corrected milk production, fat production and lactation persistence of autumn calving cows were, in the same order, 5,293 kg, 205 kg and 72.1%, figures statistically higher ($P \leq 0.05$) compared to spring calving cows with corresponding values of 5,114 kg, 198 kg and 66.2%, respectively.

Early calvings in autumn (March), were associated with greater corrected milk, milk fat and protein production and with lactation length and the

corresponding figures were, in the same order 5,600 kg, 216 kg, 177 kg and 304 days, respectively. For early calvings in Spring (July), the corresponding values were in the same order, 5,303 kg, 204,8 kg, 178,5 kg and 302 days.

The 11 years analyzed, were grouped in three yield categories, namely; years of very high production, years of high production, years of medium production and of low production. Also, a tendency towards decreasing yields from year one through year eleven was found, mainly attributed to autumn calvings as no significant trend was associated with spring calvings.

Calving number had a significant effect on the yields of milk, milk fat and milk protein, and on lactation persistence. The greatest milk outputs (5,549.7 kg) were observed in animals in their 3rd and 4th calvings, and the lowest in 1st calving cows (4,612.1 kg). For cows in their 1st, 2nd, 3th- 4th, and 5th or more calvings, milk fat content and lactation persistence was 3.75; 3.72; 3.71 and 3.68% and 73.3; 69.5; 68.0 and 65.8%, respectively.

The length of the dry period had no significant effects on the dependents variables studied.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILA, A. 1973. Composición de la leche y sus variaciones en la provincia de Cautín. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 54 p.
- AULDIST, M., WALSH, B. y THOMSON, N. 1998. Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. *J. Dairy Res.* 65: 401-411.
- BAGRADO, C. 1974. Composición de la leche y sus variaciones en la provincia de Cautín. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 26 p.
- BALLESTEROS, J. 1973. Composición de la leche y sus variaciones estacionales en la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Med. Vet. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. 47 p.
- BLANCHARD, R., FREEMAN, A. y SPIKE, W. 1966. Variation in lactation yield of milk constituents. *J. Dairy Sci.* 49: 953-956.
- BRAVO, M. 1998. Efectos de diferentes grados de cruzamientos con el genotipo Holstein Freisian sobre la producción y curva de lactancia en la lechería Punahue. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 109 p.
- BUSTAMANTE, J. 1974. Composición de la leche y sus variaciones estacionales en la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 40 p.

- CARDENAS, C. 1994. Evaluación genética y ambiental de la producción de leche y grasa en el rebaño de la estación experimental Oromo (Holstein, Holando Europeo). Tesis Lic. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 71 p.
- CASAS, M. 1996. Variación en el contenido de proteína y materia grasa de la leche, según las diferentes estaciones del año y sistemas de alimentación en predios de la zona sur. Tesis Lic. Med. Vet. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. 84 p.
- CORTÉS, C. 1986. Uso de registros parciales de producción de leche como criterio de selección en un sistema de parición estacional de primavera en la X Región. Tesis Lic. Agr., Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 71 p.
- CVITANIC, S. 1973. Composición de la leche y sus variaciones en la provincia de Cautín. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 73 p.
- DAIS, F. y ALLAIRE, F. 1980. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactations. J. Dairy Sci. 65:136-145.
- DUSSAUBAT, N. 1975. Efecto del predio, mes de parto, edad al parto y duración de la lactancia, sobre la producción de leche y grasa y cálculo de factores de corrección en ganado Overo Colorado. Tesis Lic. Med. Vet. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. 54 p.
- ELLIES, A. 1972. Estudio agrológico de los predios experimentales Punahue y Mirador. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 64 p.

- FEAGAN, J. 1979. Factors affecting protein composition of milk and their significance to dairy processing. *Australian J. Dairy Tech.* 77-81.
- GACULA, M., GAUNT, S. y DAMON, R. 1968. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds. I. Effects of herd, year, season, and age of cow. *J. Dairy Sci.* 51: 428-437.
- GARCÍA, X., GONZALEZ, H., MAGOFKE, J., CORTÉS, C. y CÁRDENAS, C. 1999. Efecto del año y mes de parto sobre la producción de leche y grasa, en un rebaño de vacas de la X Región sometido a cambios de manejo. *Avances en Producción Animal.* 24 (1-2): 121-131.
- GARCÍA, X., MAGOFKE, J., GONZÁLEZ, H. y CORTÉS, C. 1987. Registros parciales de producción de leche como criterio de selección en vacas holando europeo. I. Efecto de la edad, año y mes de parición sobre la producción total y parcial de leche. *Avances en Producción Animal.* 12 (1-2): 111-124.
- GARCÍA, X., MAGOFKE, J., RIVEROS, E. y HEPP, C. 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. II. Efecto de la edad, número del parto, periodo de servicio y periodo seco. *Avances en Producción Animal.* 9 (1-2): 99-108.
- GAUNT, S. 1973. Genetic and environmental changes possible in milk composition. *J. Dairy Sci.* 56: 270-278.
- GOIC, L. 1974. Características de la curva de lactancia con respecto a la época de parición, en la zona de Osorno. *Agricultura Técnica. (Chile)* 34: 94-97.

- GOIC, L. y BORQUÉZ, H. 1981. Tres sistemas de manejo invernal de vacas lecheras en la zona sur. 6ª Reunión Técnica Anual Chilena de Producción Animal. Santiago. 30 p.
- GOIC, L. y DUMONT, J. 1984. Sistemas de producción de leche con pariciones de primavera para la zona sur de Chile. Agricultura Técnica. (Chile) 44:259-262.
- GONZÁLEZ, H. y MAGOFKE, J. 1994. Evolución del comportamiento productivo y reproductivo del plantel lechero de la Estación Experimental Oromo. Avances en Producción animal. Universidad Austral de Chile. (B-18): 66-97.
- GONZÁLEZ, H. 1995. Cuantificación de los efectos que determinan el comportamiento reproductivo en un rebaño lechero con parición estacional en la X Región. Tesis M.Sc. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 117 p.
- GRAU DE FOLLIO, L. 1974. Composición química de la leche y sus variaciones estacionales en la provincia de Llanquihue. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 77 p.
- HEPP, C. 1984. Factores no genéticos que afectan las características productivas de un rebaño de la Holandés Europeo en un sistema con pariciones estacionales en la X Región. Tesis Lic. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinaria y Forestal. 122 p.

- HERRERA, J. 1997. Evaluación de algunos efectos genéticos y no genéticos sobre el comportamiento productivo, en dos rebaños lecheros de la X^a Región. Tesis M.Sc. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 150 p.
- JAHN, E.; VIDAL, A.; VYHMEISTER, H.; BONILLA, W. y MILLAS, P. 1983. Estabulación invernal y su efecto sobre la producción de leche. Agricultura Técnica. (Chile) 43: 189-193.
- JOHNSON, K., FOURT, D., HIBBS, R. y ROSS, R. 1959. Effect of some environmental factors on the milk fat and solids-not-fat content of cow's milk. J. Dairy Sci. 44: 658-663.
- JOHNSON, R. y TOUCHBERRY, R. 1962. Influence of month of calving on lactation milk yield. J. Dairy Sc. 45 (5): 678.
- LABEN, R. 1963. Factors responsible for variation in milk composition. J. Dairy Sci. 46: 1293-1301.
- LANUZA, A. 1994. Sistemas de producción de leche estudiados por INIA en el sur de Chile. Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile. (B-18). 237-266.
- LARSON, B. 1958. Nongenetic factors affecting the production of nonfat milk solids by the bovine. J. Dairy Sci. 41: 440-444.
- LASLEY, J. 1982. Genética del mejoramiento del ganado. México, UTEHA. 341 p.

- LATRILLE, L. 1985. La curva de lactancia. Algunos factores que afectan la cantidad y la composición de la leche. Las reservas corporales al momento del parto; la predicción del consumo voluntario. Alimentación de Bovinos para producción de leche y carne. Instituto de Producción Animal. Universidad Austral de Chile (B-9). 12-39.
- LAVIN, R. 1996. Variaciones de la composición láctea de vacas con distinto número de lactancias. Tesis Lic. Med. Vet. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. 54 p.
- LEGATES, J. 1960. Genetic and environmental factors affecting the solids-not-fat composition of milk. J. Dairy Sci. 43: 1527-1532.
- LETELIER, A. 1998. Composición de la leche cruda de la 8^a, 9^a y 10^a regiones. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 70 p.
- LOGANATHAN, S. y THOMPSON, R. 1967. Composition of cows' milk. I. Environmental and managerial influences. J. Dairy Sci. 51: 1928-1932.
- MADDEN, D. 1958. Proposed plan for cooperative study of the inheritance of milk composition. J. Dairy Sci. 41: 450.
- MAGOFKE, J., GARCÍA, X., RIVEROS, E. y HEPP., C. 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.

- McDANIEL, B., MILLER, R. y CORLEY, E. 1967. Sources of variations in ratios of total to part yield. *J. Dairy Sci.* 50: 1917-1924.
- MENDOZA, N. 1972. Composición de la leche y sus variaciones en la provincia de Cautín. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 92 p.
- MONTALDO, P., MAC DONALD, R. y FUENTES, R. 1982. Zonificación agroecológica de la Décima Región de Chile III zonas agroedáficas. *Agro Sur. (Chile)* 10(2): 145-151.
- MONTOYA, C. 1973. Composición de la leche y sus variaciones estacionales en la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 46 p.
- MUJICA, H. 1971. Producción de leche y sequía de verano. *El campesino. (Chile)* 102: 20-25.
- NG-KWAI-HANG, K. 1982. Environmental influences on protein content and composition of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 65: 1993-1998.
- O'BRIEN, B., MURPHY, J., CONNOLLY, J., MEHRA, R., GUINEE, T. y STAKELUM, G. 1997. Effect of altering the daily herbage allowance in mid lactation on the composition and processing characteristics of bovine milk. *J. Dairy Res.* 64: 621-626.
- ODEPA. 2001. Compendio estadístico silvoagropecuario 1990-2000. Ministerio de Agricultura, Chile. 169 p.

- OKANTAH, S. 1992. Partial milking of cattle in smallholder herds on the Accra plains: some factors affecting daily partial milk yield and milk composition. *Anim. Prod.* 54: 15-21.
- OSSA, R. 1987. Efecto de la estación y número de partos sobre la producción de leche y el cambio de peso de las vacas holando americanas en la Región Metropolitana. Tesis Lic. Agr. Santiago. Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 84 p.
- PACKARD, V. 1984. The components of milk: some factors to consider in component pricing plans. *Dairy and Food Sanitation.* 4: 336-347.
- PICO, R. 1984. Efecto de la alimentación y número de lactancias sobre la composición de la leche: ácidos grasos y minerales. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 94 p.
- PINTO, M. y ROYO, R. 1973. Composición química de la leche y sus variaciones a nivel de recepción en planta. Zona sur de Chile. Parte I. *Arch. Med. Vet.* 5(1): 5-13.
- PINTO, M. 1978. Composición química de la leche y sus variaciones estacionales. Zona sur de Chile. Sodio, potasio, calcio, fósforo. *Arch. Med. Vet.* 10(1): 27-33.
- PINTO, M., ANRIQUE, R., VEGA, R., ISRAEL, L. y PICO, R. 1986. Influencia de factores nutricionales y número de lactancias en el contenido de sodio, potasio, calcio y fósforo en leche de vaca. *Agro sur. (Chile)*14(1): 12-18.

- PINTO, M., CARRASCO, E., FRASER, B., LETELIER, A. y DÖRNER, P. 1998. Composición química de la leche cruda y sus variaciones a nivel de silos en plantas lecheras de la VII, IX y X regiones de Chile. Parte I. Macrocomponentes. *Agro sur. (Chile)* 26(2): 97-109.
- POTTER, E. 1980. Análisis de los principales parámetros que afectan la producción de leche a partir de un sistema Figura de registro. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 78 p.
- QUITRAL, L. 1995. Rendimiento productivo y reproductivo de frisonas negras con distintos grados de holsteinización en el fundo Punahue, X Región. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 50 p.
- RÉMOND, B., KÉROUANTON, J. y BROCARD, V. 1997. Effets de la réduction de la durée de la période sèche ou de son omission sur les performances des vaches laitières. *INRA Prod. Anim.* 10(4): 301-315.
- RIVEROS, E. y MAGOFKE, J. 1983. Influencia de la estacionalidad de la producción de una pradera naturalizada húmeda sobre la producción de leche de vacas holando-europeas según la época de parto. *Avances en Producción Animal.* 8 (1-2): 37-49.
- RODRÍGUEZ, F. 1989. Validación de un modelo simple para la estimación del suministro de fósforo de los suelos del sur de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 68 p.

- ROGERS, G. y STEWART, J. 1982. The effects of some nutritional and non-nutritional factors on milk protein concentration and yield. *Australian J. Dairy Tech.* 37: 26-32.
- ROOK, J. 1961. Variations in the chemical composition of the milk of the cow. Part I. *Dairy Sci. Abstr.* 23: 251.
- RUHE, J. 1988. Características de la producción y composición de la leche en vacas adultas y primíparas al variar el régimen alimentario. Tesis Lic. Med. Vet. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. 42 p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM S.A.S. 1992. *STAT Guide for personal computers.* Edition 8th. Institute INC. Cary, North Carolina, USA. 704 p.
- SCHAEFFER, L. y HENDERSON, C. 1971. Effects of days dry and days open on Holstein milk production. *J. Dairy Sci.* 55: 107-112.
- SHARABY, M. 1988. Factors influencing the concentrations and yields of milk constituents and their interrelationships. *J. Dairy Res.* 55: 171-177.
- SMITH, J. y LEGATES, J. 1962. Relation of days open and days dry to lactation milk and fat yields. *J. Dairy Sci.* 45: 1192-1198.
- SORENSEN, J. y ENEVOLDSEN, C. 1991. Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 74: 1277-1283.
- SPIKE, P. y FREEMAN, A. 1967. Environmental influences on monthly variation in milk constituents. *J. Dairy Sci.* 50: 1897-1904.

- STAMBUK, J. 1974. Composición de la leche y sus variaciones estacionales en la provincia de Osorno. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 24 p.
- STUARDO, J. 1972. Composición de la leche y sus variaciones estacionales en la provincia de Osorno. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 77 p.
- TYLER, W. 1958. Genetic aspects of solids not fat and its components. J. Dairy Sci. 41: 447-449.
- VITERI, P. 1973. Composición de la leche y sus variaciones estacionales en la provincia de Llanquihue. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 55 p.
- WOOD, P. 1985. Importance of the calving interval to milk yield in the following lactation of British Friesian cows. J. Dairy Res. 52: 1-8.
- ZEC, M. 1972. Composición de la leche y sus variaciones en la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 90 p.

ANEXO 4. Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico global).

Fuente de variación	Cantidad de leche real		Cantidad de leche corregida ^b		Cantidad de grasa		% grasa		Largo de lactancia		Persistencia		Cantidad de proteína		% de proteína	
	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.
Total	1438		1438		1438		1438		1438		1438		726		726	
Época parto	1	8.040.719,2 **	1	8.896.176,3 **	1	15.184,8 **	1	0,01 ns	1	268,6 ns	1	10.099,1 **	1	1.388,9 ns	1	0,22 **
Mes de parto ^a	4	4.448.874,5 **	4	3.925.638,2 **	4	5.765,7 **	4	0,01 ns	4	7.276,0 **	4	494,2 **	4	2.845,7 **	4	0,04 ns
Año de parto ^a	20	7.815.673,7 **	20	5.134.088,0 **	20	6.717,2 **	20	0,88 **	20	500,3 **	20	411,4 **	9	5.092,7 **	9	0,21 **
Número parto	3	65.985.836,4 **	3	56.220.867,8 **	3	80.347,0 **	3	0,24 ns	3	407,9 ns	3	2.874,8 **	3	25.321,4 **	3	0,02 ns
R ²		0,238		0,222		0,192		0,088		0,120		0,287		0,220		0,102

^a Variable independiente considerada dentro de la época de parto.

^b Leche corregida a 4% de materia grasa.

* $P \leq 0,05$.

** $P \leq 0,01$.

ns No significativa ($P > 0,05$).

ANEXO 5. Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico estacional de otoño).

Fuente de variación	Cantidad de leche real		Cantidad de leche corregida ^a		Cantidad de grasa		% grasa		Largo de lactancia		Persistencia		Cantidad de proteína		% de proteína	
	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.
Total	867		867		867		867		867		867		411		411	
Mes de parto	2	1.984.749,9 ns	2	2.147.634,6 *	2	3.658,5 *	2	0,02 ns	2	9.565,1 **	2	57,6 ns	2	2.047,5 *	2	0,03 ns
Año de parto	3	26.004.524,3 **	3	19.044.362,6 **	3	24.512,6 **	3	0,57 **	3	191,0 ns	3	788,2 **	1	15.541,2 **	1	0,01 ns
Número parto	3	35.984.884,4 **	3	31.442.087,7 **	3	45.845,5 **	3	0,14 ns	3	5,7 ns	3	2.322,5 **	3	13.303,8 **	3	0,04 ns
R ²	0,207		0,202		0,177		0,020		0,128		0,159		0,172		0,015	

^a Leche corregida a 4% de materia grasa.

* P≤0,05.

**P≤0,01.

ns No significativa (P>0,05).

ANEXO 6. Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico estacional de primavera).

Fuente de variación	Cantidad de leche real		Cantidad de leche corregida ^a		Cantidad de grasa		% grasa		Largo de lactancia		Persistencia		Cantidad de proteína		% de proteína	
	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.
Total	570		570		570		570		570		570		314		314	
Mes de parto	2	4.636.549,2 **	2	3.393.971,1 **	2	4.276,9 *	2	0,07 ns	2	5.085,5 **	2	1.098,2 **	2	2.266,7 *	2	0,08 ns
Año de parto	3	22.016.402,7 **	3	11.199.285,4 **	3	10.154,0 **	3	2,32 **	3	209,9 ns	3	711,4 **	3	7.005,8 **	3	0,23 **
Número parto	3	31.286.356,4 **	3	24.258.840,2 **	3	32.175,0 **	3	0,31 ns	3	673,1 ns	3	735,3 **	3	13.584,2 **	3	0,02 ns
R ²		0,263		0,229		0,175		0,076		0,068		0,164		0,232		0,072

^a Leche corregida a 4% de materia grasa.

* P≤0,05.

**P≤0,01.

ns No significativa (P>0,05).

ANEXO 7. Análisis de varianza para producción y composición de leche, largo de lactancia y persistencia (modelo estadístico de periodo seco).

Fuente de variación	Cantidad de leche real		Cantidad de leche corregida ^b		Cantidad de grasa		% grasa		Largo de lactancia		Persistencia		Cantidad de proteína		% de proteína	
	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.	g.l.	c.m.
Total	1079		1079		1079		1079		1079		1079		569		569	
Época de parto	1	3.481.694,1 *	1	4.636.688,1 **	1	8.797,5 **	1	0,05 ns	1	154,0 ns	1	7.081,0 **	1	2.097,5 ns	1	0,11 ns
Mes de parto ^a	4	2.245.632,0 *	4	1.811.190,4 *	4	2.512,6 ns	4	0,05 ns	4	5.764,5 **	4	253,3 **	4	1.267,3 ns	4	0,07 ns
Año de parto ^a	20	7.074.368,8 **	20	4.744.578,8 **	20	6.414,2 **	20	0,82 **	20	498,5 **	20	344,2 **	9	4.029,2 **	9	0,18 **
Número parto	2	7.658.965,7 **	2	7.174.964,2 **	2	11.186,4 **	2	0,20 ns	2	576,3 ns	2	1.187,4 **	2	3.272,6 *	2	0,00 ns
Periodo seco	1	1.319.489,6 ns	1	596.352,3 ns	1	434,8 ns	1	0,27 ns	1	50,8 ns	1	54,9 ns	1	325,1 ns	1	0,08 ns
(Periodo seco) ²	1	1.204.374,4 ns	1	495.595,2 ns	1	312,1 ns	1	0,28 ns	1	180,5 ns	1	110,6 ns	1	271,6 ns	1	0,04 ns
R ²		0,162		0,141		0,120		0,104		0,138		0,209		0,111		0,151

^a Variable independiente considerada dentro de la época de parto.

^b Leche corregida a 4% de materia grasa.

* P≤0,05; **P≤0,01.

ns No significativa (P>0,05).

ANEXO 8. Producción de leche corregida acumulada para lactancias comenzadas en julio, agosto y septiembre.

Mes calendario	Mes de parto					
	Julio		Agosto		Septiembre	
	Leche (kg)	Porcentaje acumulativo	Leche (kg)	Porcentaje acumulativo	Leche (kg)	Porcentaje acumulativo
Agosto	614,2	11,5				
Septiembre	631,6	23,4	648,2	12,2		
Octubre	664,4	35,9	669,2	24,7	684,2	13,1
Noviembre	646,7	48,0	670,9	37,3	690,4	26,4
Diciembre	594,8	59,2	619,7	48,9	642,8	38,8
Enero	505,3	68,7	552,2	59,3	560,0	49,5
Febrero	460,8	77,3	497,8	68,6	510,3	59,3
Marzo	449,4	85,8	470,7	77,5	484,6	68,6
Abril	408,4	93,4	448,7	85,9	455,3	77,4
Mayo	349,9	100,0	394,5	93,3	426,0	85,5
Junio			357,2	100,0	377,3	92,8
Julio					375,0	100,0

ANEXO 9. Precipitación (mm) para el periodo 1990 a 2001 según estadística de la estación Riñihue, X región.

Año	Meses												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1990	40,0	26,6	68,9	250,3	453,4	318,2	176,0	363,3	306,5	123,3	69,4	30,5	2226,4
1991	10,2	10,1	68,6	109,5	313,9	143,1	367,0	216,5	147,5	100,4	102,0	236,5	1825,3
1992	0,0	18,0	144,5	194,8	407,8	441,0	190,4	219,7	184,3	332,9	93,6	139,7	2366,7
1993	32,9	0,0	598,3	277,2	229,9	476,0	515,6	191,7	86,0	164,5	90,1	95,6	2757,8
1994	18,9	62,3	42,7	152,6	313,1	507,8	381,7	183,9	220,8	267,2	224,7	112,4	2488,1
1995	66,7	26,5	47,3	252,3	230,8	527,2	354,3	361,0	100,4	210,8	42,9	16,3	2236,5
1996	64,1	94,0	105,5	159,9	252,1	202,8	143,9	307,1	125,4	102,9	143,3	87,3	1701,0
1997	144,3	74,8	17,6	318,7	220,7	523,8	480,6	246,8	226,9	237,0	229,8	82,8	2803,8
1998	31,4	22,0	51,5	109,4	114,5	211,5	170,1	262,6	102,1	22,7	71,3	84,5	1253,6
1999	44,0	41,1	98,7	87,5	279,9	373,0	197,7	353,5	273,8	43,2	113,7	47,6	1953,7
2000	48,8	231,9	97,4	141,9	168,2	759,1	370,7	236,1	233,1	138,4	153,2	170,5	2749,3
2001	136,4	57,6	77,6	156,4	422,8	425,1	302,1	231,4	75,2	90,6	88,7	27,0	2090,9
Prom	53,1	55,4	118,2	184,2	283,9	409,1	304,2	264,5	173,5	152,8	118,6	94,2	2204,4

ANEXO 10. Precipitaciones (mm) para los meses de diciembre-enero y diciembre-febrero, junto a la producción de leche (4% MG) de vacas de partos en primavera.

Temporada	Precipitación (mm)		Producción de leche (kg)
	Diciembre-Enero	Diciembre-Febrero	
1990-91	40,7	50,8	5759,5
1991-92	236,5	254,5	4818,7
1992-93	172,6	172,6	5095,1
1993-94	114,5	176,8	4934,3
1994-95	179,1	205,6	5117,2
1995-96	80,4	174,4	5358,9
1996-97	231,6	306,4	5309,2
1997-98	114,2	136,2	4859,0
1998-99	128,5	169,6	4951,7
1999-00	96,4	328,3	5079,5
2000-01	306,9	364,5	4842,7

ANEXO 11. Distribución por año de las diferentes categorías de inclusión de sangre Holstein Friesian en el rebaño lechero.

Año	% de Holstein Friesian							
	0	1 - 12,5	13 - 24	25	26 - 37,5	38 - 49	50	> 50
1990	27	23	4	31	9	0	10	2
1991	20	27	6	33	18	3	20	5
1992	19	20	5	32	29	3	15	3
1993	11	20	6	33	29	10	21	9
1994	4	13	5	29	31	7	19	22

FUENTE: Adaptado de BRAVO (1998).