

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

INFLUENCIA DEL PERIODO SECO Y DEL INTERVALO ENTRE PARTOS
SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE DE VACAS HOLANDO

FACULTAD DE AGRONOMIA
por

Andrés G. BERGER RICCA

Omar J. LISTA CARABALLO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-Ganadera)

Montevideo
URUGUAY
1999

Tesis aprobada por:

Director :

Edgardo Cardozo

Jorge Urioste

Gabriel Rovere

Fecha : Montevideo, 9 de agosto de 1999.

Autor :

Andrés Gustavo Berger Ricca

Omar José Lista Caraballo

AGRADECIMIENTOS

Es de nuestro interés agradecer a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo. Particularmente lo aportado por:

La Asociación Rural del Uruguay, Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero y Facultad de Agronomía que pusieron a disposición los datos para la realización de este trabajo.

Los integrantes de la cátedra de estadística, Facultad de Agronomía, especialmente la colaboración del Ing. Agr. Juan Burgeño en el análisis estadístico.

Los integrantes de la cátedra de Zootecnia, Facultad de Agronomía: Santiago Abendaño, Diego Gimeno y Elly Navajas por la colaboración brindada durante la realización del trabajo.

Hacemos extensivo asimismo nuestro agradecimiento al personal de las bibliotecas de Facultad de Agronomía (Sayago y EEMAC), INIA La Estanzuela, Asociación Rural del Uruguay y Facultad de Veterinaria.

Finalmente queremos destacar un especial reconocimiento a nuestro director de tesis, Ing. Agr. Edgardo Cardozo, al Ing. Agr. Jorge Urioste y al Ing. Agr. Gabriel Rovere por su invalorable colaboración y dedicación a nuestro trabajo final de tesis.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1 <u>INTRODUCCION</u>	2
2.2 <u>EFFECTO DEL INTERVALO PARTO-CONCEPCIÓN E INTERVALO</u>	
<u>INTERPARTO</u>	4
2.2.1 <u>Introducción</u>	4
2.2.2 <u>Efecto sobre la producción en la presente lactancia</u>	6
2.2.3 <u>Efecto sobre la producción en la siguiente lactancia</u>	9
2.2.4 <u>Factores que afectan el largo del intervalo parto-concepción</u>	10
2.2.4.1 <u>Estación de parto</u>	10
2.2.4.2 <u>Edad al parto</u>	10
2.2.4.3 <u>Rodeo</u>	11
2.2.4.4 <u>Producción de leche en la lactancia temprana</u>	11
2.2.4.5 <u>Sanidad</u>	12
2.2.5 <u>Factores que interactúan con el efecto del intervalo parto-concepción e intervalo</u> <u>interparto sobre la producción de leche</u>	13
2.2.5.1 <u>Número de lactancias</u>	13
2.2.5.2 <u>Rodeo</u>	14
2.2.6 <u>Largo óptimo del Intervalo interparto</u>	14
2.3 <u>EFFECTO DEL PERIODO SECO</u>	16
2.3.1 <u>Introducción</u>	16
2.3.2 <u>Efecto del largo del periodo seco</u>	17
2.3.2.1 <u>Efecto sobre la producción</u>	17
2.3.2.2 <u>Efecto sobre la sanidad</u>	18
2.3.3 <u>Factores que afectan el largo del periodo seco</u>	19
2.3.3.1 <u>Efecto del intervalo parto-concepción</u>	19
2.3.3.2 <u>Efecto del número de lactancias</u>	20
2.3.4 <u>Largo óptimo del período seco</u>	21
2.4 <u>EFFECTO RODEO-AÑO-ESTACIÓN</u>	23
2.4.1 <u>Rodeo</u>	23
2.4.2 <u>Año de parto</u>	23
2.4.3 <u>Estación de parto</u>	24
2.4.4 <u>Rodeo-Año-Estación (RAE)</u>	24
2.5 <u>EFFECTO NUMERO DE LACTANCIA-EDAD AL PARTO</u>	25
2.5.1 <u>Edad al parto</u>	25
2.5.2 <u>Numero de lactancia</u>	26
2.6 <u>EFFECTO DEL LARGO DE LACTANCIA</u>	26
2.7 <u>EFFECTO ANIMAL</u>	27

2.8	ASPECTOS GENETICOS DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO	27
2.9	CALCULO DE FACTORES DE CORRECCIÓN	30
2.10	MEDIDAS ALTERNATIVAS PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA EVALUACIÓN GENETICA	31
3.	<u>MATERIALES Y METODOS</u>	34
3.1	MATERIALES	34
3.2	METODOS	35
3.2.1	Control de calidad	35
3.2.2	Análisis estadístico	36
3.2.3	Calculo de factores de corrección para intervalo interparto y periodo seco previo	45
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	46
4.1	RESULTADOS	46
4.1.1	Descripción de los datos utilizados	46
4.1.2	Análisis de la varianza	52
4.1.3	Efecto RAE	56
4.1.3.1	Efecto Rodeo	56
4.1.3.2	Efecto Año de parto	57
4.1.3.3	Efecto Estación de parto	58
4.1.4	Efecto combinado numero de lactancia-edad al parto	59
4.1.5	Efecto del periodo seco	61
4.1.6	Efecto del intervalo interparto	65
4.2	DISCUSION	71
4.2.1	Efecto rodeo-año-estación	71
4.2.2	Efecto numero de lactancia-edad al parto	73
4.2.3	Efecto periodo seco	74
4.2.4	Efecto intervalo interparto	79
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	86
6.	<u>CONSIDERACIONES FINALES</u>	87
7.	<u>RESUMEN</u>	88
8.	<u>SUMARY</u>	89
9.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	90
10.	<u>APENDICE</u>	95

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1 . Correlaciones entre producción de leche a 305 días e intervalo parto-concepción presente.	5
2 . Correlaciones entre producción de leche a 305 días e intervalo interparto pasado.....	5
3 . Largo óptimo del intervalo interparto según distintos objetivos productivos.....	15
4 . Eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable según estado fisiológico.....	17
5 . Período seco óptimo según O'Connor y Oltenacu, (1988).	22
6 . Periodos secos óptimos según Dias y Allaire, (1982).	22
7 . Estimaciones de heredabilidad para intervalo parto-concepción.	28
8 . Estimaciones de heredabilidad para periodo seco según distintos autores.	29
9 . Clases de número de lactancia, edad al parto y combinación de número de lactancia-edad al parto.	43
10 . Clases de periodo seco previo.....	44
11 . Clases de Intervalo interparto pasado y presente.	44
12 . Coeficientes de correlación fenotípica estimados (arriba de la diagonal) y su significación estadística (debajo de la diagonal).	49
13 . Medias de producción de leche, intervalo interparto y período seco.	50
14 . Frecuencia de registros según largo de lactancia.	50
15 . Frecuencia de registros según origen de los datos.	50
16 . Frecuencia de registros según año de parto.	51
17 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 1.....	53
18 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 2.....	53
19 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 3.....	54
20 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 4.....	54
21 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 5.....	55
22 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 7.....	56
23 . Frecuencias de rodeos según estratos de nivel productivo.	57
24 . Producción de leche a 305 días según mes de parto y estación de parto.	58
25 . Medias de producción de leche a 305 días según clases de periodo seco previo para los modelos 2, 4 y 7.	61
26 . Medias de producción de leche a 305 días y desvíos estándar de cada estimación según largo del periodo seco previo para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.....	63
27 . Factores de corrección multiplicativos según clases de periodo seco previo.....	65
28 . Medias de producción de leche a 305 días según clases de intervalo interparto pasado y presente.	66
29 . Medias de producción de leche a 305 días y desvíos estándar de cada estimación según largo del intervalo interparto pasado para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.....	68
30 . Factores de corrección multiplicativos según clases de intervalo interparto pasado.	70

31 . Correlaciones entre los factores de corrección estimados en el presente trabajo y los presentados por otros autores (arriba de la diagonal) y significación estadística (debajo de la diagonal).....	78
32 . Correlaciones entre los factores de corrección estimados en el presente estudio y los presentados por otros autores (arriba de la diagonal) y su significación estadística (debajo de la diagonal).....	85

Figura N°	Página
1 . Principales efectos que influyen sobre la producción de una lactancia.....	3
2 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo parto-concepción presente relativo a la clase de referencia (1/factor de corrección).....	8
3 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado (sin corregir por otros efectos ambientales).....	46
4 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto presente (sin corregir por otros efectos ambientales).....	47
5 . Producción de leche a 305 días según largo del período seco previo (sin corregir por otros efectos ambientales).....	47
6 . Largo del periodo seco previo según el largo del intervalo interparto pasado (sin corregir por otros efectos ambientales).....	48
7 . Desvíos esperados en la progenie según el largo del intervalo interparto pasado.....	48
8 . Desvíos esperados en la progenie según el largo del período seco previo.....	49
9 . Histograma de frecuencias para la variable intervalo interparto pasado.....	51
10 . Histograma de frecuencias para la variable periodo seco previo.....	52
11 . Producción de leche a 305 días promedio según año de parto.....	57
12 . Producción de leche a 305 días según estación de parto.....	58
13 . Producción de leche a 305 días según clases de combinación número de lactancia-edad al parto.....	59
14 . Producción de leche a 305 días según clases de combinación número de lactancia-edad al parto (agrupadas).....	60
15 . Producción de leche a 305 días según largo del período seco previo(modelos 2, 4 y 7).....	62
16 . Producción de leche a 305 días según largo del período seco previo para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.....	63
17 . Producción de leche a 305 días según largo del período seco previo obtenida a partir del modelo 4 (medias y desvíos estándar de cada estimación).....	64
18 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado y presente (modelos 2, 4 y 7).....	67
19 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.....	69
20 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado (medias y desvíos estándar de cada estimación).....	69
21 . Inverso de los factores de corrección para período seco previo según distintos autores.....	77
22 . Inverso de los factores de corrección para intervalo interparto pasado según distintos autores.....	84

1. INTRODUCCION

La variación fenotípica de la producción es la suma de la variación genotípica y la variación ambiental. La base del mejoramiento mediante selección es conocer las diferencias entre los individuos en análisis, a los efectos de realizar la elección de los mejores exponentes. Es imprescindible por lo tanto, poder diferenciar la variación ocasionada por factores no transmisibles (variación ambiental) y aquella debida a los efectos que se transfieren de una generación a la siguiente (variación genética aditiva).

En el ámbito internacional los efectos ambientales más estudiados sobre la producción de leche y sus componentes son rodeo, año de parto, estación de parto, edad al parto, periodo seco previo, intervalo parto-concepción presente y pasado, largo de lactancia y raza (Schmidt y Van Vleck, citados por Berrutti y Grignola, 1987). En el ámbito nacional Berrutti y Grignola, (1987), analizaron la variación en producción de leche, producción de grasa y porcentaje de grasa asociada al año de parto, rodeo, estación de parto y edad al parto en la raza holando. Alonso y Montes, (1989), analizaron el efecto de las variables rodeo, año, estación, edad al parto, largo de lactancia y periodo seco previo, en la producción de leche en ganado Normando. Artagaveytia y Delafond, (1991), estudiaron los factores que afectan las características reproductivas en rodeos lecheros de la raza Holando. Carrau y Veronesi, (1991), estudiaron la incidencia de efectos no genéticos año de parto, estación de parto, edad al parto, interacción edad al parto x estación de parto y edad al parto x año de parto, en la producción de leche y porcentaje de grasa en el ganado Holando.

Cardozo y Cibils, (1983), analizando los criterios para la evaluación de toros de razas lecheras concluyen para los efectos ambientales, que es indispensable ajustar los registros de producción a bases comunes. Sugieren que los factores a considerarse para hacer dichos ajustes son: edad, largo de lactancia, periodo seco, intervalo interparto, número de ordeñes por día, raza y porcentaje de materia grasa.

En Estados Unidos de Norteamérica (principal origen de información sobre mejoramiento genético en ganado lechero), el USDA-DHIA comenzó a estandarizar producción de leche a 305 días por intervalo parto-concepción pasado, a partir de la evaluación genética de enero de 1995 usando los factores propuestos por M.M. Schutz a partir de un modelo animal (Lee et al, 1997). Estudios preliminares han mostrado que los efectos de los intervalos parto-concepción pasado y presente son independientes uno del otro. Un ajuste por intervalo parto-concepción presente no fue implementado porque serían necesarios más resultados para determinar si la información de servicios recabada por el programa DHI (mejoramiento genético en los Estados Unidos), es suficiente para realizar un incremento en exactitud en muchos de los rodeos (Lee et al, 1997).

Los objetivos del presente trabajo son, cuantificar para las condiciones de los rodeos comerciales en el ámbito nacional el efecto del comportamiento reproductivo y manejo expresado por los indicadores intervalo interparto y periodo seco sobre la producción de leche de una lactancia y su efecto en la Evaluación Genética Nacional de Reproductores Holando.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 INTRODUCCION

En la formulación de un índice genético para la evaluación de vacas y toros existe la necesidad de corregir los registros de producción por los efectos ambientales. Actualmente, la evaluación genética nacional analiza los datos a través de un modelo que considera los siguientes efectos no genéticos: número de lactancia-edad al parto, rodeo, año y estación de parto (G. Rovere, com. pers.). Existen varios antecedentes en la bibliografía internacional (Klein y Woodward, 1943; Smith y Legates 1962; Ripley et al, 1970; Schaeffer y Henderson, 1972; Schaeffer et al, 1973; Bar-Anan y Soller, 1979; Otenacu et al, 1980; Thompson et al, 1982; Everett, 1989; Sadek y Freeman, 1989; Keown y Everett, 1986; Funk et al, 1987; Brotherstone, 1987; Makuza y McDaniel, 1992; Sadek y Freeman, 1992; Makuza y McDaniel, 1996; Lee et al, 1997) y nacional (Alonso y Montes, 1989) que manifiestan la necesidad de incluir otros factores como por ejemplo, intervalo interparto, intervalo parto-concepción (altamente correlacionado con la anterior variable) y periodo seco previo, debido a que éstos han encontrado efectos significativos de estos factores en las variables de producción de leche en sus distintas expresiones como: producción en 305 días de lactancia, producción de leche anualizada o producción de leche a lo largo de la vida productiva de la vaca.

Es de amplio conocimiento en el ámbito productivo, la importancia que tiene la eficiencia reproductiva del rodeo sobre el resultado económico final, muchos autores han abordado el tema de diversas maneras. El comportamiento reproductivo afecta la cantidad de leche producida por vaca y por día de vida productiva, tasa de refugo voluntaria e involuntaria y tasa de progreso genético en características de importancia económica (Congleton y King, citado por Britt, 1985).

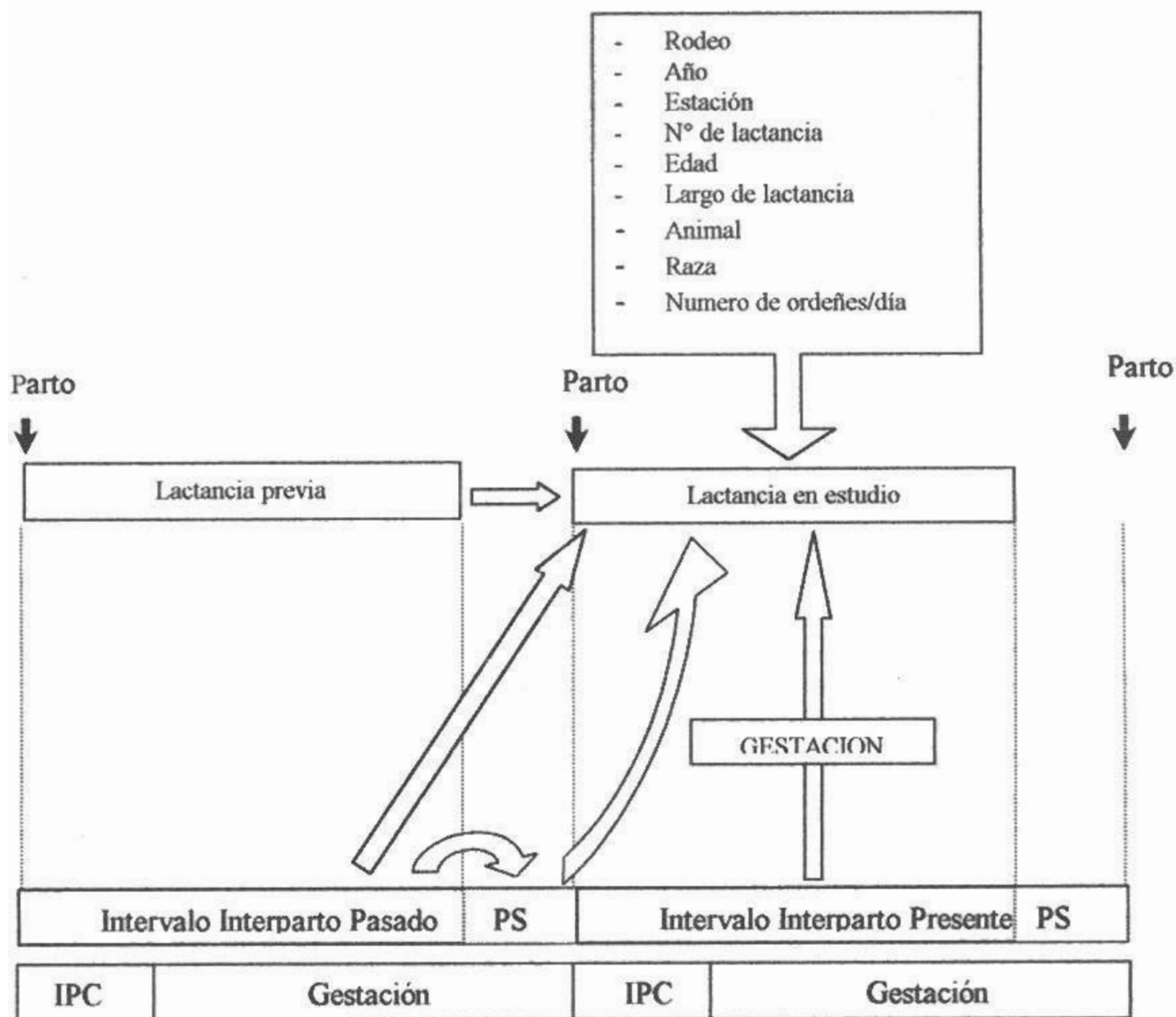
La producción de leche del ganado lechero depende al menos en parte de la actividad reproductiva, debido a que cuanto más frecuente son los partos, mayor es la producción de leche a lo largo de su vida. Por lo tanto, la concepción y el parto a intervalos regulares son de suma importancia para mantener la eficiencia productiva del rodeo (Raheja et al, 1989).

Siendo que el principal objetivo de las empresas lecheras es la maximización del beneficio a través de incrementar la producción de leche y grasa por unidad de tiempo, algunos indicadores de comportamiento, tal como el intervalo interparto pasado, los días secos previos y el intervalo parto-concepción pueden ser buenos asistentes en la toma de decisiones. Esto podría aplicarse especialmente para la selección temprana por baja producción (Camoens et al, 1976).

Everett, (1989), indica que las mejoras en los sistemas de manejo cambian los efectos fijos en las evaluaciones, por lo que estos deben ser estimados en forma simultánea a cada evaluación genética o al menos periódicamente.

En la figura N° 1 se presentan los principales efectos que influyen en la producción de leche mencionados en la bibliografía consultada.

Figura N° 1 .Principales efectos que influyen sobre la producción de una lactancia.



2.2 EFECTO DEL INTERVALO PARTO-CONCEPCIÓN E INTERVALO INTERPARTO

2.2.1 Introducción

El largo del intervalo interparto es de importancia económica, pues éste considera todo el período de mantenimiento en un ciclo productivo de la vaca (intervalo parto-concepción + largo de gestación) y las influencias sobre las relaciones de entradas y salidas en la producción de leche en la vida productiva (Genizi et al, 1992).

Si bien consideramos que la evaluación del efecto del intervalo interparto resulta de mayor interés para los objetivos de este trabajo, la mayor parte de la bibliografía internacional evalúa el efecto del intervalo parto-concepción. En general los trabajos que buscan estimar factores de corrección usados en la evaluación genética estudian el efecto del intervalo parto-concepción sobre la producción de leche en la lactancia. Esto es porque se ha visto que el efecto del intervalo parto-concepción sobre la producción de leche es importante cuando éste es menor a 90 días (Bar-Anan y Soller, 1979). Por esto la utilización del intervalo interparto para la búsqueda de factores de corrección al incluir el largo de gestación y su correspondiente variación introduciría un sesgo no correlacionado al verdadero efecto del intervalo parto-concepción. La ventaja de analizar el efecto del intervalo parto-concepción es que se pueden utilizar registros de lactancias incompletas, lo cual es común en las evaluaciones genéticas. Se debe tener en cuenta sin embargo, la dificultad de obtener registros de lactancias completas y fechas exactas de servicio, por este motivo muchos autores han estudiado solamente la relación entre intervalo interparto y la producción de leche a 305 días (Lee et al, 1997). Otros autores consideran que el largo de gestación es una variable con poca variación (aproximadamente 280 días para gestaciones a término), y calculan el intervalo parto-concepción mediante la resta de este valor a la variable intervalo interparto, para todos los registros o bien para los casos en que faltan registros de último servicio (Smith y Legates, 1962; Schaeffer y Henderson, 1972).

Por otra parte los trabajos que evalúan el efecto de la eficiencia reproductiva sobre la producción del rodeo usan como indicador el intervalo interparto. Este punto de vista busca identificar el largo óptimo del intervalo interparto, por este motivo es importante incluir también el largo de gestación y su variación. Muchos autores no sólo evalúan el efecto sobre una lactancia sino que lo hacen en más de una lactancia, buscando optimizar el largo del intervalo interparto sobre la producción en la vida productiva del animal.

Generalmente los intervalos parto-concepción cortos se asocian con menores producciones y a medida que aumenta su largo, la producción aumenta. Cuando los intervalos parto-concepción presentes son cortos los nutrientes se particionan hacia las necesidades de la gestación con preferencia respecto a la producción de leche. Alternativamente, cuando las vacas tienen largos intervalos parto-concepción presente, mayor cantidad de nutrientes pueden ser usados para la producción en la lactancia temprana. Cuando el intervalo parto-concepción pasado es largo, los animales tienen más tiempo para renovar sus reservas corporales, por lo que es de esperar mayores producciones de leche y viceversa (Sadek y Freeman, 1992).

La causa y el efecto de la relación entre el intervalo parto-concepción y la producción de leche están algo confundidos, ya que la alta producción de leche de algunas vacas puede deberse a largos intervalos parto-concepción, o por el contrario, que los intervalos parto-concepción largos sean causados por la alta producción de las vacas (Schaeffer y Henderson, 1972; Guerra y Menendez, 1983).

Diversos autores mencionan correlaciones entre intervalo interpartos o parto-concepción con distintas variables de producción de leche indicando en la mayoría de los casos una relación positiva entre las mencionadas variables, lo que implica un antagonismo entre producción y reproducción cuando se trata del intervalo parto-concepción presente. En el cuadro N° 1 se presentan distintas estimaciones de correlaciones fenotípicas y genéticas de las mencionadas variables con producción de leche a 305 días. En el cuadro N° 2 se presentan las correlaciones fenotípicas y genéticas entre el intervalo interparto y la producción de leche en la siguiente lactancia.

Cuadro N° 1 . Correlaciones entre producción de leche a 305 días e intervalo parto-concepción presente.

Autor y año.	Correlación fenotípica	Correlación genética
Seykora y McDaniel, (1983).	0,27	0,53 ± 0,1
Badinga et al, (1985).	0,21	
Dong y VanVleck, (1989)	0,27*	0,17*
Raheja et al, (1989)	0,01 a 0,02	0,01 a 0,05
Schineberger y Hagger, (1984)	0,299	
Camoens et al, (1976)	0,302	
Makuza y McDaniel, (1996)	Zimbabwe 0,10	
	Carolina del Norte 0,07	

*Intervalo interparto presente, primera lactancia.

Cuadro N° 2 . Correlaciones entre producción de leche a 305 días e intervalo interparto pasado.

Autor y año.	Correlación fenotípica	Correlación genética
Dong y Van Vleck, (1989)	0,16	0,1
Camoens et al, (1976)	0,178	

Los valores presentados en el cuadro N° 1 muestran una alta dispersión indicando una falta de consenso, sobre todo en el caso de las correlaciones genéticas. Sin embargo la mayoría de las correlaciones fenotípicas oscilan entorno a un valor de 0,2. Por otra parte existen pocas estimaciones de correlaciones con intervalo interparto pasado, las cuales muestran una menor variación (Cuadro N° 2).

2.2.2 Efecto sobre la producción en la presente lactancia

La relación que existe entre la producción a 305 días en la lactancia actual y el intervalo parto-concepción es debida principalmente a la influencia de la gestación sobre la producción de leche en la lactancia tardía, puesto que las correlaciones entre intervalo parto-concepción con producción hasta 90 días son pequeñas y no significativas y el largo del periodo seco previo parece no ser importante y no estar correlacionado significativamente con el intervalo parto-concepción (Smith y Legates, 1962). Gavin y Sanders, citados por Smith y Legates, (1962) encontraron que la producción parece declinar más rápido luego de las 16-20 semanas post-concepción. Una de las primeras teorías indicaban que este descenso en la producción se debía al drenaje de nutrientes impuesto por el feto en desarrollo (Brody et al, Eckles, Gowen, Ragsdale et al, citados por Smith y Legates, 1962). Sin embargo es dudoso si los requerimientos del feto son de tal magnitud como para provocar todo el descenso observado en la producción. Esto es especialmente verdadero según lo indicado por Swett et al, (citado por Smith y Legates, 1962), quien menciona que más de la mitad del crecimiento fetal tiene lugar durante los últimos 60 días de gestación. El mecanismo por el cual la preñez afecta adversamente la producción de leche no se conoce con certeza, se cree que es causado por el control hormonal de la secreción de leche, así como la partición de nutrientes hacia varias funciones biológicas. En lo relativo al control de la secreción de leche se sabe que la caída de los estrógenos y los niveles elevados de progesterona asociados a la preñez inhiben la producción de leche, al provocar un descenso en la sensibilidad del tejido mamario a la prolactina o causando la pérdida de ciertas enzimas necesarias para el proceso de síntesis de leche (Barker y Ludwick, citados por Oltenacu et al, 1980). El descenso de los niveles de insulina y el aumento de los niveles de hormona de crecimiento asociados a la preñez pueden afectar la producción de leche desviando la glucosa y la energía disponible para la glándula mamaria y la síntesis de leche, al crecimiento fetal (Koprowski y Tucker, citados por Oltenacu et al, 1980). La energía metabolizable requerida para mantener la preñez fue estimada por Moe y Tyrrel en un equivalente de 200 Kg de leche para los primeros 230 días de preñez, asumiendo una eficiencia del 70% (Oltenacu et al, 1980).

Lee et al, (1961) encontraron que la inclusión de la gestación como covariable en el modelo provocaba un 6,2 % y 7,3 % de la variación total en producción de leche y leche corregida por grasa respectivamente, lo cual indica un efecto importante de la gestación.

Erb et al, (1952), en un trabajo experimental encontró que luego de los 180 días de preñez, la producción de leche de las vacas bajó a una tasa de 3, 2,5 y 2 veces mayor a la que descendía entre los 100-180 días de preñez, para las vacas de alta, media y baja producción de leche respectivamente. El efecto de la gestación fue altamente significativo sobre la producción de leche, así como las interacciones gestación x nivel productivo, gestación x número de lactancia y gestación x edad al parto, indicando que el efecto de la gestación es mayor cuanto mayor es el nivel productivo de los animales.

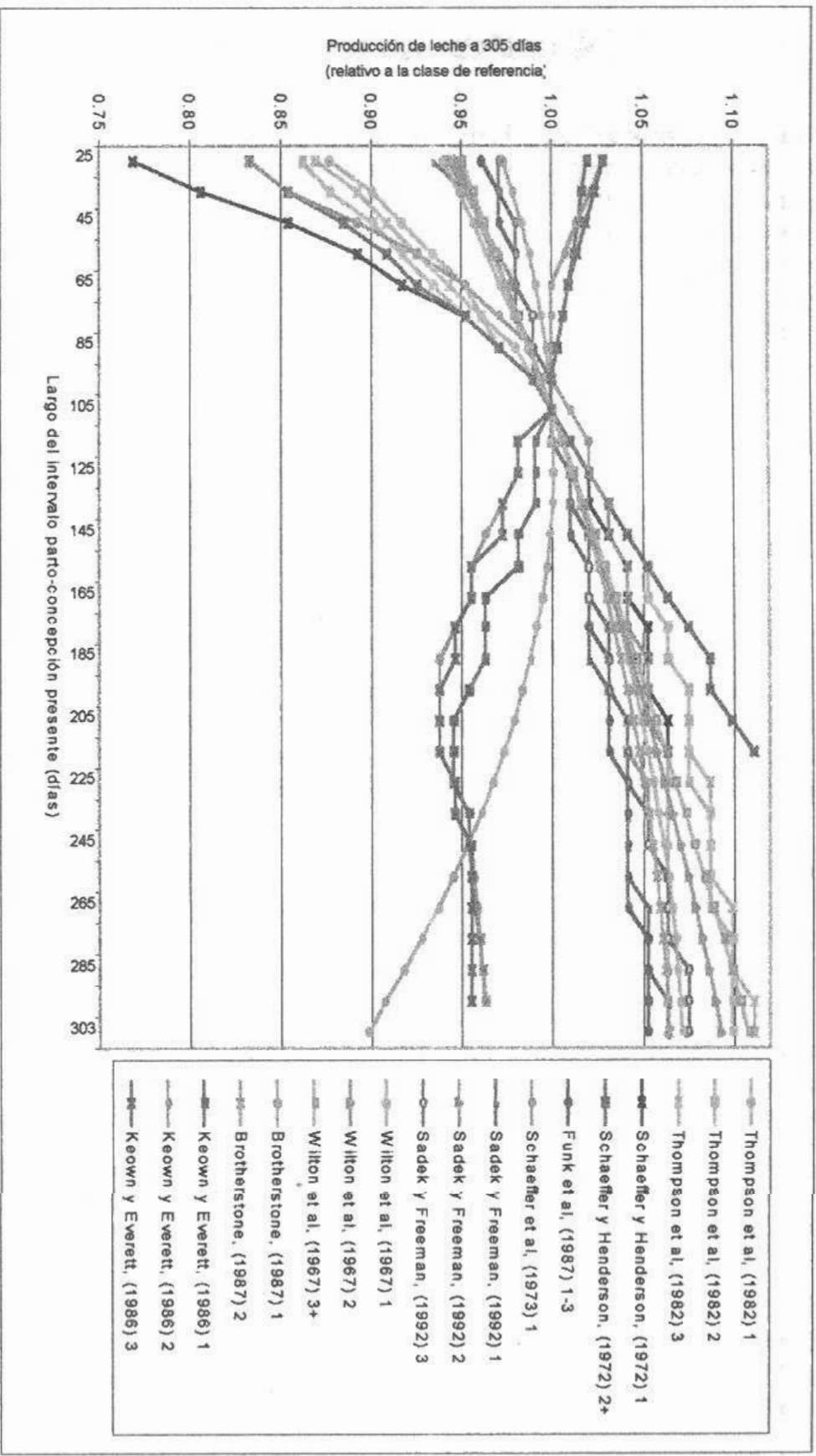
En un trabajo de simulación del efecto del intervalo interparto en la producción de leche realizado por Genizi et al, (1992), la parte descendente de la curva de lactancia fue dividida en un segmento lineal y uno subsiguiente exponencial que comienza a partir de la semana 20 de gestación. Este efecto fue independiente del rendimiento pico y su ocurrencia se corrió junto con el

momento de concepción. Esto indica la evidente relación entre los cambios en la curva de lactancia y el desarrollo del feto (Genizi et al, 1992).

Muchos autores en el ámbito internacional han encontrado un efecto significativo del intervalo parto-concepción presente sobre la producción de leche (Smith y Legates, 1972; Wilton et al, 1967; Schaeffer y Henderson, 1972; Schaeffer et al 1973; Bar-Anan y Soller, 1979; Oltenacu et al, 1980; Thompson et al, 1982; Sadek y Freeman, 1989; Keown y Everett, 1986; Brotherstone, 1987; Funk et al, 1987; Sadek y Freeman 1992; Makuza y McDaniel, 1996). Todos estos trabajos destacan la importancia del efecto del intervalo parto-concepción como efecto ambiental a ser considerado en las evaluaciones genéticas de toros y vacas. Todos los autores concuerdan en que al aumentar el largo del intervalo parto-concepción la producción de leche a 305 aumenta, excepto Keown y Everett, 1986. En la figura N° 2 se presentan los resultados de los trabajos que proponen factores de corrección para registros de producción de leche a 305 días.

La figura N° 2 muestra que si bien la tendencia del efecto es similar, existe una amplia variación en los resultados de los distintos autores. Algunos autores encuentran un efecto mayor (Schaeffer y Henderson, 1972; Schaeffer et al, 1973; Thompson et al, 1982). Se puede observar que para intervalos parto-concepción largos hay una mayor consistencia en la tendencia de los resultados presentados que para intervalo parto-concepción cortos, donde la diferencia en los resultados es mayor. Los resultados de Schaeffer y Henderson, (1972); Schaeffer et al, (1973); Thompson et al, (1982); Funk et al, (1987) indican que la producción de leche aumenta a una menor tasa al aumentar el largo del intervalo parto-concepción por encima de aproximadamente 90-150 días. Esto es debido a que en los animales con más de 90-100 días de intervalo parto-concepción el mayor efecto depresivo de la gestación sería posterior a los 305 días de lactancia (Bar-Anan y Soller, 1979; Lee et al, 1997).

Figura N° 2. Producción de leche a 305 días según largo del intervalo parto-concepción presente relativo a la clase de referencia (1/factor de corrección).



2.2.3 Efecto sobre la producción en la siguiente lactancia

Sadek y Freeman, (1992) sostienen que los intervalos parto-concepción largos permiten que las vacas tengan más tiempo para renovar sus reservas corporales que serán usadas para la producción de leche en la lactancia siguiente. Makuza y McDaniel, (1996) sugieren que esta relación es compleja y que es afectada por las condiciones ambientales y de manejo. Haresign, (1988) sostiene que la respuesta a la alimentación en la última fase de la gestación, medida por la producción de leche en la siguiente lactación, no es independiente de la alimentación ofrecida al inicio de la lactación. Esto indica que en vacas alimentadas con un plano de alimentación medio en la lactancia temprana, la respuesta a la condición corporal será mayor que en vacas con plano de alimentación alto.

En rodeos de alta producción en Israel, la producción anual de leche en la siguiente lactancia se incrementó linealmente en todo el rango de intervalo parto-concepción evaluado (31 a 200 días) en aproximadamente 100 Kg por cada mes adicional. Este efecto es superior al esperado por el efecto del intervalo parto-concepción sobre la edad o sobre el periodo seco. En rodeos de baja producción el efecto fue similar, pero menos pronunciado. Posiblemente el incremento del intervalo parto-concepción provoca un efecto de alivio o recuperación en vacas de alta producción conduciendo a un incremento de producción en la siguiente lactancia (Bar-Anan y Soller, 1979).

Wood, (1985) sostiene que el efecto sobre la siguiente lactancia parece más probablemente debido a la variación en el largo del periodo seco que al largo del intervalo interparto propiamente dicho, por lo que si esto es cierto las vacas deben ser secadas para lograr un óptimo periodo seco sin tener en consideración la producción de leche y la etapa de lactancia en que se toma la decisión.

Una extensión del intervalo interparto más allá de los 380 días no se muestra como una política económicamente viable. Por otra parte una reducción a menos de 360 días fue similarmente asociado con una depresión en la producción de constituyentes económicamente valorables de la leche (Wood, 1985).

Parte del efecto del intervalo parto-concepción en la siguiente lactancia resulta del efecto de éste en la lactancia en curso. Esto quedó claramente demostrado en un estudio realizado por Makuza y McDaniel, (1996) que observaron que el efecto del intervalo parto-concepción sobre la siguiente lactancia disminuía al incluir la producción de leche como covariable en el modelo.

Brotherstone, (1987) indica que incluyendo el efecto como covariable lineal y cuadrática en el modelo, éstas son estadísticamente significativas. Además sugiere que el incluir un término cuadrático en la corrección implica un bajo costo extra y se gana en exactitud respecto a incluir sólo un término lineal.

Funk et al, (1987); Sadek y Freeman, (1992) proponen factores de corrección para la variable intervalo parto-concepción, indicando la importancia de este efecto sobre la producción de leche a 305 días de la lactancia subsiguiente. En su estudio Funk et al, (1987) indican que la relación lineal entre el intervalo parto-concepción pasado y la producción de leche concuerda con

el estudio de Bar-Anan y Soller, (1979) en Israel, pero la magnitud de la diferencia en rendimiento fue aproximadamente el doble en este último.

El largo de la siguiente lactancia fue acortado en unos 3 días por cada semana que se acortaba el intervalo parto con respecto a 360 días. Las vacas que tuvieron intervalos partos mayores a los 360 días tuvieron un largo de lactancia de unos 292-293 días. (Wood, 1985).

2.2.4 Factores que afectan el largo del intervalo parto-concepción

2.2.4.1 Estación de parto

El comportamiento reproductivo es afectado por la estación de parto. Schaeffer y Henderson, (1972) encontraron que el intervalo parto-concepción fue mayor para vacas pariendo en el verano que en el invierno o la primavera. Faust et al, (1988) observaron que vacas pariendo durante los meses calientes tienen un comportamiento reproductivo reducido comparado con aquellas que paren en otoño, invierno o primavera. Estos resultados concuerdan con los de Marti y Funk, (1994), quienes atribuyen estas diferencias estacionales al estrés térmico durante los meses calientes.

Se ha observado que el mes de parto tiene un considerable efecto sobre el margen económico, y esto indica que un manejo preciso de la fertilidad es de gran importancia en este efecto del mes de parto (James y Esslemont, 1979).

2.2.4.2 Edad al parto

Schaeffer y Henderson, (1972) reportaron que la edad al parto no tiene efecto sobre el intervalo parto-concepción. Stevenson et al, citado por Marti y Funk, (1994) reportan que en vacas viejas se observan mayores intervalos parto-primer servicio y parto-concepción, sin embargo la producción media por vaca en este último trabajo fue de aproximadamente 1400 Kg más que en el anterior, indicando una clara interacción con el nivel de producción. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Marti y Funk, (1994), que atribuyen estas diferencias a que las vacas viejas tienen mayor incidencia de enfermedades reproductivas, mayor estrés asociado a altos niveles de producción y a decisiones de manejo que retrasan intencionalmente el servicio a las vacas de mayor producción.

Las vacas viejas, en general, tienen menor comportamiento reproductivo. Sin embargo, vacas de segunda lactancia tienen igual comportamiento que vacas de primera lactancia. Vacas de 3 o más lactancias tienen menores tasas de concepción y mayores intervalos parto-primer servicio (Hillers et al, 1984).

2.2.4.3 Rodeo

Foster et al, citado por Marti y Funk, (1994) analizaron el promedio de producción dentro del rodeo y la reproducción a través del tiempo y encontraron que los parámetros reproductivos cambiaban levemente cuando el potencial genético para producción de leche o el ambiente mejoraban. Short et al, citados por Marti y Funk, (1994) encontraron relaciones más desfavorables entre producción y reproducción en rodeos con gran variación en la producción. Laben et al, (1982) analizaron la reproducción entre rodeos y dentro de rodeos y encontraron que el comportamiento reproductivo medio mejoraba al mejorar el nivel productivo, aunque la relación entre producción y reproducción se hacía más antagónica al aumentar el nivel productivo de las vacas. Otros autores encontraron similares tendencias, que fueron atribuidas a una mejora en el manejo (detección de celos, etc.)

Marti y Funk, (1994) obtuvieron coeficientes de regresión para intervalo parto-concepción sobre producción de leche para distintos niveles productivos que evidencian la relación antagónica entre el intervalo parto-concepción y producción de leche. Dentro de rodeos el intervalo parto-concepción fue mayor para vacas de mayor producción. El antagonismo fue significativamente más severo para los rodeos de menor producción. Posiblemente el manejo para producción y reproducción es de mayor calidad y mejor aplicado a todo el rodeo en los rodeos de mayor producción promedio.

2.2.4.4 Producción de leche en la lactancia temprana

Las correlaciones entre los parámetros reproductivos y de producción de leche indican que los altos niveles productivos, se asocian fenotípica y genéticamente con un reducido comportamiento reproductivo (Baganato y Oltenacu, 1994; Badinga et al, 1985; Butler et al, 1981). Numerosos estudios recientes han reportado que el comportamiento reproductivo se compromete principalmente a través del retraso en la actividad ovárica y las reducidas tasas de concepción debido a las demandas de la alta producción de leche. Sin embargo, las decisiones de manejo para obtener un buen comportamiento reproductivo tienen un gran impacto (Hillers et al, 1984; Raheja et al, 1989) y pueden mejorar la depresión en fertilidad (mejores detecciones de celo), lo cual se puede constatar en que a veces los rodeos de alta producción tienen intervalos parto-concepción cortos (Nebel y McGuilliard, 1993).

Faust et al, (1988) encontraron que las vacas de alta producción tuvieron una menor tasa de concepción al primer servicio y un mayor número de servicios por concepción. Incrementos en producción fueron asociados con más días al primer servicio. Incrementos de rendimiento en vacas de alta producción provocaron una depresión más severa en las características de fertilidad que en vacas de baja producción.

Marti y Funk, (1994), obtuvieron coeficientes de regresión para intervalo parto-concepción sobre producción de leche que indican que las vacas tienen entre 1,1 y 1,3 días de intervalo parto-concepción extra por cada 100 Kg de leche. Por otra parte Laben et al, (1980), encontraron

que el intervalo parto-concepción aumenta 0,61 días por cada 100 Kg de incremento en leche corregida por grasa acumulada a los 180 días.

Es importante destacar, que usando datos de campo, distintas prácticas de manejo pueden introducir sesgo. Por ejemplo, en algunos casos se retrasa la concepción de las vacas de alta producción a propósito, entonces toros con hijas de alta producción podrían ser sesgados hacia arriba en intervalo parto-concepción (Seykora y McDaniel, 1983).

Eicker et al, (1996), utilizando un método de análisis probabilístico, que permite ajustar por parte del efecto distorsionante del descarte (las vacas que permanecen vacías por un largo tiempo tienen más probabilidad de ser descartadas), concluyeron que la producción acumulada hasta los 60 días tiene un efecto mínimo en la tasa de preñez y que sólo las vacas de muy alto rendimiento muestran una levemente menor tasa de concepción. Las vacas viejas y las que presentaron enfermedades mostraron mayores problemas para concebir. Al aumentar la producción acumulada en los primeros 60 días el número de servicios por concepción aumentó.

En un trabajo en el ámbito nacional sólo se encontró efecto significativo del segundo control mensual sobre las variables intervalo parto-primer servicio e intervalo parto-concepción. No se encontraron efectos de producción de leche acumulada en los primeros meses sobre ninguna de las variables reproductivas estudiadas. Esto fue atribuido a una baja producción promedio (Artagaveytia y Delafond, 1991). Esto concuerda con los resultados de Smith y Legates, (1962), que no encontraron efecto de la producción sobre el intervalo parto-concepción.

2.2.4.5 Sanidad

Los dos factores más importantes en limitar la tasa de respuesta de vacas normales a los intervalos planeados fue el síndrome de repetición (hasta un 50% de las vacas que no responden) y el retraso a la primera inseminación, el cual fue más pronunciado en las vacas afectadas con metritis. Algunos estudios indican que la repetición es el posible resultado de un incremento en aberraciones del tracto genital, no ovulaciones, inadecuado crecimiento folicular, anormalidades cromosómicas y tempranas muertes embrionarias. El intervalo desde el parto hasta que comienza la actividad luteal fue la misma para vacas saludables que para vacas afectadas por metritis o retención de placenta. En cambio desordenes genitales causaron un retraso significativo de 12 a 14 días en la ocurrencia del primer estro visible (Schindler et al, 1991).

Erb et al, (1981)a; Erb et al, (1981)b en un extenso trabajo en el que estudiaron las interrelaciones entre los principales problemas sanitarios y su efecto sobre la producción de leche, reportan que la metritis, retención de placenta, quistes foliculares y los quistes luteales prolongaron el intervalo interparto en 2,5, 4, 4 y 4-5 semanas respectivamente. Estos cuatro problemas sanitarios tuvieron un efecto indirecto sobre la producción de leche a 305 días, debido a que provocaron un retraso en la preñez y esto mejoró la persistencia en la curva de lactancia. También se observó un efecto directo de los quistes foliculares sobre la producción de leche a 305 días, la cual aumentó aproximadamente 297 Kg y ésto fue atribuido a un mecanismo hormonal.

Ramos y Gutierrez, (1989), en un trabajo en el clima tropical de Colombia que diferencia tres periodos dentro del intervalo parto-concepción (parto-primer celo, primer celo-primer servicio y primer servicio-concepción), concluyeron que el intervalo parto-concepción no es un buen indicador de la baja fertilidad, encontrando que las diferencias significativas se encontraban en el periodo primer servicio-concepción, atribuyendo diversas causas como la inseminación fuera del tiempo adecuado, mal manejo del semen congelado, descuido en la detección de celo post-servicio, muerte embrionaria, subnutrición en el periodo post-parto, demora en el diagnóstico de gestación y presencia de infecciones uterinas subclínicas.

2.2.5 Factores que interactúan con el efecto del intervalo parto-concepción e intervalo interparto sobre la producción de leche

2.2.5.1 Número de lactancias

Smith y Legates, (1962); Schaeffer y Henderson, (1972) y Thompson et al, (1982), encontraron que el efecto del intervalo parto-concepción en lactancia en curso es mayor sobre la producción de leche al aumentar el número de lactancias, estimando factores de corrección diferenciando al menos, la primera lactancia de las demás. Otros autores también encontraron diferencias significativas en el efecto según el número de lactancias (Olteneacu et al, 1980; Bar-Anan y Soller, 1979; Louca y Legates, 1968). Los resultados de Bar-Anan y Soller, (1979) indican que las diferencias en el efecto sobre la lactancia en curso entre vacas primíparas y multiparas se presentan principalmente en los intervalos parto-concepción largos (mayores a 90 días).

Thompson et al, (1982), analizando registros de primera lactancia encontraron que el efecto era constante al variar la edad al primer parto. La diferencia en los factores de corrección a través de las lactancias, fueron pequeñas para intervalos parto-concepción menores a 150 días, para intervalos mayores los factores para primera lactancia tienden a permanecer constantes mientras que para segunda y tercera decrecen (el efecto es mayor). Esto probablemente es debido a una mayor duración del intervalo parto-concepción, lo cual hace que la influencia de la gestación tenga lugar sobre la parte final de la lactancia. Por otra parte, la mayor persistencia de la primer lactancia puede determinar una mayor resistencia a la depresión ocasionada por la gestación (Thompson et al, 1982; Louca y Legates, 1968; Guerra y Menendez, 1983).

Funk et al, (1987), mencionan que el número de lactancia tiene escasa influencia en como el intervalo parto-concepción pasado y presente afectan la producción de leche. Estudios anteriores reportaron diferencias en los efectos de estos factores según el número de lactancia, pero estas diferencias pueden haberse debido a la selección de datos (se usaron registros de vacas que permanecieron en el rodeo por más de una lactancia, lo cual lleva a una cierta selección) o al no haber considerado en forma simultanea los efectos de intervalo parto-concepción pasado y presente, y periodo seco, más que a un efecto verdadero del número de lactancias. Sadek y Freeman, (1992), en un estudio posterior en el que analizaron 3.341.739 registros de producción, si bien proponen distintos factores de corrección para primera, segunda y tercera lactancia encontraron escasa influencia del número de lactancia en la elaboración de factores de corrección.

Makuza y McDaniel, (1996) encuentran que el efecto del intervalo parto-concepción tiene similar tendencia para registros de primera y segunda lactancia en las dos poblaciones analizadas (Zimbabwe y Carolina del Norte). Para Zimbabwe (menor nivel productivo) el efecto fue algo mayor sobre los registros de primera lactancia con respecto a los de segunda, en cambio para Carolina del Norte la relación fue inversa.

Los trabajos más viejos encuentran una mayor importancia del número de lactancia sobre el efecto del intervalo parto-concepción que los trabajos más recientes. Esto puede deberse a la diferencia en el número y calidad de registros analizados, a la cantidad de efectos incluidos en el modelo, o a que la influencia del número de lactancia sobre el efecto del intervalo parto-concepción efectivamente haya disminuido a través del tiempo a medida que aumenta el nivel productivo.

2.2.5.2 Rodeo

Makuza y McDaniel, (1996) en sus resultados muestran que el efecto del intervalo parto-concepción sobre la producción de leche fue superior para la población de animales de Carolina del Norte (mayor nivel productivo) con respecto a la población de Zimbabwe (distinto manejo, alimentación y nivel genético).

Bar-Anan y Soller, (1979) reportaron que el efecto del intervalo parto-concepción sobre la lactancia en curso y sobre la siguiente fue similar pero menos pronunciado en la población de animales de menor producción (rodeos Moshav) respecto a la de mayor producción (rodeos kibbutz de mayor tamaño y más intensivos).

2.2.6 Largo óptimo del Intervalo interparto

El largo óptimo del intervalo interparto para producción de leche ha sido estudiado por análisis retrospectivos de datos de rodeos experimentales y comerciales y analizando distintas variables de producción de leche o retorno económico.

En el cuadro N° 3 se resumen los largos óptimos reportados en la bibliografía consultada. Como se observa los valores presentados oscilan todos, en torno al año. Cuando producción y reproducción son consideradas simultáneamente, se torna aparente que para segunda y posteriores lactancias el establecido, “un ternero por vaca por año” combina exitosamente los dos aspectos maximizando producción y reproducción (Louca y Legates, 1968).

Cuadro N° 3 . Largo óptimo del intervalo interparto según distintos objetivos productivos.

Autor y año	Variable analizada	Largo óptimo
Lamb et al, citado por Genizi et al, (1992)	leche/día de vida	12 a 13 meses
Louca y Legates, (1968)	Maximizar producción leche/día	primíparas 13 meses multíparas 12 meses
Johansson y Hansson, citados por Louca y Legates, (1968).	Leche/día de vida	primíparas 410-430 días
Mahadevan, citado por Louca y Legates, (1968)	Leche/día de vida	primíparas 400 días
Speicher et al, citado por Genizi et al, (1992)	Producción anual de leche	menos de 12 a 13 meses
Kalay citado por Genizi et al, (1992)	Producción	un año
Ducker, (1994).	Rendimientos anuales/vaca	365 días
Wood, (1985)	Retorno económico	370 días

Bar-Anan y Soller, (1979) reportaron que en rodeos de alta producción la mayor productividad (por día de vida) fue lograda por vaquillonas con un intervalo parto-concepción no menor a los 70 días y por vacas con un intervalo parto-concepción entre 41 y 90 días, mientras vacas en rodeos de moderada producción fueron más productivas cuando concibieron lo más pronto posible. Weller et al, (1985) reportaron que concepción previo a los 2 meses tuvo un efecto adverso sobre la producción acumulada de leche en la corriente y siguiente lactancias anualizadas.

En un estudio experimental el mayor rendimiento en leche por día fue obtenido con un intervalo interparto de 421 días con respecto a 386, 430 y 428 días (Harrison et al, citado por Genizi et al, 1992).

Mediante un modelo matemático computarizado que evalúa el efecto económico del intervalo interparto en la vida de una vaca (cuatro lactancias seguidas), para las condiciones de precios de 1976 en Inglaterra y considerando un período seco de 60 días se concluye que, cuando los partos de vaquillonas son desde enero a junio; noviembre y diciembre (hemisferio norte) el intervalo parto-concepción adecuado sería entre 40-60 días, en cambio para primeros partos de setiembre y octubre sería de unos 80 días, para julio 120 días y para agosto 100 días (James y Esslemont, 1979).

2.3 EFECTO DEL PERIODO SECO

2.3.1 Introducción

Existen autores que mencionan un efecto significativo del periodo seco sobre la producción de leche en la siguiente lactancia (Klein y Woodward, 1943; Coppock et al, 1974; Wood, 1977; Dias y Allaire, 1982; Funk et al, 1987; O' Connor et al, 1987; O' Connor y Oltenacu, 1988; Sadek y Freeman, 1989; Sorensen y Enevoldsen, 1991; Sorensen et al, 1993), los cuales además buscan mediante distintos métodos el largo óptimo del periodo seco o factores de corrección para precoregir los registros de producción de leche en las evaluaciones genéticas. Por otra parte Alonso y Montes, (1989) en su revisión citan autores que sostienen la no-existencia de una relación definida entre el largo del periodo seco y la producción de leche.

En el ámbito nacional Artagaveytia y Delafond, (1991) mencionan que el largo del periodo seco previo no tiene influencia significativa sobre las variables reproductivas en el periodo post-parto, pero no descartan una influencia sobre las variables productivas. Alonso y Montes, (1989) en su estudio para ganado Normando encontraron que el periodo seco explica un 3,5% de la producción de leche a 305 días. Trabajos internacionales reportaron efectos del 0 a 2% (Ngere et al, 1973 citado por Alonso y Montes et al, 1989); 4,8 y 0,6 para segunda, y tercera y posteriores lactancias (Wilton et al, 1967). Lee et al, (1961) encontraron un efecto no significativo del largo del periodo seco previo sobre la producción de leche (0,06 % incluido como covariable) y lo atribuyeron a que todas las vacas en el estudio tuvieron un largo periodo seco comprendido sólo entre 42 a 60 días. Funk et al, (1987) por otra parte en sus resultados muestran un 2,7 % de la suma de cuadrados total atribuida a este efecto.

El efecto de la presencia o no de un periodo seco previo al parto fue estudiado por Swanson, (1965) mediante mantener a un grupo de vacas lactando continuamente y a otro grupo asignarle un periodo seco de 60 días. El resultado que obtuvieron fue que las vacas que lactaron continuamente produjeron un 75% y 62% de leche con respecto a las que tuvieron periodo seco para la segunda y tercera lactancia respectivamente.

En vacas lactando continuamente, la secreción normal de leche cesó en promedio 8 y 26 días previo al parto para primera y segunda lactancia respectivamente, tomando posteriormente una consistencia de calostro. Además las vacas lactando continuamente no dieron un monto significativo de leche desde un mes o más previo al parto, a pesar de ser bien alimentadas con concentrados y forraje de buena calidad (Swanson, 1965).

Uno de los efectos considerados como importantes del periodo seco en el pasado, era la recuperación de reservas energéticas perdidas durante la lactancia, lo cual ha sido relativizado ya que en estudios posteriores se han demostrado eficiencias mayores en la conversión de la energía metabolizable a grasa corporal durante la lactancia que durante el periodo seco (Cuadro N° 4).

Cuadro N° 4 . Eficiencia de utilización de la Energía Metabolizable según estado fisiológico.

Autor y año	Lactancia	Periodo seco
Moe et al, citado por Coppock et al, (1974).	75%	60%
Wood, (1977).	62%	45%
Haresign, (1988)	62%	30-61% *

* según la concentración energética del alimento (30 % para voluminosos y 61 % para cereales)

Swanson, (1965), en su estudio marca el beneficio derivado de dejar un razonable largo de periodo seco incluso cuando la nutrición es adecuada para mantener una buena condición corporal. Estas observaciones soportan la hipótesis de que la interrupción entre lactancias es beneficioso, porque éste permite un descanso y un rejuvenecimiento de la ubre y una coordinación del sistema endocrino que regula la lactación.

Alonso y Montes, (1989) encontraron en ganado Normando un efecto significativo del periodo seco sobre la producción de leche a 305 días tomando la estación de parto en forma mensual. Sin embargo no encontraron efecto significativo ni agrupando los meses en cuatro estaciones ni sobre la producción de leche real. Esto último debido al efecto del largo de lactancia.

El efecto del periodo seco en la producción es de suficiente magnitud como para ponerle atención, al menos para los datos de la segunda lactancia. Las pruebas de toros como corrientemente eran llevadas a cabo en Canadá se basaban solamente en datos de primera lactancia, lo que tiene la ventaja de evitar cualquier posible efecto de días secos. Los datos de segunda lactancia deben tener entonces menos peso en la evaluación, mientras los datos no sean ajustados (Wilton et al, 1967).

2.3.2 Efecto del largo del periodo seco

2.3.2.1 Efecto sobre la producción

Existe amplio acuerdo en que la producción de leche aumenta marcadamente al aumentar el periodo seco previo hasta aproximadamente 60 días. Periodos secos más largos no siempre se han reflejado en aumentos en la producción de leche.

Alonso y Montes, (1989) encontraron que el rango más adecuado para el periodo seco va desde 0 - 60 días, hallando diferencia significativa con los periodos mayores a 120 días.

Funk et al, (1987) encuentran un óptimo en la clase de 60 a 69 días y luego un fuerte descenso en la producción de leche hasta la clase de 80 a 89 días y luego un descenso leve y lineal hasta la clase de 180 a 300 días. Keown y Everett, (1986) encuentran una tendencia siempre ascendente de la producción de leche a 305 días con respecto al largo del periodo seco previo aunque con ritmo decreciente para las últimas clases (mayores a 51-60 días). Wilton et al, (1967) encuentran una relación cuadrática entre las mencionadas variables, lo cual sugiere un óptimo y un descenso a tasas crecientes de la producción de leche para periodos secos previos largos. Estos autores encontraron un óptimo de periodo seco posterior (90 días aproximadamente) y más

marcado en la segunda lactancia con respecto a lactancias posteriores. Además recomiendan una reducción a unos 60 días secos para lograr una ganancia económica evitando pérdidas de tiempo productivo a lo largo de la vida de la vaca. Klein y Woodward, (1943); Smith y Legates, (1962) encuentran una relación cuadrática con ascensos decrecientes sin llegar a un óptimo en un rango de 0 a 120 días.

Sorensen et al, (1993) estudiando datos experimentales observaron que un período seco de siete semanas fue en general económicamente mejor que otros períodos más cortos y largos estudiados. El beneficio neto fue superior para una tasa de refugo alta, en 4 semanas de período seco con respecto a una tasa baja de refugo, siendo éste efecto menor en los demás períodos secos estudiados. El beneficio neto fue más sensible al largo del período seco para una tasa de refugo baja que para una alta.

Mediante curvas de regresión polinomial entre características de producción diaria y total a lo largo de la vida sobre días secos se obtuvieron máximos en periodos de 14,0%, 17,5%, 23,0% y 10,5 %, equivalentes a 56, 70, 92 y 42 días para las variables: beneficio en la vida productiva, producción de leche en la vida, vida del rodeo y beneficio por día de vida. Las curvas de regresión para maximizar la variable leche por día de vida sugieren además menos días secos que para las variables anteriores (Gill y Allaire, 1976).

El período seco para maximizar la producción de leche fue afectado en orden de importancia por: edad al parto en la lactancia precedente, intervalo interparto previo incluyendo el período seco y, la producción diaria de leche 100 días previa al parto (Dias y Allaire, 1982).

Vacas de baja producción muestran una mayor respuesta al alargamiento del largo del período seco que vacas de alta producción (Dickerson y Chapman, 1939 citados por Klein y Woodward, 1943). Esto es importante ya que vacas de alta producción tienden a tener un período seco más corto (Gill y Allaire, 1975).

Dias y Allaire, (1982) encontraron una interacción entre el intervalo interparto pasado y días secos previos sobre la producción de leche. La explicación para dicha interacción puede deberse a que vacas con un corto intervalo interparto produzcan más leche antes del período seco que vacas con un largo intervalo interparto.

Makuza y McDaniel, (1996), observaron que el efecto del largo del período seco previo disminuía al incluir como covariable en el modelo, la producción de leche de la lactancia anterior.

2.3.2.2 Efecto sobre la sanidad

La tasa de edema aparece como inafectada por el largo del período seco, aunque se ve menos cetosis con un período seco más corto, debido probablemente a que se reduce la cantidad de deposición de grasa. La ocurrencia de fiebre de leche no fue afectada. Por otra parte, el largo del período seco se muestra que no tienen efecto en el número de placentas retenidas (Coppock et al, 1974). Esto concuerda con lo dicho por Hillers et al, (1984) que no encuentra efecto del largo del período seco sobre el comportamiento reproductivo. Por otra parte esta ampliamente reconocido la importancia del período seco como instancia de control de la mastitis para casos subclínicos y crónicos.

2.3.3 Factores que afectan el largo del periodo seco

2.3.3.1 Efecto del intervalo parto-concepción

Es muy clara la relación entre el intervalo interparto y el periodo seco incluido en este. Brotherstone, (1987) obtuvo correlaciones entre +0,399 y +0,466, para esta situación. Dias y Allaire, (1982) obtuvieron una correlación similar de $0,26 \pm 0,04$. Louca y Legates, (1968), obtuvieron correlaciones de 0,37; 0,41 y 0,40 para primera, segunda y tercera lactancia respectivamente. Camoens et al, (1976), reportan correlaciones de 0,492 entre periodo seco e intervalo interparto. Wood, (1985) obtuvo una correlación de 0,9884, e indica que en consecuencia gran parte de la relación entre producción en la lactancia siguiente e intervalo interparto se debe estadísticamente al periodo seco. Si esta relación es cierta entonces las vacas deben ser secadas para lograr un optimo periodo seco, sin tener en cuenta la etapa de lactancia en que se encuentran.

Brotherstone, (1987) indica que dada la elevada correlación entre el periodo seco y el intervalo interparto, que no se ha visto genéticamente correlacionado con la producción de leche, la corrección de registros de producción por intervalo interparto previo remueve mucha de la variación debida al periodo seco.

Wood, (1985) encontró que el alargamiento del periodo seco de unos 6,5 días cada 20 días de incremento en el intervalo interparto más allá de los 320 días. Bar-Anan y Soller, (1979) encontraron que el periodo seco aumenta aproximadamente 0,11 días por cada día de aumento de intervalo parto-concepción. Este incremento fue menor para intervalos parto-concepción entre 31-90 días y para primiparas con respecto a multiparas.

Por otra parte, Smith y Legates, (1962) indican que el largo del periodo seco previo no tiene influencia sobre el intervalo parto-concepción presente, ya sea directamente o a través de su efecto sobre la producción de leche en los primeros 90 días. Para los datos analizados encuentran una correlación entre el periodo seco previo y el intervalo parto-concepción presente de apenas $0,07 \pm 0,03$ y al igual que otros autores encontraron que el periodo seco explica menos del 1% de la varianza para la producción en los primeros 90 días de lactancia.

Wilton et al, (1967) encontraron la necesidad de determinar si los efectos del periodo seco y el intervalo parto-concepción siguiente a éste sobre la producción eran independientes entre ellos para luego poder estudiarse por separado. Para esto analizaron la correlación simple entre dichas variables encontrando una baja correlación ($r = -0,2$ y $+0,3$ para segunda y tercera lactancia respectivamente). Bajas correlaciones fueron encontradas en trabajos previos (Dickerson, Sanders, Spalding, citados por Wilton et al, 1967). Similares resultados fueron obtenidos por Brotherstone (1987), que obtuvo valores entre $-0,018$ y $+0,070$ para intervalo interparto-periodo seco siguiente y periodo seco-intervalo interparto siguiente. Louca y Legates, (1968); Camoens et al, (1976) encontraron resultados similares, o sea correlaciones muy pequeñas y no significativas para esas combinaciones de variables.

2.3.3.2 Efecto del número de lactancias

Sorensen y Enevoldsen, (1991) en un trabajo experimental no encontraron interacción entre el largo del periodo seco y el número de lactancias, a diferencia de otros trabajos con datos no experimentales (Dias y Allaire, 1982; Wilton, 1967; Schaeffer y Henderson, 1972). Schaeffer y Henderson, (1972) encontraron que el promedio de días secos aumenta con el número de lactancias y decrece con el aumento en producción de leche a 305 días previa al periodo seco analizado.

El periodo seco después de la primer lactancia tiende a ser aproximadamente 29 días más corto que el posterior a las lactancias subsiguientes (Wood, 1985).

La correlación entre periodo seco y producción diaria de leche a los 120 días de la lactancia posterior declina con el número de lactancia ($r=0,26$; $0,10$; $0,09$ y $0,04$). Esto indica que el efecto del periodo seco es mayor para vacas jóvenes que para vacas viejas (Dias y Allaire, 1982).

Oltenacu et al, (1980) reportan que en vacas de primer parto la producción en la lactancia tardía es mayor que en vacas multiparas. En la mayoría de los rodeos existe una alta proporción de vacas multiparas, que pueden ser secadas tempranamente debido a un bajo rendimiento.

Cuando son analizados datos no experimentales la correlación existente entre bajo rendimiento y un largo periodo seco, puede causar una interacción entre días secos y número de lactancias; por ejemplo, las vacas de primera lactancia pueden mostrar mayor respuesta a largos periodos secos comparado con vacas de mayor edad (Sorensen y Enevoldsen, 1991).

Smith y Legates, (1962) encontraron que la edad tiene poca influencia sobre el largo del periodo seco (menos del 1% de la variación). Dickerson, citado por dichos autores concuerda con lo encontrado por estos y reporta que el largo del periodo seco se incrementa levemente con la edad, sin embargo Johansson et al, establecen que el periodo seco entre la primer y segunda lactancia fue más corto que los subsiguientes, en los cuales no se mantuvo la tendencia (Smith y Legates, 1962). Funk et al, (1987) concluyen que el efecto del periodo seco previo no varía según el número de lactancia si se incluyen en forma simultanea en el análisis las variables intervalo parto-concepción pasado y presente.

La edad explica menos del 1% de la variación de días secos, con la excepción de los días secos previos a la segunda lactancia en la cual explica un 3% de la varianza. Por eso no debería ser esperado ningún efecto de la edad en las estimaciones de regresión o heredabilidad con la posible excepción de algún efecto significativo sobre la heredabilidad de días secos previos a la segunda lactancia. El efecto real de la edad sobre días secos previos a la segunda lactancia debe estar relacionado a una mayor persistencia de las vacas de primera lactancia, la cual decrece a mayor edad. Analizar en grupos de animales separados por número de lactancia reduce cualquier efecto de la edad sobre la producción (Wilton et al, 1967).

2.3.4 Largo óptimo del período seco

El período seco óptimo sería aquel número de días en que las ganancias en leche en la siguiente lactancia debido a un día extra de período seco es justamente balanceado (lograr la mayor ganancia neta) con las pérdidas en leche en la corriente lactancia, causadas por secar la vaca un día más temprano (Klein y Woodward, 1943; O'Connor y Oltenacu, 1988).

Klein y Woodward, (1943) encontraron que la máxima ganancia neta sería con $55,8 \pm 0,4$ días de período seco.

En términos de producción por lactancia, el óptimo período seco fue de 51-60 días. Por cada día más corto que el óptimo, rendimiento en leche, grasa y proteína decrecieron en 26, 8 y 3,5 Kg/día. Por cada día más largo la reducción fue de unos 5, 0,2 y 0,12 Kg/día respectivamente (Wood, 1985).

O'Connor et al, (1987) indican que el óptimo período seco es el que maximiza el retorno sobre el costo de la comida y mano de obra en las dos lactancias evaluadas. Para vacas con producción e intervalo parto-concepción medio el óptimo período seco previo sería de 67, 57 y 56 días para segunda, tercera y cuarta lactancia, respectivamente. Existe una relación directa y lineal entre el intervalo parto-concepción y el óptimo período seco previo y ésta es mayor en vacas adultas que en vaquillonas. El nivel de producción tiene un bajo efecto, siendo sólo 3 días mayor el óptimo para vacas que producen en el 10% inferior a la media del rodeo con respecto a las que producen en el 10% superior a la media.

O'Connor y Oltenacu, (1988) mediante una simulación por computadora resaltan la sustancial ganancia económica que puede ser obtenida optimizando la decisión de secado para vacas individuales y no como una práctica generalizada en el rodeo. Estos autores dedujeron que para las vacas de más lactancias, el óptimo tiempo de secado es más sensible al mes de parición y al intervalo parto-concepción que las vacas jóvenes. El tiempo óptimo para el secado es similar para vacas de primera lactancia y para vacas de más lactancias con 70 días o menos de intervalo parto-concepción. Vacas de varias lactancias necesitan ser secadas antes en la lactancia, resultando en un mayor período seco que para vacas de primeras lactancias. Además las vacas de más lactancias son consistentemente secadas con menor producción de leche que vacas de primeras lactancias (Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5 . Período seco óptimo según O'Connor y Oltenacu, (1988).

Lactancia	Estación de parto	Intervalo parto-concepción (días)	Período seco óptimo (días) *
Primera	Verano-otoño	40 - 160	47 - 49
		> 160	50 - 53
	Invierno-primavera	40 - 130	50 - 53
		>130	53 - 63
Vacas adultas	Verano-otoño	40 - 130	48 - 56
		>130	56 - 84
	Invierno-primavera	40 - 70	51 - 54
		70 - 130	54 - 85
		>130	80 - 112

* Estas estimaciones fueron realizadas utilizando los factores de ajuste para intervalo parto-concepción presentados por Thompson et al, (1982), los factores de ajuste para período seco presentados por Keown y Everett, (1986), los factores de ajuste para mes de parición según lactancia promediados de Keown y Everett, (1986) y Cooper y Hargrove, (1982), y los precios de leche y alimentos del año 1984 en Estados Unidos para el cálculo del retorno neto.

Dias y Allaire, (1982) mediante una ecuación de regresiones múltiples incluyendo términos lineales y cuadráticos de las variables edad al parto, intervalo interparto y producción diaria de leche 100 días previos al parto, y términos lineales de los productos entre ellos construyen el siguiente cuadro (Cuadro N° 6) de períodos secos óptimos para cada caso teniendo en cuenta la producción en el par de lactancias.

Cuadro N° 6 . Períodos secos óptimos según Dias y Allaire, (1982).

		Intervalo interparto (días)								
		335 – 340 *			368 - 373			417 - 422		
Par de lactancias	Edad 1° parto	Producción diaria de leche a los 100 días previos al parto (Kg)								
		10,2 – 12,2			14,3 – 15,5			18,3 – 19,3		
		Periodo seco recomendado (días)								
1° y 2°	24	63	66	75	62	65	75	53	59	76
	27				59	63	72	49	55	68
	30				56	59	66	44	49	61
2° y 3°	36	65			53			36	39	47
	39				50			33	35	42
	43				45			27	29	35
3° y 4°	48	63			41			22	24	30
	52				38			18	20	25
	57				34			13	15	19
4° y 5°	62	58			25			8 †	11	15
	70				19			3 †	7 †	10
	83				10			0 †	4 †	6 †

*La variación de los valores en estos rangos es debida al par de lactancias, para simplificar se presenta como un rango.

† Período seco menor a 10 días no debe ser considerado una buena opción. El número óptimo de días secos predichos para 4 y mayores lactancias con intervalos interpartos mayores a 14 meses o más son impensablemente bajos. Pocas vacas poseen un período seco de 0-9 días e intervalos interpartos largos (Dias y Allaire, 1982).

En términos de producción de leche a 305 días, la clase de período seco entre 50 y 59 días mostró la mayor media de producción en la siguiente lactancia. Sin embargo, las medias de las clases 40 a 49 y 60 a 69 no fueron muy diferentes en los fundamentos prácticos (Schaeffer y Henderson, 1972). Funk et al, (1987); Makuza y McDaniel, (1992); Makuza y McDaniel, (1996) encuentran que los animales con un período seco de 60 a 69 días presentan una mayor producción de leche a 305 días en la siguiente lactancia en promedio. Keown y Everett, (1986) si bien encuentran que la producción de leche a 305 días aumenta en todo el rango de período seco previo estudiado consideran que a partir de 51 a 60 días los incrementos en producción no justifican mayores períodos secos.

2.4 EFECTO RODEO-AÑO-ESTACIÓN

2.4.1 Rodeo

El efecto rodeo engloba numerosos aspectos que tienen gran influencia sobre el comportamiento productivo del ganado lechero. Dicho efecto esta en función del manejo diferencial al que son sometidos los animales en cada rodeo. Dentro de los aspectos más destacados se podrían enumerar los siguientes: alimentación, manejo reproductivo, sanidad, selección y habilidad del propietario. Dada la dificultad que existe en cuantificar exactamente la influencia de cada uno de estos aspectos considerados dentro del concepto de efecto rodeo, la literatura científica analiza dicho efecto como un solo factor (Berrutti y Grignola, 1987; Alonso y Montes, 1989).

Berrutti y Grignola, (1987), en un trabajo con 120 rodeos a nivel nacional, concluyen que el efecto rodeo fue el factor que más contribuyó a explicar parte de la variación en producción de leche a 305 días, grasa y porcentaje de grasa. La variación relativa entre rodeos fue menor (24%) que la reportada para otras regiones, dado que muchas estimaciones se encuentran en el rango de 30 a 40% para producción de leche, grasa y porcentaje de grasa. Resultados similares fueron obtenidos por Alonso y Montes, (1989) en un trabajo para la raza Normando, en el que analizan 3 rodeos, que explicaron un 25,8% de la variación.

2.4.2 Año de parto

Muchas son las causas que pueden incidir sobre la variación de los registros a través de los años. Se pueden citar: agentes climáticos, que tendrán un mayor o menor efecto según el sistema de producción utilizado; mejora genética a través de selección, importación de ganado, inseminación utilizando toros probados de alto valor genético; y talvés el de mayor importancia es el sistema de producción, fundamentalmente teniendo en cuenta el plano de alimentación (Berrutti y Grignola, 1987). Estos autores reportaron que el 3,3% de la variación en producción de leche a 305 días se asocia con efecto año de parto que fue altamente significativo. Carrau y Veronesi, (1991) encontraron significación estadística ($p < 0,01$) de este efecto sobre la producción de leche a 305 días y mencionan que en todos los trabajos nacionales revisados encontraron efectos también significativos de esta variable ($p < 0,01$).

2.4.3 Estación de parto

La importancia de la estación de parto en la producción de leche es reconocida por una diversidad de estudios realizados. Este efecto combina factores climáticos (temperatura, lluvia, viento, radiación solar) con factores del animal como ser, su fisiología y consumo voluntario. Un ejemplo claro es la variación en la cantidad y calidad de la producción forrajera a lo largo del año y como influye esto en el consumo voluntario en el animal (Alonso y Montes, 1989). Este efecto es de naturaleza regional (técnicas diferenciales de manejo y factores climáticos particulares para cada estación en las distintas regiones), por lo tanto los factores de corrección de los registros de producción por este efecto deben ser específicos para cada área o zona en particular (Berrutti y Grignola, 1987). Estos autores encontraron que el efecto estación de parto provoca un 1,4 % de la variación (promedio de los dos sistemas trimestrales estudiados) en la producción de leche a 305 días.

Alonso y Montes, (1989), encontraron efecto significativo en los tres sistemas estudiados sobre producción de leche a 305 días, encontrando que agosto fue el mes de mayor producción y diciembre el de menor. En el sistema trimestral invierno fue el de mayor producción pero no difirió significativamente con otoño y primavera y sí con el verano.

Carrau y Veronesi, (1991), encontraron efecto significativo de la estación de parto sobre la producción de leche a 305 días en cualquiera de los sistemas analizados (semestral, trimestral y mensual). Las mayores producciones de leche y grasa se obtuvieron en vacas paridas en los meses de mayo, junio, julio y agosto y las menores en vacas paridas en los meses de noviembre y diciembre. Consideran además inconveniente utilizar los sistemas de estaciones de parto semestral o trimestral, dado que agrupan meses de distinta productividad.

Ravagnolo et al, (1996), encontraron un efecto altamente significativo ($P < 0,0001$) de la estación de parto sobre la producción de leche a 305 días para los registros de la evaluación genética de toros a nivel nacional de 1996. Estos autores distinguieron cuatro subclases de meses agrupados por producción de leche a 305 días que no difirieron significativamente ($P < 0,005$), en orden de menor a mayor producción de leche: I) Enero y Febrero; II) Marzo, Octubre, Noviembre y Diciembre; III) Abril y Setiembre; IV) Mayo, Junio, Julio y Agosto. Este trabajo además menciona la necesidad de revisar la conveniencia de utilizar las estaciones tradicionalmente consideradas (otoño-invierno y primavera-verano).

2.4.4 Rodeo-Año-Estación (RAE)

En el ámbito internacional la mayoría de los trabajos consultados que estudian los efectos intervalo parto-concepción y periodo seco incluyen en el modelo el efecto RAE (HYS) como efecto fijo y no los efectos por separado, por considerar éste cada uno de los mencionados efectos principales y todas las interacciones entre ellos. Schaeffer y Henderson, (1972), incluyen estos efectos por separado en el modelo, lo cual provoca la obtención de la mayor variación (al menos un 35% más que en los restantes trabajos consultados a cerca del tema) en los factores de corrección propuestos dado que no se neutralizan totalmente los efectos incluidos en el RAE.

Tradicionalmente en el ámbito nacional estos efectos han sido considerados independientemente, debido a la complejidad de su inclusión cuando los equipos computadores son de capacidad restringida.

2.5 EFECTO NUMERO DE LACTANCIA-EDAD AL PARTO

2.5.1 Edad al parto

Este es uno de los factores en que más se ha prestado atención en lechería, ésto es debido a su importancia y a la falta de informaciones sofisticadas (Alonso y Montes, 1989). Freeman, citado por Alonso y Montes, (1989) en su revisión encuentra efecto reconocido sobre la producción de leche desde antes del año 1900.

Pastori y Paullier, (1980) en su estudio destacan la necesidad de corregir los registros de producción por edad al parto y proponen un conjunto de factores multiplicativos de corrección por edad al parto, los cuales fueron calculados por el método de comparación grosera.

Berrutti y Grignola, (1987); Alonso y Montes, (1991); Carrau y Veronesi, (1991); Ravagnolo et al, (1996), en trabajos nacionales encontraron efectos significativos de la edad al parto sobre la producción de leche a 305 días. Los porcentajes de variación atribuibles a este efecto sobre producción de leche a 305 días fueron de 9 y 5 % respectivamente para los dos primeros trabajos. Estos resultados son menores a los reportados en el ámbito internacional (12 a 30%) según Berrutti y Grignola, (1987). Las edades a las cuales se logran las máximas producciones de leche a 305 días reportadas en los mencionados trabajos son mayores (7 a 9, 6 a 12 para Normando, 6 a 8 y 6 a 10,5 años, respectivamente) a las edades citadas por estos autores de la bibliografía internacional. Estas diferencias en porcentajes de variación y edades que maximizan la producción de leche a 305 días pueden atribuirse a que las vaquillonas paren a edades más avanzadas para nuestras condiciones de manejo y a que los intervalos interpartos son largos, por lo que el momento al que se alcanza a la máxima producción, se retrasa. Además se reporta que la totalidad del efecto edad al parto no se debe sólo al efecto de la edad per se, sino que se encuentra combinado con el número de lactancias y el peso corporal.

A edades avanzadas no es consistente la disminución en la producción de leche ya que Berrutti y Grignola, (1987); Ravagnolo et al, (1996), encuentran leves pero significativas disminuciones y por otra parte Carrau y Veronesi, (1991), no encuentran diferencias significativas atribuyendo esto a la baja en el número de datos y a la selección de vacas de mayor producción. Ravagnolo et al, (1996), sugieren diferenciar a los animales jóvenes (menores a 6 años) en clases de edad de 6 meses ya que se registran diferencias significativas en producción de leche.

2.5.2 Numero de lactancia

La capacidad productiva no depende sólo de la edad al parto, sino también del número de lactancia. En general este incremento puede ser el resultado de los cambios fisiológicos y del desarrollo de la ubre con los sucesivos partos, no obstante, muchos trabajos de investigación sobre la relación producción-edad al parto han ignorado dicho efecto (Berrutti y Grignola, 1987).

Carrau y Veronesi, (1991) en una amplia revisión sobre el tema encuentran que en los trabajos consultados se menciona un efecto significativo del número de lactancia sobre la producción de leche existiendo un aumento significativo de la producción de leche hasta la cuarta o quinta lactancia.

Cunningham citado por Berrutti y Grignola, (1987) estudió el efecto edad al parto a través de su equivalente en número de lactancias, encontrando incrementos curvilíneos de la producción de leche con el número de lactancias que se encontró asociado a un 17,6% de la variación total.

Sí bien Berrutti y Grignola, (1987); Carrau y Veronesi, (1991) citan en sus trabajos la importancia del mencionado efecto no lo incluyen en sus análisis, asumiendo que este efecto se encuentra incluido en el efecto edad al parto.

Pastori y Paullier, (1980) concluyen en base a su revisión sobre el tema que el número de lactancia no tiene incidencia en los factores de corrección por edad al parto, por lo que estas correcciones pueden hacerse sin tenerlo en cuenta.

Van Raden et al, (1995) mencionan que a partir de enero de 1995 se incluye el efecto combinado número de lactancia-edad al parto en el modelo animal utilizado en la evaluación genética del USDA-DHIA. Simultáneamente se comenzó a precorregir los registros de producción de leche por un factor multiplicativo que combina el efecto edad al parto, número de lactancia, estación de parto y intervalo parto-concepción pasado.

2.6 EFECTO DEL LARGO DE LACTANCIA

Alonso y Montes, (1989), concluyen que en el ámbito internacional, los registros que se comparan son los correspondientes a 305 días de producción de leche en la mayoría de los casos. Esto comprueba que el largo de lactancia tiene una influencia notoria en los demás factores ambientales, por lo que es necesario tomar el mismo largo de lactancia para hacer comparables los registros. Estos autores obtuvieron que el largo de lactancia tiene un efecto altamente significativo y provocaba un 35% de la variación de leche real.

Camoens et al, (1976) en un trabajo en Puerto Rico encontraron altas correlaciones positivas entre producción de leche y largo de lactancia y entre largo de lactancia con intervalo parto-concepción, mientras que encontraron correlaciones negativas con el periodo seco previo. Estos autores además encontraron la mayor regresión para este efecto sobre la producción de leche real, seguido en orden por intervalo interparto y periodo seco.

2.7 EFECTO ANIMAL

Es de amplio conocimiento la importancia del efecto individual sobre la producción de leche y sobre como la afectan los factores ambientales. Cuando se utilizan datos no experimentales (en los que los animales no son asignados al azar entre los distintos tratamientos) el periodo seco es típicamente dependiente de la variación en producción de leche. Algunas vacas cesan espontáneamente la producción antes de la fecha prevista de secado, por lo que la decisión de secado está altamente relacionada a la producción de leche, esto provocaría sesgos importantes al evaluar el efecto del periodo seco sobre la producción de leche. Esto se puede apreciar cuando se muestran significativas las interacciones entre habilidad de producción de leche y largo del periodo seco o largo del intervalo interparto con largo del periodo seco (Sorensen y Enevoldsen, 1991; Sorensen et al, 1993).

Berruecos et al, (1971) en un trabajo experimental sugieren la inclusión del efecto padre en el modelo a fin de considerar las diferencias genéticas que puedan tener las vacas por provenir de diferente padre y dado que los apareamientos se pueden suponer que fueron realizados al azar, no se consideraron las diferencias genéticas por ser hijas de diferente madre.

Muchos autores en la búsqueda de factores de corrección para las variables largo del periodo seco y largo del intervalo parto-concepción, sugieren la inclusión del efecto animal como un efecto aleatorio dentro del modelo como padre o grupo genético de padres (Schaeffer y Henderson, 1972; Schaeffer et al, 1973; Sadek y Freeman, 1992).

2.8 ASPECTOS GENETICOS DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

Varias estimaciones de heredabilidad para intervalo parto-concepción e intervalo interparto son menores al 5%, planteando una interrogante sobre la conveniencia de la mejora genética en estos aspectos (Marti y Funk, 1994). Otros autores recomiendan mejoras en el manejo como pueden ser mejora en la detección de celos, técnicas de inseminación, programas de sanidad y nutrición para optimizar el comportamiento reproductivo en rodeos de alta producción (Marti y Funk, 1994).

Montaldo y Torres, (1993) en un trabajo realizado en Mejico, encontraron bajos valores de repetibilidad para intervalo interparto ($0,05 \pm 0,01$ estimado por el método MIVQUE), además indican que existe una baja variación genética aditiva, no aditiva y debida a efectos ambientales permanentes asociada a este efecto.

Marti y Funk, (1994) sugieren que las bajas estimaciones de heredabilidad para intervalo parto-concepción indican que este efecto es principalmente ambiental, y mencionan además que el ajustar los registros de producción de leche por este efecto, con los factores de corrección elaborados por Sadek y Freeman (1992) no cambiaron sustancialmente las estimaciones de heredabilidad para producción de leche.

En el cuadro N° 7 se observan valores de heredabilidad, mostrando que existe amplio acuerdo en que la heredabilidad del intervalo parto-concepción e intervalo interparto es baja. Esto garantizaría que incluir datos corregidos por esta variable no incluiría sesgo en las evaluaciones genéticas (Sadek y Freeman, 1992).

Cuadro N° 7 . Estimaciones de heredabilidad para intervalo parto-concepción.

Autor y año.	Lactancia	Estimación de heredabilidad	
Smith y Legates, (1962)	Primera	0,01	
	Segunda	0,05	
	Tercera y siguientes	0,09	
Wilton et al, (1967)	Primera	0,18±0,16 £	
	Segunda	0,32±0,20 £	
	Tercera y siguientes	0,45±0,10 £	
Schaeffer y Henderson, (1972)	Primera	0,02	
	Segunda	0,04	
	Tercera	0,00	
	Cuarta y siguientes	0,10	
Schaeffer et al, (1973)		0,027	
Berger et. al, (1981)	Primera	0,02 ± 0,01	
	Segunda	0,03 ± 0,01	
	Tercera y siguientes	0,05 ± 0,01	
Van Vleck y Henderson citado por Brotherstone, (1987)		0,02-0,04 *	
Raheja et al, (1989)	Primera	0,03	
	Segunda	0,04	
	Tercera	0,05	
Seykora y McDaniel, (1983)		0,05 ¥	
Dong y Van Vleck, (1989)	Primera	0,15 *#	
Marti y Funk, (1994)	Producción media del rodeo (Kg)		
	<7818	0,037 ± 0,005	
	7818-8409	0,042 ± 0,005	
	8410-8955	0,045 ± 0,005	
	>8955	0,047 ± 0,005	
Makuzo y McDaniel, (1996)		Carolina del Norte	Zimbabwe
	Primera	0,02	0,01
	Segunda	0,02	0,01
	Segunda	0,04 §	0,01 §
	Tercera	0,02	0,02
	Tercera	0,05 §	0,04 §

£ Referirse al texto.

* estimación de heredabilidad para Intervalo interparto

El elevado valor de heredabilidad para intervalo interparto obtenido en este trabajo no pudo ser explicado por los autores, quienes mencionan que se requieren mayores estudios sobre las diferencias observadas al realizarse las estimaciones con el modelo animal en vez de con un modelo de toros.

¥ Este es un valor promedio de heredabilidad ya que estos autores obtuvieron diferentes heredabilidades según distintas formas de agrupar los registros: por estación de parto (otoño 0,05 y primavera 0,09); década en la cual parieron (1950= 0,06, 1960= 0,03, 1970= 0,12) y se incluyeron datos incompletos (0,04).

§ Intervalo parto-concepción previo.

Estos resultados indican que ajustar registros de leche por intervalo parto-concepción sería recomendable para cualquier evaluación de toros o vacas (Schaeffer y Henderson, 1972).

Por otra parte existe contradicción en las estimaciones de heredabilidad para el largo del período seco. En el cuadro N° 8 se muestran los resultados obtenidos por diversos autores.

Cuadro N° 8 . Estimaciones de heredabilidad para período seco según distintos autores.

Autor y año.	Lactancia	Estimación de heredabilidad	
Wilton et al, (1967)	Segunda	0,39± 0,2 £	
	Tercera y siguientes	0,28± 0,1 £	
Schaeffer y Henderson, (1972)	Segunda	0,15 *	
	Tercera	0,33 *	
	Cuarta y siguientes	0,34 *	
Funk et al, (1987)		0,0618-0,0682	
Makuza y McDaniel, (1996)		Carolina del norte	Zimbabwe
	Segunda	0,41	0,05
	Tercera	0,49	0,08

£ Referirse al texto.

* Estas estimaciones pueden ser erróneas debido a los tratamientos diferenciales de vacas de alta y baja producción, lo cual puede ser especialmente intenso para vacas de primera lactancia.

Wilton et al, (1967), (£) en un análisis posterior de los datos, encontraron registros con valores de período seco e intervalo parto-concepción fuera de rango. Las estimaciones de heredabilidad luego de retirar estos valores fueron de 0,16 y 0,14 para período seco e intervalo parto-concepción respectivamente lo que indica que existió la posibilidad real de haber sobrestimado el verdadero valor. Indican además que estas variables son fundamentalmente afectadas por efectos ambientales y no genéticos.

Una correcta estimación de la heredabilidad para largo del período seco sólo puede ser obtenida a partir de registros de vacas que fueron dejadas secar de acuerdo a ellas mismas, pero esos registros no se pueden distinguir de registros de vacas que fueron secadas deliberadamente. En cualquier caso, el período seco aparece conteniendo una pequeña cantidad de la variación genética (Schaeffer y Henderson, 1972).

Funk et al, (1987) sugieren que el período seco es primariamente un resultado del manejo y otras influencias ambientales antes que debido a un componente genético importante. Por lo tanto ajustar los registros de producción de leche por período seco se mostraría como algo seguro.

Makuza y McDaniel, (1996) sugieren en base a sus resultados que para obtener una correcta estimación del valor de cría de toros y vacas, los registros de producción deben ser ajustados por el efecto ambiental pero no por el genético del período seco y el intervalo parto-concepción, de otro modo se seleccionaría en favor de vacas con mayores intervalos parto-concepción y período seco. Se debe tener precaución pues estos efectos son mayoritariamente, pero no totalmente ambientales. Estos autores concluyen finalmente que los registros de producción de primera lactancia se deben corregir por intervalo parto-concepción y los de siguientes lactancias por intervalo parto-concepción presente y pasado y al menos por períodos secos cortos (menor a 60

días). Funk et al, (1987) encontraron que el ajuste de los registros por periodo seco tendrían un gran impacto sólo en periodos secos cortos, ya que, excepto para periodos secos menores a 40 días, los factores de corrección propuestos no superaron 1,03 (con respecto a la base 60-69 días =1).

2.9 CALCULO DE FACTORES DE CORRECCIÓN

Muchos autores a nivel internacional sugieren la formulación de factores de corrección para precoregir los registros de producción de leche por los efectos de las variables intervalo parto-concepción pasado y presente y periodo seco previo de diversas maneras. Smith y Legates, (1962); Brotherstone, (1987) incluyen la variable intervalo parto-concepción como regresión en el modelo, obteniendo los componentes lineal y cuadrático y su significación estadística, con lo cual elaboran factores de corrección dividiendo la variable en clases. Wilton et al, (1967), usando esta metodología incluyen además la variable periodo seco previo, aunque en este caso no se elaboran factores por clases.

Por otra parte Schaeffer y Henderson, (1972); Schaeffer et al, (1973); Thompson et al, (1982); Everett (1989), incluyen la variable intervalo parto-concepción presente, dividida en clases en el modelo y a partir de las soluciones del análisis (desvíos respecto a una clase, tal como lo presenta la opción "/solutions" del procedimiento GLM del programa SAS) calculan los factores de corrección. Funk et al, (1987); Sadek y Freeman, (1992) aplican el mismo procedimiento pero incluyen además las variables intervalo parto-concepción pasado, y periodo seco previo en el caso de Funk et al, (1987). En estos dos últimos trabajos se ajustaron curvas de regresión lineales, cuadráticas, logarítmicas y segmentadas según el caso con motivo de lograr factores que respondan a la tendencia de los valores estimados para cada clase y no a los valores mismos que incluyen errores provocados por ejemplo por el desbalance en el número de observaciones.

A pesar de la diferencia en las medias de producción de leche a 305 días entre grupos de baja y alta producción (aproximadamente 2.000 Kg para este estudio), las diferencias en producción de leche asociadas al intervalo parto-concepción entre vacas en cualquiera de los dos grupos fueron similares. Esto indicaría que los factores de ajuste para producción de leche a 305 días según intervalo parto-concepción deberían ser aditivos antes que multiplicativos. Esto comprobaría la hipótesis de que el efecto inhibitorio de la gestación sobre la producción de leche es debido principalmente al desvío de energía disponible para producción de leche hacia la gestación y reposición de reservas de energía para la próxima lactancia. Entonces es constante al cambiar el nivel productivo (Oltenacu et al, 1980).

Sadek y Freeman, (1992); Funk et al, (1987); Brotherstone, (1987), por otra parte sostienen que los factores multiplicativos son los más apropiados para ajustar los registros de producción de leche por intervalo parto-concepción presente (debido a que el largo de gestación presenta poca variabilidad, esto sería equivalente a corregir por intervalo interparto presente). Laben et al, (1982) demostraron que el efecto del intervalo parto-concepción presente es mayor al aumentar el nivel productivo del rodeo, entonces los factores multiplicativos resultarían apropiados en un

amplio rango de niveles productivos. Esto es consistente con los resultados de Erb et al, (1952) que encontraron que el efecto de la gestación sobre la producción de leche es mayor cuanto mayor es el nivel productivo de los animales (mayor tasa en la caída en la producción).

Los factores multiplicativos estabilizan la varianza dentro de cada clase que frecuentemente se incrementa al aumentar la producción media de la clase, por lo que resultarían más adecuados (Thompson et al, 1982).

Los factores de corrección para intervalo parto-concepción desarrollados para todas las lactancias usaron como base "1" a la clase que incluye 100 días. Esta base fue elegida ya que este valor se encuentra entre la media y la moda y además un alto porcentaje de los datos requieren sólo una pequeña corrección. Además, cuando la concepción ocurre en no más de 100 días posterior al parto, se puede mantener un intervalo interparto de 12 o 13 meses (Smith y Legates, 1962). La corrección por intervalo parto-concepción incrementa la media y la variación en producción de leche. De todos modos ajustando los registros a una base de 90 a 95 días la media y la varianza se afectan menos y el ordenamiento de toros es consistente con cualquier base (Schaeffer y Henderson, 1972).

Las vacas con altas producciones durante la lactancia temprana tienen intervalos parto-concepción más largos y éstos a su vez permiten mayores producciones de leche en la lactancia tardía. El verdadero efecto del intervalo parto-concepción sobre producción de leche a 305 días puede ser estimado más precisamente cuando se considera la variable producción de leche en la lactancia temprana como covariable en el modelo, ya que si no se considera esto, se puede sobre corregir entre un 28 y un 70% por este efecto ambiental. Incluyendo producción temprana como covariable en el modelo los factores medirían sólo el efecto de la gestación y no la correlación entre producción de leche e intervalo parto-concepción, lo cual no sería correcto. Por otra parte no aparece como necesaria una definición exacta de lactancia temprana ya que las estimaciones del efecto de intervalo parto-concepción no varió poniendo producción de leche acumulada a los 80 días o a los 140 días (Lee et al, 1997).

Makuza y McDaniel, (1992) reportan que si bien el efecto de incluir en el modelo la producción de leche en la lactancia anterior y el periodo seco previo fue significativo ($p < 0,05$), su inclusión no cambió el efecto del intervalo parto-concepción pasado y presente sobre la producción de leche.

2.10 MEDIDAS ALTERNATIVAS PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA EVALUACIÓN GENÉTICA

El uso de lactancias parciales ha sido estudiado por muchos autores. Si el efecto del intervalo parto-concepción no aparece hasta los 210 días de lactancia, entonces el uso de la producción de leche acumulada hasta los 180 o 210 días puede ser ventajoso en la evaluación genética frente a leche a 305 días, ya que no se haría necesaria la corrección de los registros por intervalo parto-concepción (Schaeffer y Henderson, 1972).

Guerra y Menéndez, (1983), en su trabajo encontraron que la producción de leche a los 100, 200 y 244 días de lactancia para primer, segundo y otros partos no fue afectada por la duración

del intervalo parto-concepción. Sólo encontraron efectos en las variables producción de leche a 305 días (regresión cuadrática), leche total, producción de leche sobre intervalo interparto y producción de grasa a 305 días.

Por otra parte Oltenacu et al, (1980), encontraron que el efecto del intervalo parto-concepción en producción de leche acumulada es significativo a partir de los 210 días (excepto para primera lactancia) y se incrementa con el número de días de leche acumulada.

Louca y Legates, (1968), mencionan que desde un punto de vista económico la producción de leche por unidad de tiempo, por día o por año es más importante que la producción total. Mayores intervalos parto-concepción se asocian con lactancias tardías extendidas, en la que la producción es baja.

Bar-Anan y Soller, (1979), sostienen que la producción de leche a 305 días penaliza las vacas con menores intervalos parto-concepción. Por este motivo sugiere como la mejor medida de producción de leche para primíparas la producción de leche anualizada ($L_{\text{anual}} = 365 \times (\text{producción en la lactancia} / \text{intervalo interparto})$). Para vacas multíparas, proponen leche anualizada para animales con intervalo parto-concepción menor a 90 días y leche a 305 días corregida por intervalo parto-concepción presente para el resto de los animales.

Schaeffer y Henderson, (1972) encontraron correlaciones mayores a 0,97 entre evaluaciones con registros ajustados por intervalo parto-concepción presente y sin ajustar. Esta correlación aumenta cuanto mayor es el número de hijas de los toros, lo que indica un mayor efecto de la corrección de los registros en grupos de toros con pocas hijas.

Thompson et al, (1982), realizaron un trabajo con motivo de comparar distintas medidas de producción de leche a utilizarse en las evaluaciones de toros. Se comparó leche anualizada, leche a 305 días equivalente maduro corregida por grasa y sin corregir y leche a 305 días equivalente maduro corregida por intervalo parto-concepción presente y por la máxima producción de leche y sin corregir por esta última. Los resultados indican que altas producciones de leche a 305 días se asocian con intervalos parto-concepción largos y que la leche anualizada sobrecorrige para intervalos parto-concepción mayores a 180 días, concluyendo que lo propuesto por Bar-Anan y Soller, (1979), sería una buena alternativa. La inclusión de una medida de producción de leche en la lactancia temprana aparecería como innecesaria. El análisis de producción de leche en sucesivas lactancias destaca como el mejor indicador de la producción de leche en la vida productiva del animal a la producción de leche a 305 días de la primer lactancia corregida por intervalo parto-concepción, siendo la leche anualizada el peor indicador dado que es muy severo con animales con largos intervalos parto-concepción, aunque es un buen indicador del retorno económico, que deberá ajustarse con más estudios (Thompson et al, 1982).

Las correlaciones en el ordenamiento de toros evaluados según las distintas medidas de producción fueron altas (mayores a 0,86). Excluyendo leche corregida por grasa éstas subieron a 0,96. Fue comprobada una pequeña tendencia a que los toros con un alto valor genético promedio al ser evaluados con leche a 305 días ajustada por intervalo parto-concepción presente, caen en el ordenamiento de la evaluación. (Thompson et al, 1982).

Sadek y Freeman, (1989) en un trabajo que utilizan la metodología BLUP para evaluar toros y vacas usaron registros (678.502 lactancias) corregidos por intervalo parto-concepción pasado y

presente y período seco previo y comparan estos resultados con los obtenidos a partir de registros sin corregir. La máxima diferencia entre predicciones “ajustada” y “no ajustada” fue de 230 Kg de leche. La correlación entre los ordenamientos de toros y vacas con registros “ajustados” y “no ajustados” fue de 0,97, pero la correlación entre el 5% superior de toros fue 0,77 y 0,70 entre las 20 mejores madres de toros. El ajuste de registros de producción por el comportamiento reproductivo pasado resulta en un gran efecto en la evaluación de toros y vacas y estos ajustes pueden mejorar la precisión de las evaluaciones de toros y vacas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

Los registros productivos y reproductivos de los animales utilizados para el desarrollo del presente trabajo, fueron obtenidos a partir de los datos utilizados para la evaluación genética de reproductores de la raza Holando del año 1998. Estos datos fueron recabados por el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero y el Servicio de contralor lechero de la Asociación Rural del Uruguay. Ambas instituciones obtienen la información a través de controladores individuales y/o grupales. En el caso del Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero, parte de los registros son obtenidos por el productor en forma individual (autocontrol). Los datos fueron ingresados en una base de datos y manejada con el programa FOXPRO versión 2.0.

La información de cada vaca se encuentra ordenada por lactancia. Para cada registro, correspondiente a una lactancia individual, se contó con la siguiente información:

- Origen de la información, donde se identifica si los registros provienen del servicio de Contralor Lechero de la Asociación Rural del Uruguay o del Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero.
- Rodeo en el cual ocurre la lactancia analizada.
- Identificación única del animal y su padre.
- Identificación de la combinación número de lactancia-edad al parto.
- Año y mes de parto.
- Identificación correspondiente a la combinación del rodeo, año y estación de parto (RAE). Esta variable fue calculada durante la realización de la Evaluación Genética Nacional de la Raza Holando del año 1998.
- Producción de leche hasta los 305 días de lactancia. Las lactancias más largas fueron truncadas y las más cortas fueron proyectadas.
- El DEP (desvío esperado en la progenie), expresado en Kg de leche como desvío respecto a la media poblacional (con un valor asignado de "0"), para ese animal en la lactancia en control. Estos datos fueron obtenidos a partir de la Evaluación Genética Nacional para la Raza Holando del año 1998.

Para la elaboración del presente trabajo se crearon las siguientes variables:

- El intervalo interparto pasado, que corresponde al número de días entre la fecha del parto anterior y la del parto que da lugar a la lactancia en control.
- El intervalo interparto presente, que corresponde al número de días entre la fecha del parto que da lugar a la lactancia en control y la fecha de parto siguiente.

- El período seco previo, que corresponde al número de días entre la fecha de secado de la lactancia anterior o la fecha del último control más 15 días (en caso de que no tuvieran registro de fecha de secado) y la del parto de la lactancia en control.

Es importante destacar que para la realización del presente estudio sólo se tomaron en cuenta los valores de producción de leche a 305 días.

Para la realización del presente trabajo se utilizó un computador personal (PC) con un procesador Pentium y 32 Mb de memoria RAM.

3.2 METODOS

3.2.1 Control de calidad

El archivo inicial contenía 102.701 registros, los cuales fueron ingresados al programa SAS versión 6.11 para realizar los distintos análisis estadísticos. En esta etapa se realizó el control de calidad de los registros de manera de eliminar datos fuera de los rangos razonables.

Los criterios utilizados para eliminar registros fueron los siguientes:

- Lactancias no consideradas en la evaluación genética para la Raza Holando del año 1998.
- Lactancia N° 1 por no tener periodo seco e intervalo interparto pasado.
- Intervalos interpartos pasados, menores a 300 días y mayores a 579 días, considerando para largos de gestaciones normales (280 días) que el mínimo de intervalo parto-concepción fuese de unos 20 días. Para el caso de partos con abortos se considerarían de esta manera sólo abortos de gestación a término. Los 580 días como limite se fijaron mediante la observación de gráficas de dispersión (figura N° 3). Estos criterios son similares a los sugeridos por Funk et al, (1987); Sadek, y Freeman, (1992); Schaeffer y Henderson, (1972).
- Períodos secos menores a 1 día y mayores a 299 días, el máximo de 300 fue fijado observando gráficas de dispersión para dicha variable (Figura N° 5). Se buscó además usar criterios similares a los reportados en la bibliografía (Funk et al, 1987).
- Producción de leche a 305 días menor a 2.000 Kg.
- Edad al segundo parto menor a 36 meses, por haber muy bajo número de datos.
- Año de parto menor a 1989, por haber bajo número de datos.

Finalmente luego de esta selección quedaron 69.537 registros de 2° a 5° lactancias, ocurridas entre los años 1989 y 1997, pertenecientes a 40.739 vacas en 391 rodeos con los cuales se procedió a los distintos análisis estadísticos.

3.2.2 Análisis estadístico

Se utilizaron distintos modelos para analizar los efectos principales a estudiar y algunas interacciones de interés sobre la producción de leche a 305 días.

Se consideró conveniente para el análisis, la variable producción de leche a 305 días, ya que elimina parte del efecto del largo de lactancia (Alonso y Montes, 1989), aunque esto puede llevar a error sobre todo al extender lactancias.

Los efectos principales incluidos en los modelos fueron: rodeo, año de parto, estación de parto, combinación número de lactancia-edad al parto, período seco previo, intervalo interparto pasado y presente.

Los efectos principales período seco previo, intervalo interparto pasado y presente, fueron analizados como variables clasificadas tal como lo sugieren Funk et al, (1987); Sadek, y Freeman, (1992); Schaeffer y Henderson, (1972). Artagaveytia y Delafond, (1991), sugieren incluir la variable período seco como covariable lineal en el modelo. Mediante la observación de gráficas de dispersión se observó la no-existencia de una relación lineal entre producción de leche a 305 días con las variables período seco, intervalo interparto pasado y presente, lo cual sería un requisito fundamental para su correcta inclusión como covariable lineal (Steel y Torrie, 1985). La inclusión de términos de mayor grado (cuadrático, cubico, etc.) como covariables sería posible pero no solucionaría el problema, puesto que no se conoce de antemano la verdadera relación entre producción de leche a 305 días y las restantes variables. La clasificación permite identificar esta relación y verificar a posteriori la ecuación de mejor ajuste (polinómica o no). El agrupamiento de variables continuas en clases lleva inevitablemente a una pérdida de información. La formación de clases muy pequeñas reduce esta pérdida aunque la formación de clases muy desbalanceadas en el número de observaciones puede conducir a errores en los resultados de los análisis estadísticos.

La secuencia definitiva de modelos utilizados para el análisis fue la siguiente:

Modelo 1

Se comenzó utilizando un modelo básico que considera todos los efectos ampliamente reconocidos en el ámbito nacional e internacional, como importantes sobre la producción de leche a 305 días. Se adoptó la clasificación del efecto combinado número de lactancia-edad al parto utilizado por el modelo de evaluación aplicado en la evaluación genética Nacional de ganado Holando de 1998.

Se incluyeron las variables intervalo interparto pasado y período seco previo ya que está ampliamente reconocido su efecto. Otro aspecto importante es que para el uso de intervalo interparto pasado no se necesitan registros de lactancias terminadas. Este modelo fue utilizado como inicio en un proceso de perfeccionamiento, con el objetivo de buscar un mejor ajuste al modelo que explica la producción de leche a 305 días.

$$Y_{(ijklmno)} = \mu + R_{(i)} + A_{(j)} + M_{(k)} + LE_{(l)} + PS_{(m)} + IIP_{(n)} + e_{(ijklmno)}$$

$Y_{(ijklmno)}$	es el valor observado para producción de leche a 305 días en el rodeo i, año j, mes de parto k, combinación número de lactancia-edad al parto l, largo de período seco previo m, largo del intervalo interparto pasado n.
μ	es el valor de la media poblacional.
$R_{(i)}$	es el efecto fijo del rodeo i.
$A_{(j)}$	es el efecto fijo del año de parto j.
$M_{(k)}$	es el efecto fijo del mes de parto k.
$LE_{(l)}$	es el efecto fijo de la combinación número de lactancia-edad al parto l.
$PS_{(m)}$	es el efecto fijo del largo del periodo seco previo m.
$IIP_{(n)}$	es el efecto fijo del largo del intervalo interparto pasado n.
$e_{(ijklmno)}$	es el error experimental aleatorio o residuo de los factores no especificados en el modelo.

Modelo 2

$$Y_{(ijklmno)} = \mu + R_{(i)} + A_{(j)} + E_{(k)} + LE_{(l)} + PS_{(m)} + IIP_{(n)} + e_{(ijklmno)}$$

$Y_{(ijklmno)}$	es el valor observado para producción de leche a 305 días en el rodeo i, año j, estación de parto k, combinación número de lactancia-edad al parto l, largo de período seco previo m, largo del intervalo interparto pasado n.
μ	es el valor de la media poblacional.
$R_{(i)}$	es el efecto fijo del rodeo i.
$A_{(j)}$	es el efecto fijo del año de parto j.
$E_{(k)}$	es el efecto fijo de la estación de parto k.
$LE_{(l)}$	es el efecto fijo de la combinación número de lactancia-edad al parto l.
$PS_{(m)}$	es el efecto fijo del largo del periodo seco previo m.
$IIP_{(n)}$	es el efecto fijo del largo del intervalo interparto pasado n.
$e_{(ijklmno)}$	es el error experimental aleatorio o residuo de los factores no especificados en el modelo.

La variable estación de parto incluida en este modelo, es el resultado de la agrupación de los meses de parto según nivel productivo estimados con el modelo 1 (que no difieren estadísticamente entre sí a una $P < 0,01$), tal como se muestra en el cuadro N° 6 del apéndice.

El mismo procedimiento se utilizó para realizar el agrupamiento de las clases del efecto combinado número de lactancia-edad al parto (Cuadro N° 7 del apéndice).

Si bien el agrupamiento de clases implica cierta pérdida de información (a pesar de que no difieran estadísticamente), reduce el número de grados de libertad del efecto y simplifica la interpretación y aplicación práctica de los resultados. Además el agrupamiento de clases mejora el balance en el número de observaciones y la eficiencia de los análisis estadísticos.

El objetivo de este modelo fue evaluar los efectos principales luego del agrupamiento de clases realizado para las variables estación de parto y combinación número de lactancia-edad al parto.

Modelo 3

$$Y_{(ijklmno)} = \mu + R_{(i)} + A_{(j)} + E_{(k)} + LE_{(l)} + PS_{(m)} + IIP_{(n)} + A * IIP_{(jn)} + A * PS_{(jm)} + A * LE_{(jl)} + E * LE_{(kl)} + e_{(ijklmno)}$$

$Y_{(ijklmno)}$ es el valor observado para producción de leche a 305 días en el rodeo i, año j, estación de parto k, combinación número de lactancia-edad al parto l, largo de periodo seco previo m, largo del intervalo interparto pasado n.

μ es el valor de la media poblacional.

$R_{(i)}$ es el efecto fijo del rodeo i.

$A_{(j)}$ es el efecto fijo del año de parto j.

$E_{(k)}$ es el efecto fijo de la estación de parto k.

$LE_{(l)}$ es el efecto fijo de la combinación número de lactancia-edad al parto l.

$PS_{(m)}$ es el efecto fijo del largo del periodo seco previo m.

$IIP_{(n)}$ es el efecto fijo del largo del intervalo interparto pasado n.

$A * IIP_{(jn)}$ es el efecto fijo de la interacción año de parto j * largo del intervalo interparto pasado n.

$A * PS_{(jm)}$ es el efecto fijo de la interacción año de parto j * largo del periodo seco previo m.

$A * LE_{(jl)}$ es el efecto fijo de la interacción año de parto j * combinación número de lactancia-edad al parto l.

$E * LE_{(kl)}$	es el efecto fijo de la interacción estación de parto k * combinación número de lactancia-edad al parto l.
$e_{(ijklmo)}$	es el error experimental aleatorio o residuo de los factores no especificados en el modelo.

La inclusión de las interacciones con el efecto año de parto se propuso con el objetivo de verificar si los efectos Período seco previo, Intervalo interparto y combinación número de lactancia-edad al parto varían según el año de parto.

Carrau y Veronesi, (1991), no encontraron incidencia de la interacción edad x estación de parto sobre los parámetros productivos, aunque indican que para visualizar la importancia del efecto es necesario definir las estaciones de parto de acuerdo a los niveles productivos y no arbitrariamente como se realizó en el mencionado trabajo. Es por este motivo que en el presente trabajo se consideró importante su verificación, ya que las estaciones de parto fueron definidas por diferencias en los niveles productivos.

En este modelo no se pudieron probar interacciones que incluyeran el efecto principal rodeo por el alto número de grados de libertad de dicha variable, lo que supera la capacidad de memoria del computador.

Modelo 4

$$Y_{(ijklm)} = \mu + RAE_{(i)} + LE_{(j)} + PS_{(k)} + IIP_{(l)} + e_{(ijklm)}$$

$Y_{(ijklm)}$	es el valor observado para producción de leche a 305 días en el rodeo-año-estación i, número de lactancia-edad al parto j, largo de período seco previo k, largo del intervalo interparto pasado l.
μ	es el valor de la media poblacional.
$RAE_{(i)}$	es el efecto fijo por la combinación de rodeo-año-estación i.
$LE_{(j)}$	es el efecto fijo de la combinación número de lactancia-edad al parto j.
$PS_{(k)}$	es el efecto fijo del largo del período seco previo k.
$IIP_{(l)}$	es el efecto fijo del largo del intervalo interparto pasado l.
$e_{(ijklm)}$	es el error experimental aleatorio o residuo de los factores no especificados en el modelo.

El efecto RAE equivale a una combinación de tratamientos rodeo, año y estación de parto, la cual tiene la ventaja de incluir los efectos principales involucrados y todas las interacciones

posibles entre sí. Está ampliamente difundida la inclusión del efecto RAE en el ámbito internacional, y nacional en la evaluación genética para la raza Holando.

El mencionado efecto fue absorbido de manera de reducir los requerimientos de memoria (se reduce el tamaño de matriz) y posibilitar su inclusión en el análisis. Esta es una herramienta válida que permite el programa SAS utilizando el comando ABSORB. Dada la forma de cálculo, no es posible obtener medias de mínimos cuadrados para cada nivel de los efectos y sólo es posible obtener las diferencias entre las clases respecto a la última, manteniéndose los desvíos estándar de cada clase sin cambios.

Modelo 5

$$Y_{(ijklm)} = \mu + RAE_{(i)} + LE_{(j)} + PS_{(k)} + IIP_{(l)} + PS * IIP_{(kl)} + LE * PS_{(jk)} + LE * IIP_{(jl)} + e_{(ijklm)}$$

$Y_{(ijklm)}$	es el valor observado para producción de leche a 305 días en el rodeo-año-estación i, número de lactancia-edad al parto j, largo de período seco previo k, largo del intervalo interparto pasado l.
μ	es el valor de la media poblacional.
$RAE_{(i)}$	es el efecto fijo por la combinación de rodeo-año-estación i.
$LE_{(j)}$	es el efecto fijo de la combinación número de lactancia-edad al parto j.
$PS_{(k)}$	es el efecto fijo del largo del período seco previo k.
$IIP_{(l)}$	es el efecto fijo del largo del intervalo interparto pasado l.
$PS * IIP_{(kl)}$	es el efecto de la interacción largo del período seco previo k * largo del intervalo interparto pasado l.
$LE * PS_{(jk)}$	es el efecto de la interacción combinación número de lactancia-edad al parto j * largo del período seco previo k.
$LE * IIP_{(jl)}$	es el efecto de la interacción combinación número de lactancia-edad al parto j * largo del intervalo interparto pasado l.
$e_{(ijklm)}$	es el error experimental aleatorio o residuo de los factores no especificados en el modelo.

Se incluyeron las interacciones LE*PS y LE*IIP con motivo de verificar si los efectos período seco previo e intervalo interparto pasado varían según el número de lactancia como lo sugieren algunos trabajos internacionales mencionados en la revisión bibliográfica.

La interacción PS*IIP fue incluida de manera de verificar su significancia, dado que ha sido ampliamente reportada la alta asociación entre los mencionados efectos.

Para mejorar los resultados de los análisis estadísticos, se decidió eliminar las clases de la interacción período seco previo x intervalo interparto pasado con una frecuencia menor a 30 registros (1.709 registros eliminados) (Cuadro N° 11 del apéndice) y agrupar las clases 17 y 18 de período seco previo. De esta forma se eliminaron combinaciones que tenían un bajo número de observaciones, de manera de que el efecto de las interacciones no fuera alterado por un desbalance en el número de registros.

Modelo 6

$$Y_{(ijklmno)} = \mu + R_{(i)} + A_{(j)} + E_{(k)} + P_{(l)} + LE_{(m)} + PS_{(n)} + IIP_{(o)} + e_{(ijklmnop)}$$

$Y_{(ijklmnop)}$ es el valor observado para producción de leche a 305 días en el rodeo i, año j, estación de parto k, en la vaca hija del padre l, combinación número de lactancia-edad al parto m, largo de período seco previo n, largo del intervalo interparto pasado o.

μ es el valor de la media poblacional.

$R_{(i)}$ es el efecto fijo del rodeo i.

$A_{(j)}$ es el efecto fijo del año de parto j.

$E_{(k)}$ es el efecto fijo de la estación de parto k.

$P_{(l)}$ es el efecto aleatorio del padre l del animal cuya lactancia se estudia.

$LE_{(m)}$ es el efecto fijo de la combinación número de lactancia-edad al parto m.

$PS_{(n)}$ es el efecto fijo del largo del período seco previo n.

$IIP_{(o)}$ es el efecto fijo del largo del intervalo interparto pasado o.

$e_{(ijklmnop)}$ es el error experimental aleatorio o residuo de los factores no especificados en el modelo.

En este modelo se incluye el efecto aleatorio del padre, como modo de considerar en el modelo parte del efecto individual del animal, ya que considerar el efecto aleatorio individual en sí mismo no es posible por el alto número de grados de libertad asociados a la variable. Aún considerando sólo el efecto padre (sólo registros de lactancias de vacas con identificación de padre), se debe reducir el número de registros a analizar por las limitaciones de memoria del computador. Para la inclusión del efecto aleatorio del padre se debe utilizar el procedimiento MIXED de SAS, que permite la inclusión de efectos fijos y aleatorios simultáneamente (modelo

mixto). En este caso la herramienta ABSORB no puede ser utilizada, por lo que se incluyen los efectos principales rodeo, año de parto y estación de parto y no RAE.

A los 39.186 registros de lactancias que contaban con la identificación del padre se aplicaron los siguientes criterios para obtener distintas submuestras.

- Año de parto: se diferenciaron lactancias iniciadas con parto entre los años 1989 y 1994 de las iniciadas con un parto entre los años 1995 y 1997.
- Tipo de padre: se diferenciaron registros de lactancias de vacas cuyo padre es de pedigree nacional de las que no lo es.
- Origen de los registros: se diferenciaron los registros de origen ARU y de origen Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero.
- Número de hijas: se seleccionaron los registros de lactancias de vacas cuyo padre cuenta con más de 200 hijas en la base de datos.
- Origen del padre: se diferenciaron los registros de lactancias de vacas cuyo padre es importado de las que es nacional.

Modelo 7

En este modelo se consideraron todos los efectos principales a estudiar (se agrega intervalo interparto presente a los del modelo 4), en forma simultanea, lo cual disminuyó el número de registros de lactancias a sólo 29.293, dado que se consideran sólo animales que poseen al menos dos lactancias consecutivas registradas (es decir tres partos consecutivos). Para la definición de los rangos de la variable intervalo interparto presente se utilizaron los mismo criterios que los mencionados en la sección 3.2.1 para la variable intervalo interparto pasado (figuran N° 4).

$$Y_{(ijklmnop)} = \mu + RAE_{(i)} + LE_{(j)} + PS_{(k)} + IIP_{(l)} + IIPp_{(m)} + e_{(ijklmnop)}$$

$Y_{(ijklmnop)}$ es el valor observado para producción de leche a 305 días en el rodeo-año-estación i, número de lactancia-edad al parto j, largo de período seco previo k, largo del intervalo interparto pasado l, largo del intervalo interparto presente m.

μ es el valor de la media poblacional.

$RAE_{(i)}$ es el efecto fijo por la combinación de rodeo-año-estación i.

$LE_{(j)}$ es el efecto fijo de la combinación número de lactancia-edad al parto j.

$PS_{(k)}$ es el efecto fijo del largo del período seco previo k.

$IIP_{(l)}$	es el efecto fijo del largo del intervalo interparto pasado l.
$IIPp_{(m)}$	es el efecto fijo del largo del intervalo interparto presente m.
$e_{(ijklmn)}$	es el error experimental aleatorio o residuo de los factores no especificados en el modelo

En el presente modelo se consideró conveniente la inclusión simultanea de los efectos principales a estudiar (PS, IIP e IIPp), de manera de verificar el efecto del intervalo interparto presente, tal como lo sugieren Sadek y Freeman, (1989).

Los análisis de varianza presentados para los modelos 1, 2, 3 y 6 son de tipo III (presentación de SAS), el cual normalmente es llamado suma parcial de cuadrados. Por su forma de cálculo, los resultados no varían al cambiar el ordenamiento de los efectos en el modelo.

Para el caso de los modelos 4, 5 y 7 se presentan además, los análisis de varianza tipo I (presentación de SAS), en el cual, la suma de cuadrado de los efectos es calculada secuencialmente. Este se calcula como la diferencia en la disminución de la suma de cuadrados del error en la medida que cada efecto es tenido en cuenta en el modelo, y por lo tanto depende del ordenamiento de los efectos en el modelo. En este caso en que RAE es absorbido siempre es descontado primero.

A partir de los distintos modelos analizados, se presentan las medias y desvíos estándar para producción de leche a 305 días de los efectos de interés.

De manera de testar la desigualdad estadística de las medias de producción de leche para las principales variables evaluadas, se realizaron contrastes utilizando el comando CONTRAST de SAS el cual realiza una prueba t considerando desigualdad en el número de observaciones y de varianza entre clases.

En los cuadros N° 9, 10 y 11 se muestran las clasificaciones de las variables número de lactancia, edad al parto, periodo seco previo, intervalo interparto pasado y presente.

Cuadro N° 9 . Clases de número de lactancia, edad al parto y combinación de número de lactancia-edad al parto.

Edad (meses)	Numero de lactancia				
	1*	2	3	4	5
22-29	1*				
30-35	2*	6*			
36-41	3*	7			
42-47	4*	8			
48-53	5*	9	13		
54-59		10	14	19	
60-65		11	15	20	
66-71		12	16	21	
72-77			17	22	
78-93			18	23	25
94-180				24	26

* Clases eliminadas

Cuadro N° 10 . Clases de periodo seco previo.

Periodo seco (días)	Código
0-9	1
10-19	2
20-29	3
30-39	4
40-49	5
50-59	6
60-69	7
70-79	8
80-89	9
90-99	10
100-109	11
110-119	12
120-129	13
130-139	14
140-149	15
150-159	16
160-169	17
170-179	18
180-189 180-299	19

Cuadro N° 11 . Clases de Intervalo interparto pasado y presente.

Intervalo interparto	Código
300-309	1
310-319	2
320-329	3
330-339	4
340-349	5
350-359	6
360-369	7
370-379	8
380-389	9
390-399	10
400-409	11
410-419	12
420-429	13
430-439	14
440-449	15
450-459	16
460-469	17
470-479	18
480-489	19
490-499	20
500-509	21
510-519	22
520-529	23
530-539	24
540-549	25
550-559	26
560-569	27
570-579	28

3.2.3 Calculo de factores de corrección para intervalo interparto y periodo seco previo

En base a las medias de producción de leche a 305 días expresadas como desvíos respecto a la última clase, para cada nivel del efecto, extraídos de los modelos, se ajustaron curvas de regresión por el método de mínimos cuadrados con motivo de uniformizar la incidencia de los efectos principales evaluados sobre la variable dependiente (producción de leche a 305 días). Este ajuste se realizó mediante el procedimiento NLIN de SAS, buscando la curva de mejor ajuste para cada caso. La clase de referencia fijada fue la de 380-389 días de intervalo interparto (correspondiente a 100-109 días de intervalo parto-concepción, tal como lo sugiere la bibliografía revisada) y 50-59 días para periodo seco previo.

Existe un amplio consenso a nivel de la bibliografía internacional sobre la conveniencia de utilizar factores de ajuste multiplicativos, debido a que se ha reportado heterogeneidad de varianzas entre las clases de cada efecto. Se ha reportado que el efecto del intervalo interparto y periodo seco varían con el nivel productivo, por lo cual resulta más conveniente la utilización de factores de corrección multiplicativos (Erb et al, 1952; Laben et al, 1982).

En el presente estudio se probó heterogeneidad de varianzas entre clases para las variables intervalo interparto pasado y periodo seco previo, mediante el test de Bartlett (Steel y Torrie, 1985).

Los factores multiplicativos propiamente dichos, fueron calculados mediante la siguiente formula:

$$c_i = (\hat{\mu} + \hat{y}_m) / (\hat{\mu} + \hat{y}_i)$$

c_i = es el factor multiplicativo para la clase i.

$\hat{\mu}$ = es la estimación de la media poblacional para producción de leche a 305 días.

$\hat{y}_m$ = es el valor predicho por la curva de regresión ajustada correspondiente a la clase de referencia.

$\hat{y}_i$ = es el valor predicho por la curva de regresión ajustada correspondiente a la clase i.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Descripción de los datos utilizados

En las figuras N° 3, 4 y 5 se pueden observar diagramas de dispersión de producción de leche a 305 días en función del largo del intervalo interparto pasado, intervalo interparto presente y periodo seco previo respectivamente. Los datos presentados son promedios de las observaciones en producción de leche a 305 días, para cada día, sin corregir por ningún efecto ambiental. En base a la bibliografía y a la dispersión de los datos se definieron los rangos de estudio definitivo para cada una de estas variables.

En la figura N° 6, se muestra la asociación entre las variables largo del periodo seco previo y largo del intervalo interparto pasado.

Figura N° 3 .Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado (sin corregir por otros efectos ambientales).

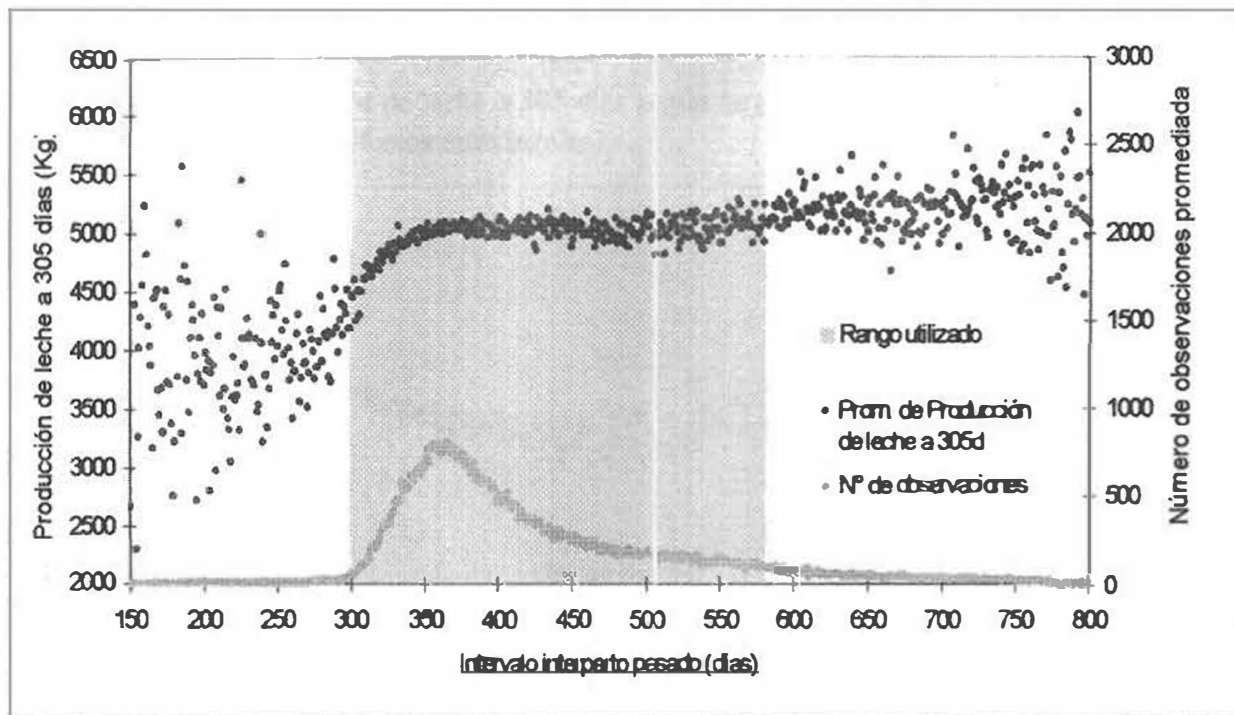


Figura N° 4 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto presente (sin corregir por otros efectos ambientales).

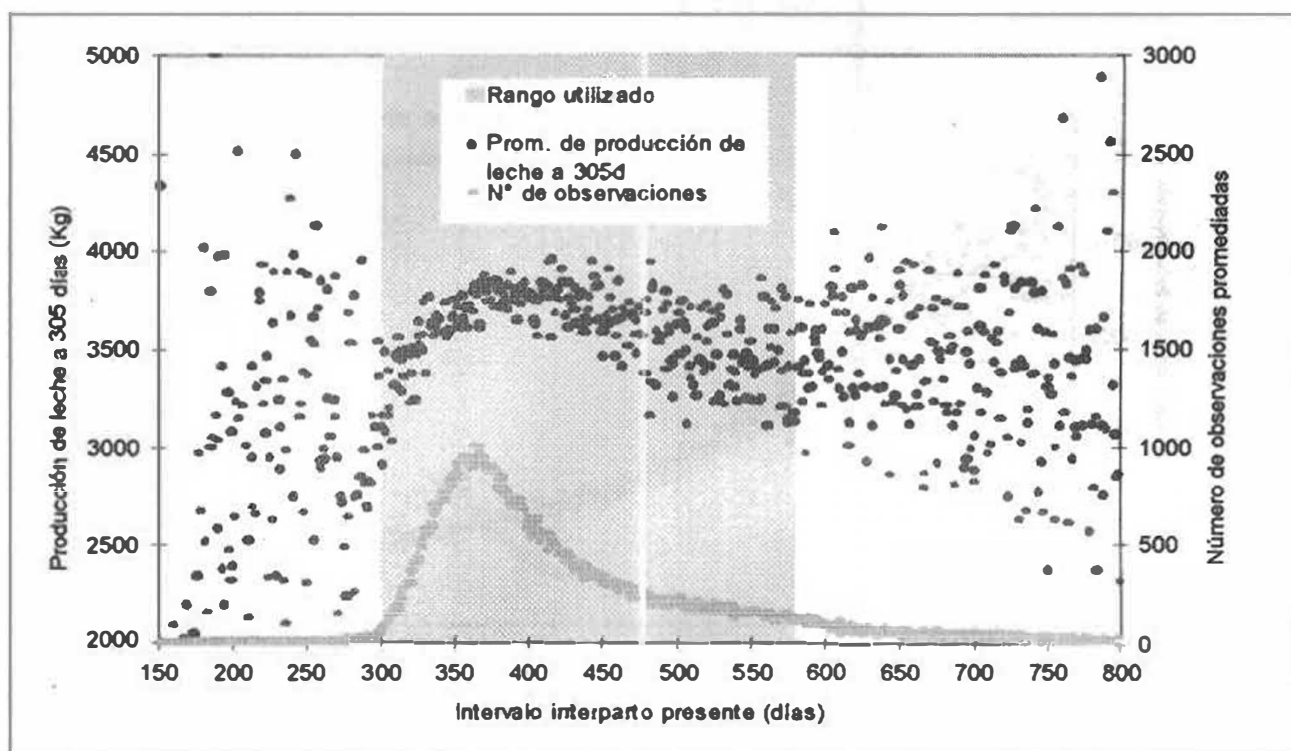


Figura N° 5 . Producción de leche a 305 días según largo del período seco previo (sin corregir por otros efectos ambientales).

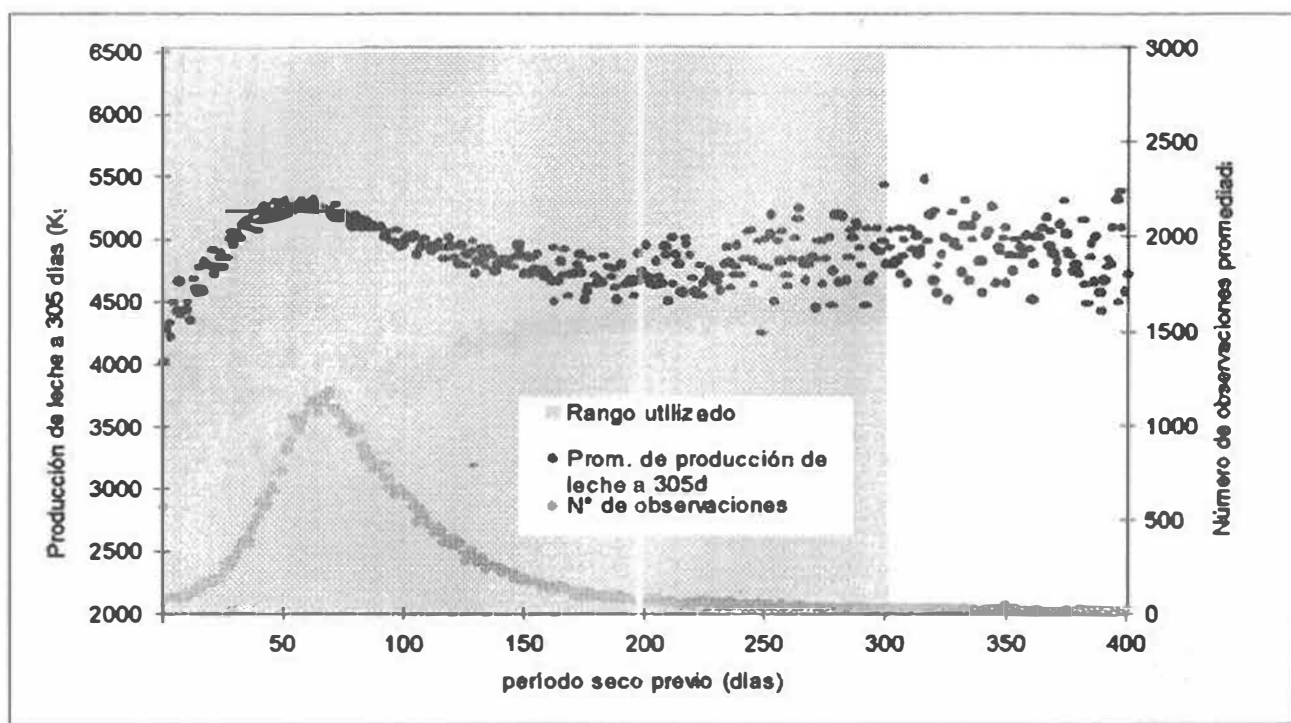
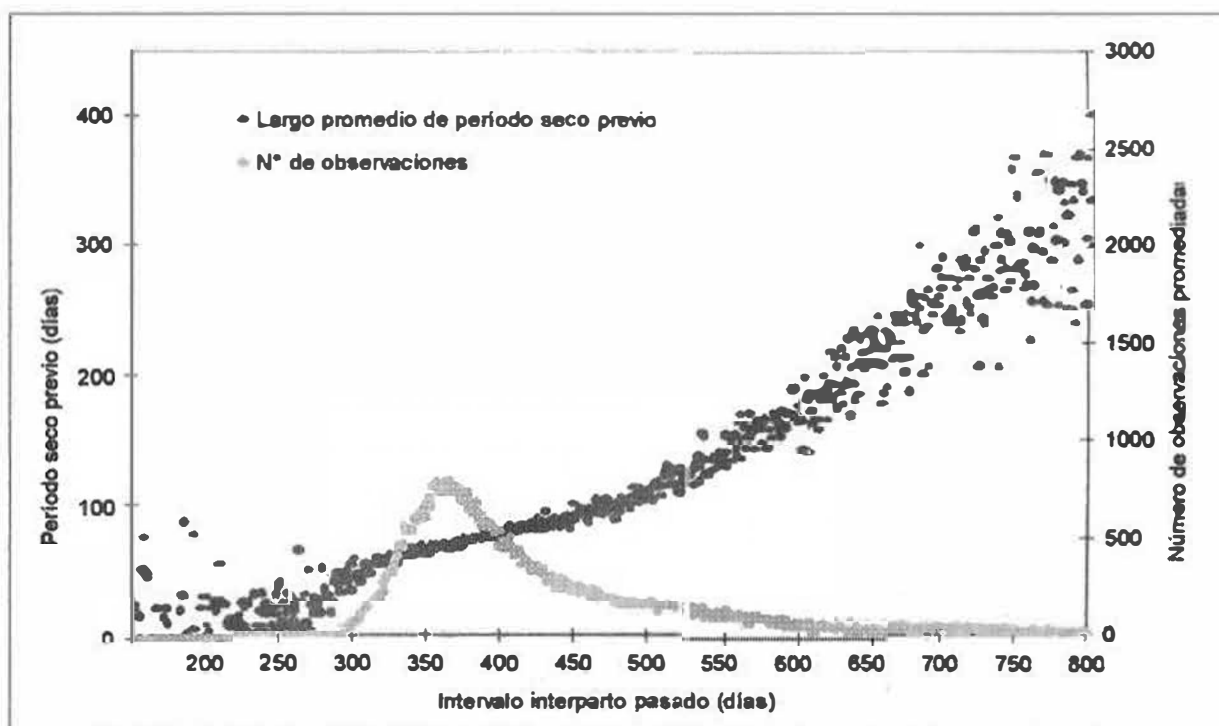


Figura N° 6 .Largo del período seco previo según el largo del intervalo interparto pasado (sin corregir por otros efectos ambientales).



En las figuras N° 7 y 8 se observa la distribución de los desvíos esperados en la progenie (DEP) en función del largo del intervalo interparto pasado y del período seco previo respectivamente.

Figura N° 7 .Desvíos esperados en la progenie según el largo del intervalo interparto pasado.

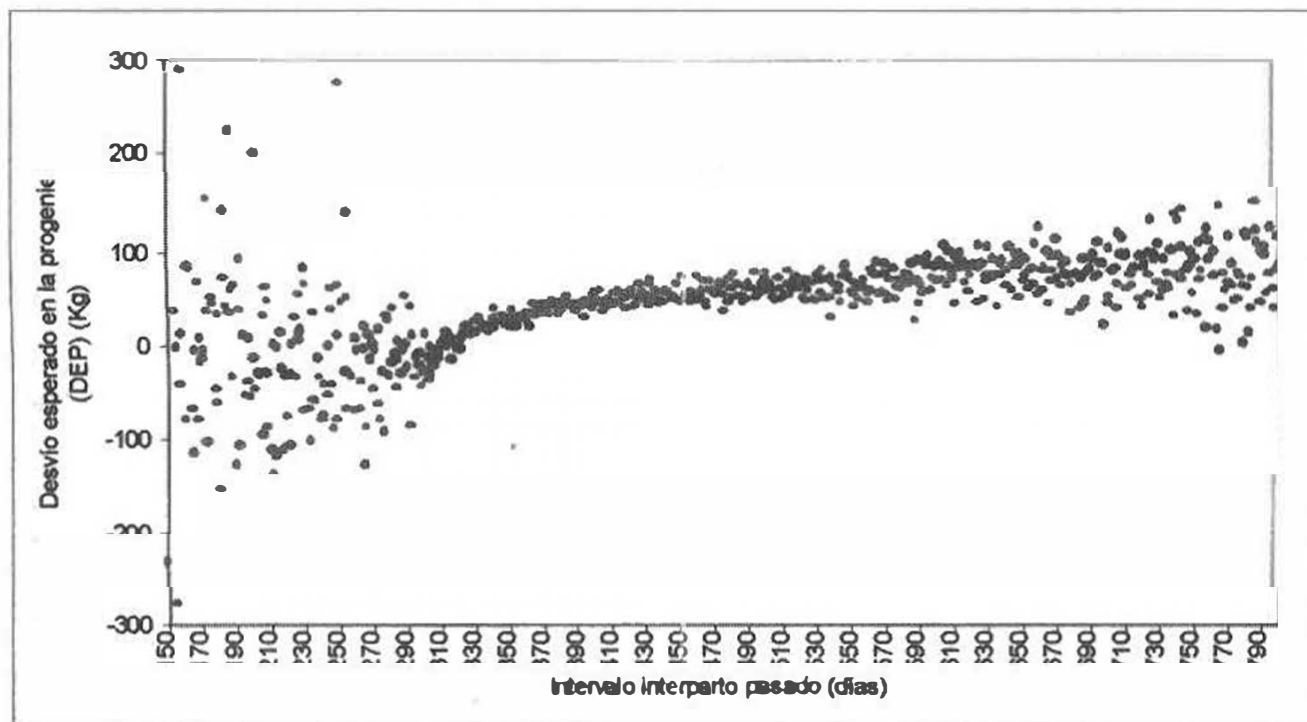
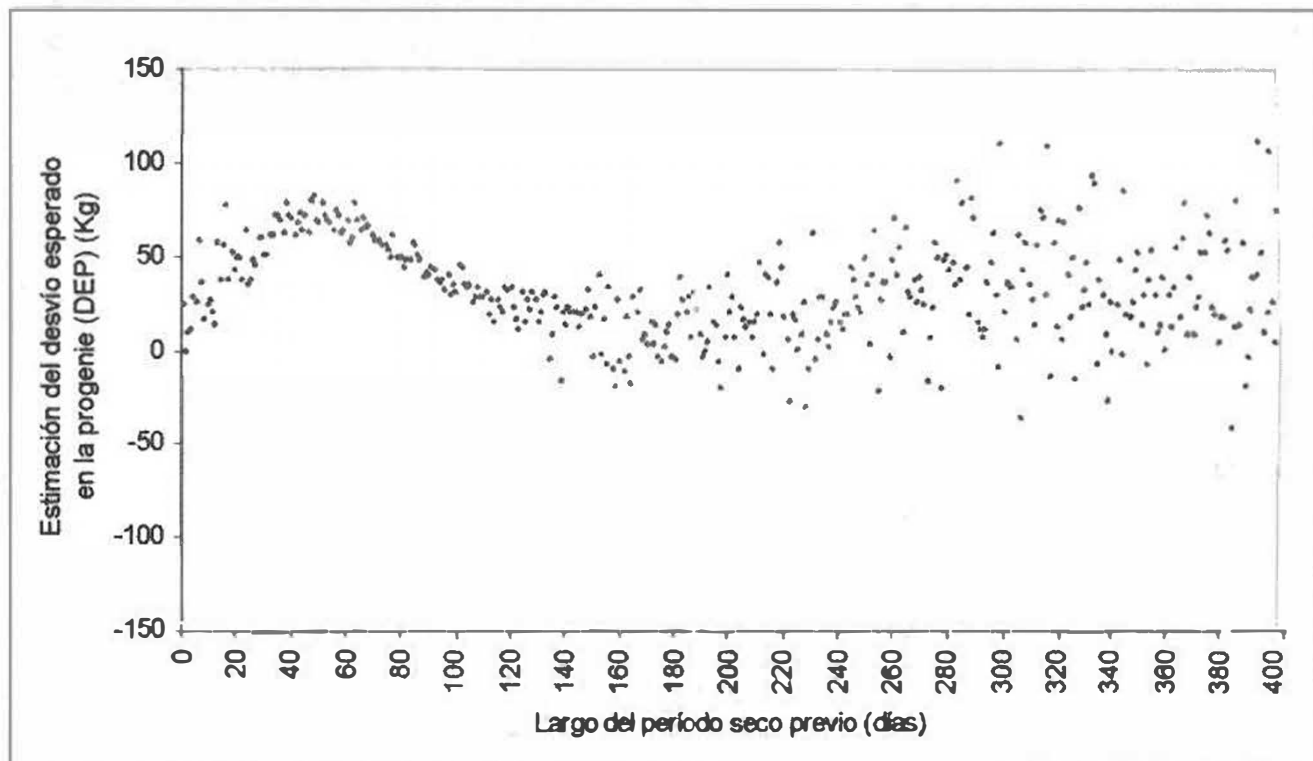


Figura N° 8 .Desvíos esperados en la progenie según el largo del período seco previo.



En el cuadro N° 12 se presentan los coeficientes de correlación fenotípica estimados entre las principales variables evaluadas. Por encima de la diagonal se presentan las correlaciones propiamente dichas y por debajo cada una de las probabilidades de que la estimación sea igual a cero ($H_0: \rho = 0$).

Cuadro N° 12 . Coeficientes de correlación fenotípica estimados (arriba de la diagonal) y su significación estadística (debajo de la diagonal).

	Período seco previo	Intervalo interparto pasado	Intervalo interparto presente	Producción de leche a 305 días	DEP para producción de leche a 305 días
Período seco previo	-	0,34357	0,04611	-0,13846	-0,15838
Intervalo interparto pasado	0,0001	-	0,12681	0,04394	0,10278
Intervalo interparto presente	0,0001	0,0001	-	0,00948	0,1167
Producción de leche a 305 días	0,0001	0,0001	0,092	-	0,6147
DEP para producción de leche a 305 días	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-

En el cuadro N° 13 se observan los valores de medias, desvíos estándar, máximos y mínimos para las distintas variables estudiadas de los 69.537 registros analizados, que fueron el resultado luego de utilizar todos los criterios de selección mencionados en el punto 3.2.1 de la sección Materiales y métodos.

Cuadro N° 13 . Medias de producción de leche, intervalo interparto y periodo seco.

Variable	N	Media	Desvío estándar	Mínimo	Máximo
Producción de leche a 305d	69.537	5.049,8	1.116,6	2.002	10.995
Intervalo interparto pasado	69.537	402,6	63,1	300	579
Periodo seco previo	69.537	86,6	46,2	1	299

Un 65,8% de las lactancias fueron extendidas a 305 días tal como se observa en el cuadro N° 14, lo que indica que en promedio el largo de lactancia es menor a los 305 días.

Cuadro N° 14 . Frecuencia de registros según largo de lactancia.

Largo de lactancia [#]	Frecuencia	Porcentaje
158	3274	4,7
188	4784	6,9
218	8061	11,6
248	13375	19,2
278	16252	23,4
298*	23790	34,2
Total	69.537	100

[#] Estos valores corresponden a los valores estándar más próximos a cada registro, a partir de los cuales se realizó la extensión a 305 días.

* Este valor corresponde al tiempo fijo del último control previo a los 305 días de producción, por lo tanto estas lactancias se consideran completas a 305 días. En esta clase están incluidas lactancias de mayor largo, de las que sólo se consideran los primeros 305 días de producción.

El cuadro N° 15 muestra que el 64% de los registros provienen del sistema de recolección de datos de la A.R.U. Es importante tener en cuenta que provienen de un sistema de control oficial y que están incluidos los registros de animales de pedigree o de hijas de padres de pedigree, lo cual podría implicar que parte de los animales tuvieron un manejo diferente buscando mayores producciones por lactancia (ej. retardar el servicio).

Cuadro N° 15 . Frecuencia de registros según origen de los datos.

ORIGEN	Frecuencia	Porcentaje
ARU	44.293	64%
Mej. Lechero	25.244	36%
Total	69.537	100%

En el cuadro N° 16 se detalla la frecuencia de registros según año de parto. El incremento observado a través de los años en el número de registros se debe fundamentalmente al aporte de registros provenientes del Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero.

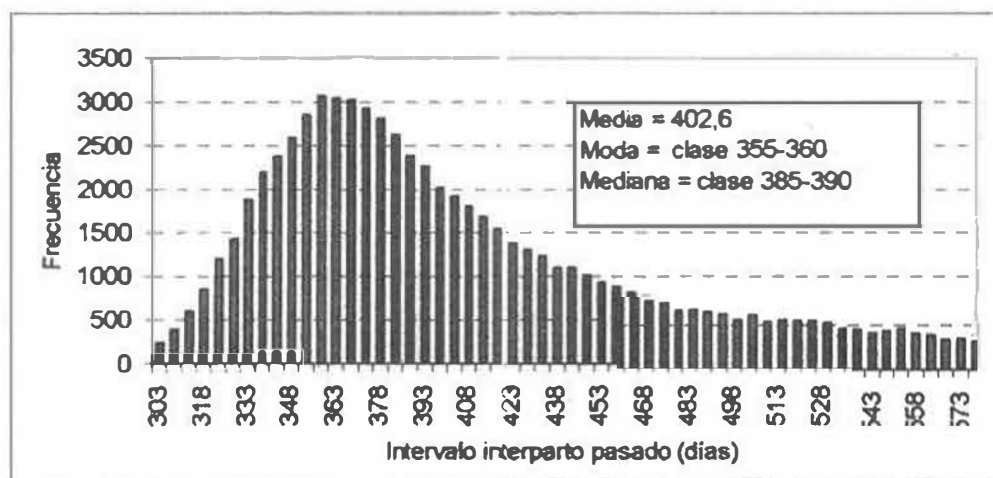
Cuadro N° 16 . Frecuencia de registros según año de parto.

Año de parto	Frecuencia	Porcentaje	Frec. Acumulada	Porcentaje Acumulado
1989	1.274	1,8%	1.274	1,8%
1990	2.116	3,0%	3.390	4,9%
1991	2.745	3,9%	6.135	8,8%
1992	4.234	6,1%	10.369	14,9%
1993	7.266	10,4%	17.635	25,4%
1994	10.782	15,5%	28.417	40,9%
1995	13.203	19,0%	41.620	59,9%
1996	16.432	23,6%	58.052	83,5%
1997	11.485	16,5%	69.537	100,0%

En las figuras N° 9 y 10 se observan los histogramas de frecuencias para las variables largo del intervalo interparto pasado y largo del periodo seco previo. Se presentan además la media, moda y mediana de las mencionadas variables.

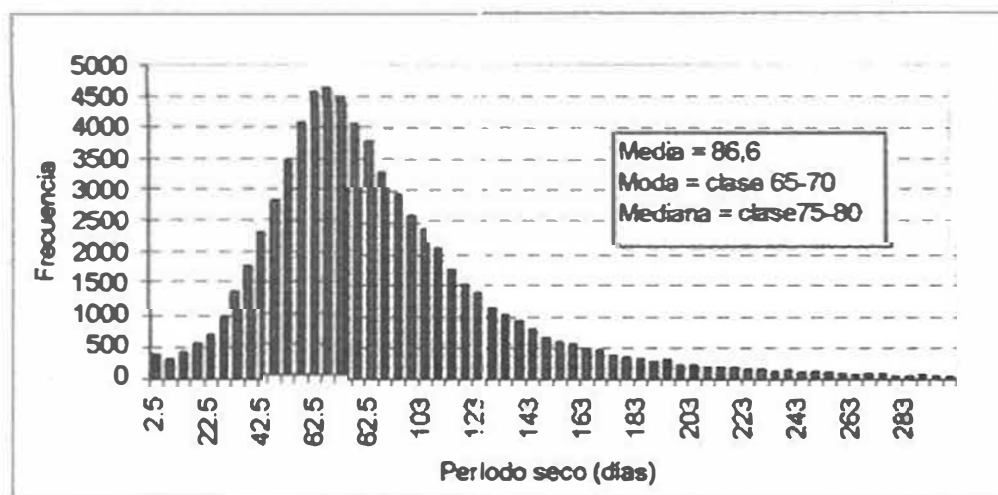
Para la variable producción de leche a 305 días se asumió una distribución normal, para la realización de los análisis estadísticos.

Figura N° 9 .Histograma de frecuencias para la variable intervalo interparto pasado.



Existe una alta concentración de los registros en torno al óptimo económico ampliamente mencionado en la bibliografía para la variable intervalo interparto pasado. Esto indica que existe conciencia en el ámbito productivo de la importancia de acortar el intervalo interparto para maximizar la producción en la vida productiva de los animales. Similares consideraciones se pueden realizar para la variable período seco previo.

Figura N° 10 .Histograma de frecuencias para la variable período seco previo.



Para el caso de las variables largo de intervalo interparto pasado y largo del período seco previo la distribución no es normal, lo cual se debe tener en cuenta al utilizar indicadores como media y desvío estándar.

4.1.2 Análisis de la varianza

Para el análisis de los datos, se realizaron análisis de varianza según los modelos detallados en la sección Materiales y Métodos. Se calculó en cada caso el porcentaje de variación asociado al efecto, como el cociente entre la suma de cuadrados del efecto y la suma de cuadrados total. Si bien este cociente no representa el verdadero porcentaje de variación asociado a cada efecto, este es un buen indicador de la importancia relativa de cada efecto. Debido a que los efectos no son completamente independientes, la suma de cuadrados no representa toda la variación ocasionada por cada efecto, indicando por lo tanto sólo una aproximación al porcentaje de variación total. Cabe destacar que para la interpretación de los porcentajes de la suma de cuadrados total para cada efecto y su significación, debe considerarse sólo la presentación Tipo III, ya que la Tipo I es presentada porque es la única forma de representar el efecto RAE.

A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada uno de los modelos estadísticos.

MODELO 1

Este modelo y la totalidad de los efectos considerados (rodeo, año de parto, mes de parto, combinación número de lactancia-edad al parto, largo del periodo seco previo, largo del intervalo interparto pasado) mostraron una influencia altamente significativa ($P < 0,01$) sobre la variable producción de leche a 305 días (Cuadro N° 17). En el cuadro N° 5 del apéndice, se encuentra información mas detallada de los análisis de varianza.

Cuadro N° 17 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 1.

Fuente de variación	Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo III)	
Rodeo	36,18%	***
Año de parto	3,84%	***
Mes de parto	0,72%	***
Combinación lactancia-edad	2,28%	***
Intervalo interparto pasado	1,37%	***
Periodo seco previo	1,98%	***
Modelo (R^2)	48,35%	***

*** $P < 0,001$

MODELO 2

Este modelo y la totalidad de los efectos principales (rodeo, año de parto, estación de parto, combinación número de lactancia-edad al parto, largo del periodo seco previo, largo del intervalo interparto pasado) mostraron una influencia altamente significativa ($P < 0,01$) sobre la variable producción de leche a 305 días (Cuadro N° 18). En el cuadro N° 8 del apéndice, se encuentra información mas detallada de los análisis de varianza.

Cuadro N° 18 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 2.

Fuente de variación	Porcentaje de la variación total	
Rodeo	36,62%	***
Año de parto	4,02%	***
Estación de parto	0,71%	***
Combinación lactancia-edad	2,22%	***
Intervalo interparto pasado	1,46%	***
Periodo seco previo	2,02%	***
Modelo (R^2)	48,28%	***

*** $P < 0,001$

MODELO 3

Este modelo y la totalidad de los efectos principales (rodeo, año de parto, estación de parto, combinación número de lactancia-edad al parto, largo del periodo seco previo, largo del intervalo interparto pasado) mostraron una influencia altamente significativa ($P < 0,01$) sobre la variable producción de leche a 305 días (Cuadro N° 19). En el cuadro N° 9 del apéndice, se encuentra información mas detallada de los análisis de varianza.

Cuadro N° 19 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 3.

Fuente de variación	Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo III)	
Rodeo	36,24%	***
Año de parto	1,06%	***
Estación de parto	0,28%	***
Combinación lactancia-edad	0,82%	***
Intervalo interparto pasado	0,78%	***
Periodo seco previo	1,00%	***
Año de parto x Intervalo interparto pasado	0,19%	*
Año de parto x Periodo seco previo	0,19%	***
Estación de parto x combinación lactancia-edad	0,03%	***
Año de parto x combinación lactancia-edad	0,02%	NS
Modelo (R^2)	48,73%	***

*** $P < 0,001$

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

NS = no significativo al 5 %

El efecto de las interacciones año de parto x intervalo interparto pasado y año de parto x combinación número de lactancia-edad al parto no fueron significativos al 1%. El efecto de las interacciones año de parto x periodo seco previo y estación de parto x combinación número de lactancia-edad al parto resultaron significativos ($p < 0,01$) (Cuadro N° 9 del apéndice). La inclusión de las interacciones mencionadas fue descartada para posteriores análisis ya que en el modelo 4 se incluye el efecto combinado RAE y no los efectos estación de parto y año de parto en forma individual.

MODELO 4

Al igual que los modelos anteriores, éste y los efectos principales analizados (rodeo-año-estación, largo del intervalo interparto pasado, largo del periodo seco previo y combinación número de lactancia-edad al parto) resultaron altamente significativos ($P < 0,01$) sobre producción de leche a 305 días (Cuadro N° 20). En el cuadro N° 10 del apéndice, se encuentra información más detallada de los análisis de varianza.

Cuadro N° 20 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 4.

Fuente de variación	Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo I)		Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo III)	
RAE	55,91%	***	-	
Combinación lactancia-edad	1,71%	***	1,91%	***
Intervalo interparto pasado	0,87%	***	1,48%	***
Periodo seco previo	1,93%	***	1,93%	***
Modelo (R^2)	60,42%	***	60,42%	***

*** $P < 0,001$

MODELO 5

Al igual que los modelos anteriores, éste y los efectos principales analizados (rodeo-año-estación, largo del intervalo interparto pasado, largo del periodo seco previo y combinación número de lactancia-edad al parto) resultaron altamente significativos ($P<0,01$) sobre producción de leche a 305 días (Cuadro N° 21). En el cuadro N° 12 del apéndice, se encuentra información más detallada de los análisis de varianza.

Cuadro N° 21 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 5.

Fuente de variación	Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo I)		Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo III)	
RAE	56,36%	***	-	
Combinación lactancia-edad	1,68%	***	0,79%	***
Intervalo interparto pasado	0,78%	***	0,49%	***
Periodo seco previo	1,81%	***	0,69%	***
Intervalo interparto pasado x Periodo seco previo	0,26%	NS	0,26%	NS
Intervalo interparto pasado x Combinación lactancia-edad	0,06%	NS	0,06%	NS
Periodo seco previo x combinación lactancia-edad	0,05%	*	0,05%	*
Modelo (R^2)	61,00%		-	

*** $P<0,001$

** $P<0,01$

* $P<0,05$

NS = no significativo al 5 %

Las interacciones intervalo interparto pasado x combinación número de lactancia-edad al parto, periodo seco previo x combinación número de lactancia-edad al parto e intervalo interparto pasado x periodo seco previo no resultaron significativas al 1% en el análisis de varianza tipo III, por lo que fueron descartadas en posteriores análisis. En el cuadro N° 12 del apéndice se pueden observar más detalles.

MODELO 6

El modelo y todos los efectos considerados (rodeo, año de parto, estación de parto, combinación número de lactancia-edad al parto, largo del intervalo interparto pasado, largo del periodo seco previo y padre), resultaron altamente significativos ($p<0,01$) sobre la variable producción de leche a 305 días, en todas las muestras analizadas. Se registraron pequeñas diferencias en los F según la muestra considerada, aunque no fueron de tal magnitud como para cambiar la significación (Cuadro N° 13 del apéndice).

MODELO 7

Este modelo resultó altamente significativo ($P < 0,01$) al igual que sus efectos rodeo-año-estación, largo del periodo seco previo, largo del intervalo interparto pasado y presente y combinación número de lactancia-edad al parto sobre la variable producción de leche a 305 días (Cuadro N° 22). En el cuadro N° 14 del apéndice, se encuentra información más detallada de los análisis de varianza.

Cuadro N° 22 . Resultados del análisis de varianza para el modelo 7.

Fuente de variación	Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo I)		Porcentaje de la suma de cuadrados total (Tipo III)	
RAE	61,82%	***	-	
Combinación lactancia-edad	1,90%	***	2,10%	***
Intervalo interparto pasado	0,83%	***	1,23%	***
Intervalo interparto presente	0,35%	***	0,32%	***
Periodo seco previo	1,39%	***	1,39%	***
Modelo (R^2)	66,29%	***	-	

*** $P < 0,001$

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

4.1.3 Efecto RAE

De este efecto combinado sólo se pueden analizar los resultados presentados en los análisis de varianza, ya que al usar ABSORB no se pueden obtener medias de los distintos niveles del efecto. Este efecto combinado resultó altamente significativo en todos los modelos testados, adjudicándose un alto porcentaje de la variación de la producción de leche a 305 días.

En las secciones siguientes se presentan los resultados de los efectos individuales obtenidos a partir de los modelos 1 y 2.

4.1.3.1 Efecto Rodeo

En el cuadro N° 23 se muestra la clasificación de los rodeos según su nivel productivo promedio. Si bien existe un amplio rango de producciones promedio, la mayor parte de los rodeos (51 %) y lactancias (48%) tienen niveles productivos medios (4000-4999 Kg), por lo que no se justificaría realizar un análisis separado para los animales en rodeos de alto y bajo nivel productivo.

El agrupamiento de rodeos según nivel productivo permite ver claramente la magnitud del efecto rodeo sobre la producción de leche a 305 días y por consiguiente las diferencias entre vacas de distintos rodeos.

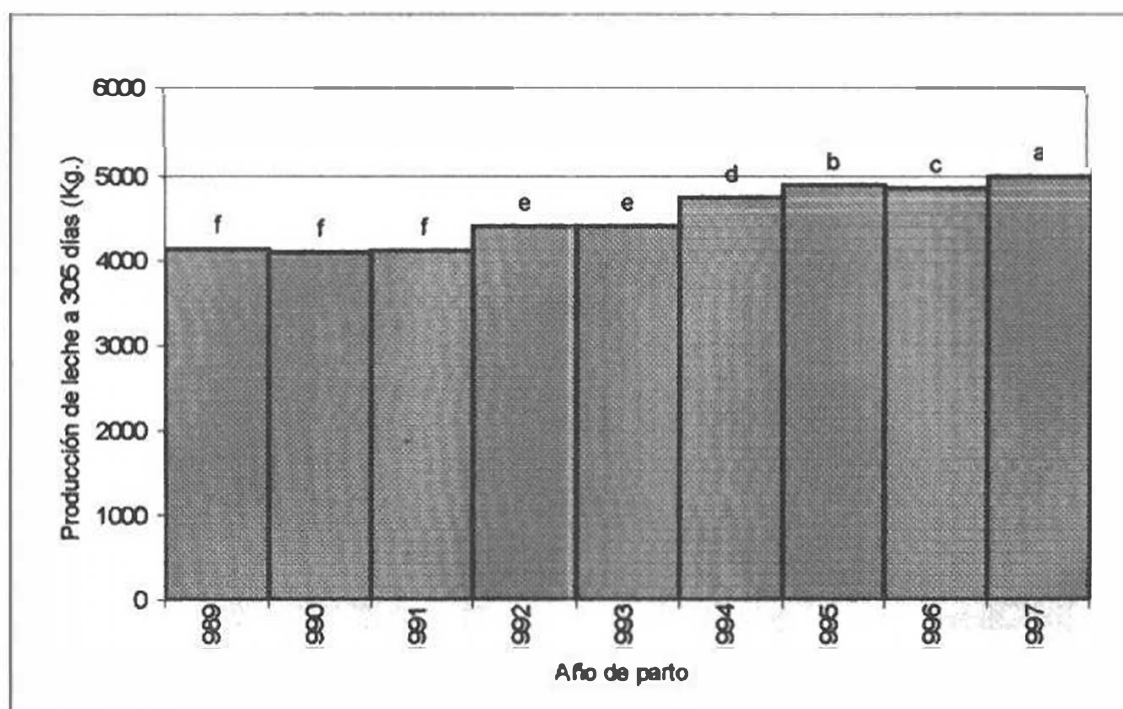
Cuadro N° 23 . Frecuencias de rodeos según estratos de nivel productivo.

Nivel productivo del rodeo (Kg)	Promedio de Producción de leche a 305 días	Desvío estándar	Numero de rodeos	Número de lactancias
2000-2999	2836	102	7	140
3000-3999	3596	279	90	11601
4000-4999	4532	264	200	33302
5000-5999	5371	254	83	22219
6000-6999	6345	271	9	2020
7000-7999	7451	283	2	254

4.1.3.2 Efecto Año de parto

En términos generales se puede observar un aumento sostenido a lo largo de los años en estudio (1989-1997) de la producción de leche por vaca. La variación en producción de leche a través de los años puede atribuirse entre otras cosas: a las mejoras tecnológicas que han producido un aumento general en el ámbito nacional, a la mejora genética, o a un cambio en la fuente de los registros utilizados. Esto último se debe a que a partir del año 1993 existe un aumento marcado año tras año, del número de animales controlados que provienen principalmente de nuevos rodeos que se incorporan al sistema (Cuadro N° 16).

Figura N° 11 .Producción de leche a 305 días promedio según año de parto.



4.1.3.3 Efecto Estación de parto

En el cuadro N° 24 se observan las medias de producción de leche según mes y estación de parto. Las estaciones de parto fueron definidas (modelo 2) a partir de los niveles productivos, según mes de parto (modelo 1). Del agrupamiento surgieron cinco “estaciones” de parto que difieren estadísticamente entre si (ver cuadro N° 6 del apéndice).

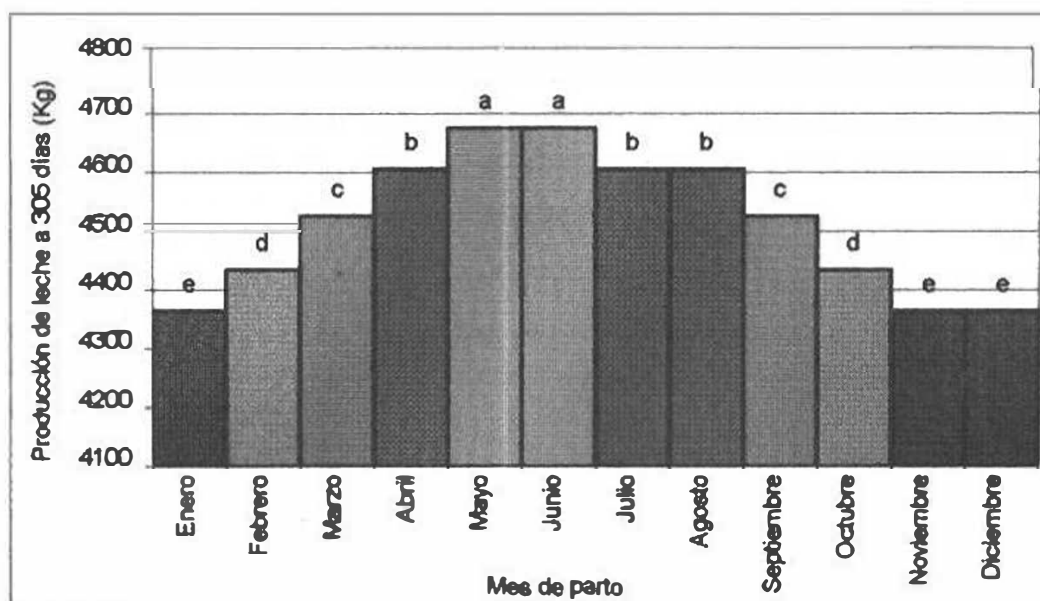
Cuadro N° 24 . Producción de leche a 305 días según mes de parto y estación de parto.

Mes de parto	Modelo 1		Estación	Modelo 2	
	Producción de leche a 305 días	Desvío estándar α		Producción de leche a 305 días	Desvío estándar α
Enero	4416	22,20	1	4364	13,83
Febrero	4513	18,26	2	4434	13,75
Marzo	4619	13,78	3	4526	12,54
Abril	4676	14,14	4	4605	12,22
Mayo	4763	14,44	5	4675	12,99
Junio	4754	15,31	5	4675	12,99
Julio	4715	15,97	4	4605	12,22
Agosto	4691	15,14	4	4605	12,22
Setiembre	4597	15,19	3	4526	12,54
Octubre	4523	15,34	2	4434	13,75
Noviembre	4452	16,86	1	4364	13,83
Diciembre	4465	18,82	1	4364	13,83

α Corresponde al desvío estándar de la estimación para cada clase.

En la figura N° 12 se observan los distintos agrupamientos de meses de parto en estaciones de parto con sus respectivos desvíos estándar. Las barras de igual color corresponden a la misma estación de parto (estaciones de parto formadas por meses en que la producción no difiere estadísticamente).

Figura N° 12 . Producción de leche a 305 días según estación de parto.



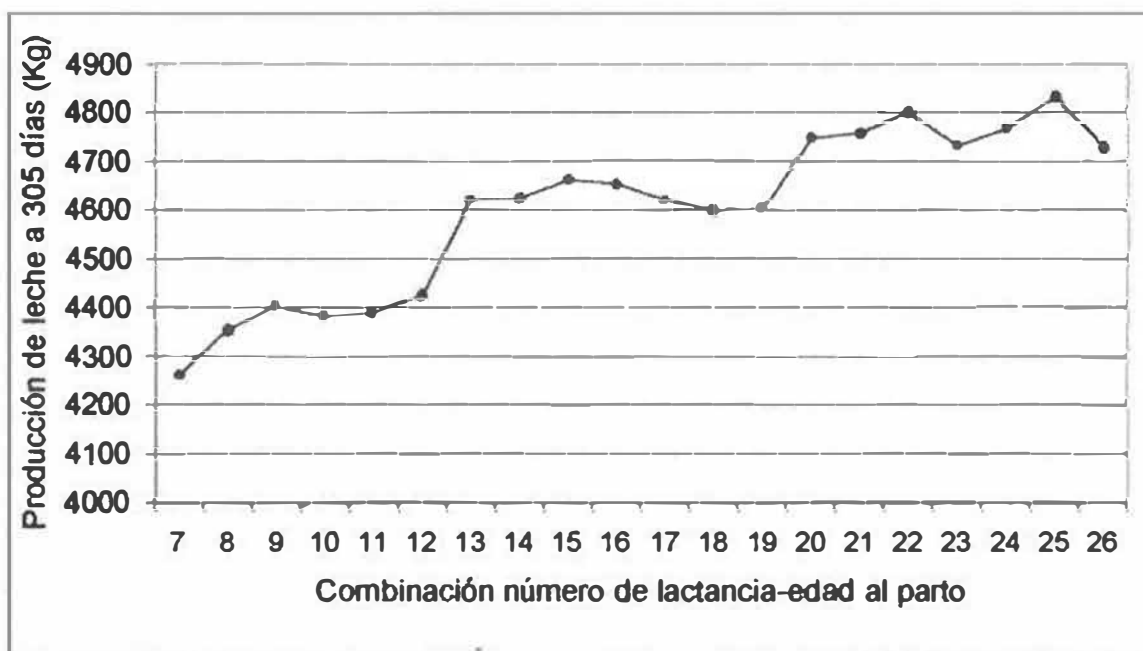
Como se observa los animales que paren en mayo y junio fueron los que tuvieron mayores producciones, siendo un 7,1% superior respecto a los que parieron en noviembre, diciembre y enero (estación de menor producción).

Los resultados indican que el efecto estación de parto debería ser analizado en cinco estaciones: 1 – Enero, Noviembre y Diciembre; 2 – Febrero y Octubre; 3 – Marzo y Setiembre; 4 – Abril, Julio y Agosto; 5 – Mayo y Junio.

4.1.4 Efecto combinado numero de lactancia-edad al parto

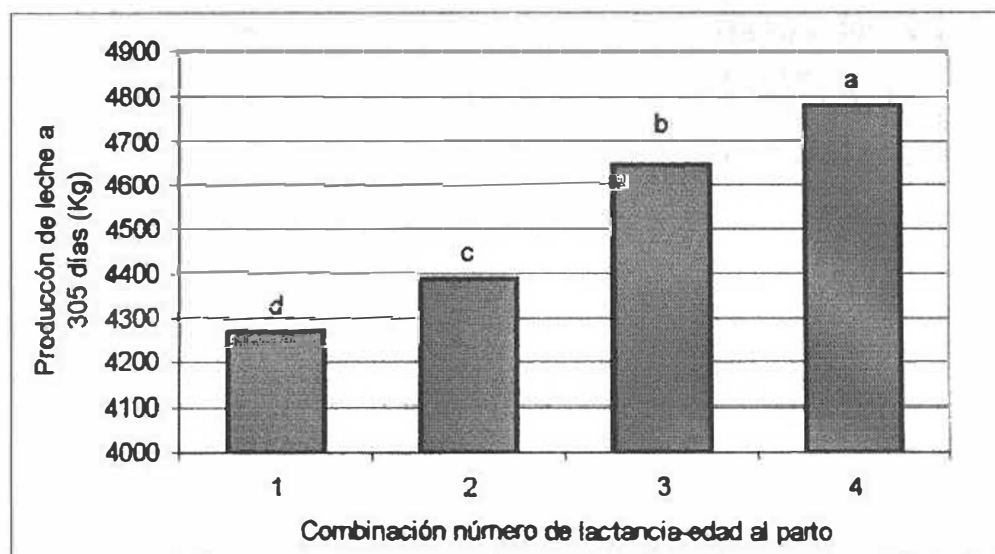
En la figura N° 13 se presentan los resultados de las medias de producción de leche a 305 días, obtenidas con el modelo 1 para las clases (sin agrupar) de combinación número de lactancia-edad al parto. Se puede observar que existe un incremento en producción de leche a medida que aumenta la edad y el número de lactancias. El aumento en el número de lactancia provoca aumentos en producción de leche hasta la 4 lactancia.

Figura N° 13. Producción de leche a 305 días según clases de combinación número de lactancia-edad al parto.



En la figura N° 14 se observan las medias de producción de leche a 305 días (resultado del modelo 2) considerando el agrupamiento realizado a partir del modelo 1 para el efecto combinado número de lactancia-edad al parto.

Figura N° 14 .Producción de leche a 305 días según clases de combinación número de lactancia-edad al parto (agrupadas).



En la figura N° 14 se puede observar que hay un aumento de producción al cambiar de clase, el cual esta más relacionado al cambio del número de lactancia que de edad al parto, tal como se puede observar en la figura N° 13.

4.1.5 Efecto del periodo seco

En el cuadro N° 25 se presentan las medias de producción de leche a 305 días y sus desvíos estándar obtenidas de los modelos 2, 4 y 7. Se presentan los resultados de estos modelos para poder comparar las diferencias al absorber el efecto RAE y al incluir el efecto del intervalo interparto presente. Además se presentan los resultados de la comparación de medias.

Cuadro N° 25 . Medias de producción de leche a 305 días según clases de periodo seco previo para los modelos 2, 4 y 7.

Periodo seco previo	Modelo 2			Modelo 4			Modelo 7		
	Producción de leche a 305 días		Desvío estándar α	Producción de leche a 305 días *		Desvío estándar α	Producción de leche a 305 días *		Desvío estándar α
0-9	4194	l [#]	32,70	-21,39	kl [#]	33,06	-39,92	h [#]	53,42
10-19	4421	hi	28,27	203,97	hi	29,06	137,77	fg	44,57
20-29	4520	fg	22,65	297,57	g	24,04	231,46	ef	36,09
30-39	4683	cd	18,25	482,58	d	20,31	421,00	bc	30,54
40-49	4769	b	15,77	570,08	bc	18,24	505,14	a	27,71
50-59	4808	a	14,34	608,34	a	17,08	514,34	a	26,03
60-69	4815	a	13,72	601,92	ab	16,56	487,37	a	25,24
70-79	4759	b	13,88	544,37	c	16,65	469,32	ab	25,29
80-89	4718	c	14,39	487,39	d	16,95	408,39	c	25,76
90-99	4637	d	15,10	408,15	e	17,47	337,23	d	26,48
100-109	4592	e	15,89	364,02	f	18,09	294,21	de	27,33
110-119	4547	ef	17,55	298,58	g	19,35	235,04	ef	29,37
120-129	4487	gh	19,12	249,17	gh	20,64	234,90	ef	30,93
130-139	4445	hi	20,91	193,36	h	22,22	118,11	g	33,95
140-149	4391	ij	23,38	124,39	ij	24,34	78,67	gh	36,74
150-159	4328	jk	25,94	74,04	jk	26,43	54,06	gh	40,44
160-169	4284	kl	28,37	31,02	kl	28,47	-10,41	h	43,50
170-179	4249	kl	31,92	18,51	kl	31,77	-1,18	gh	49,21
>180	4248	l	17,24	0,00	l	.	0,00	h	.

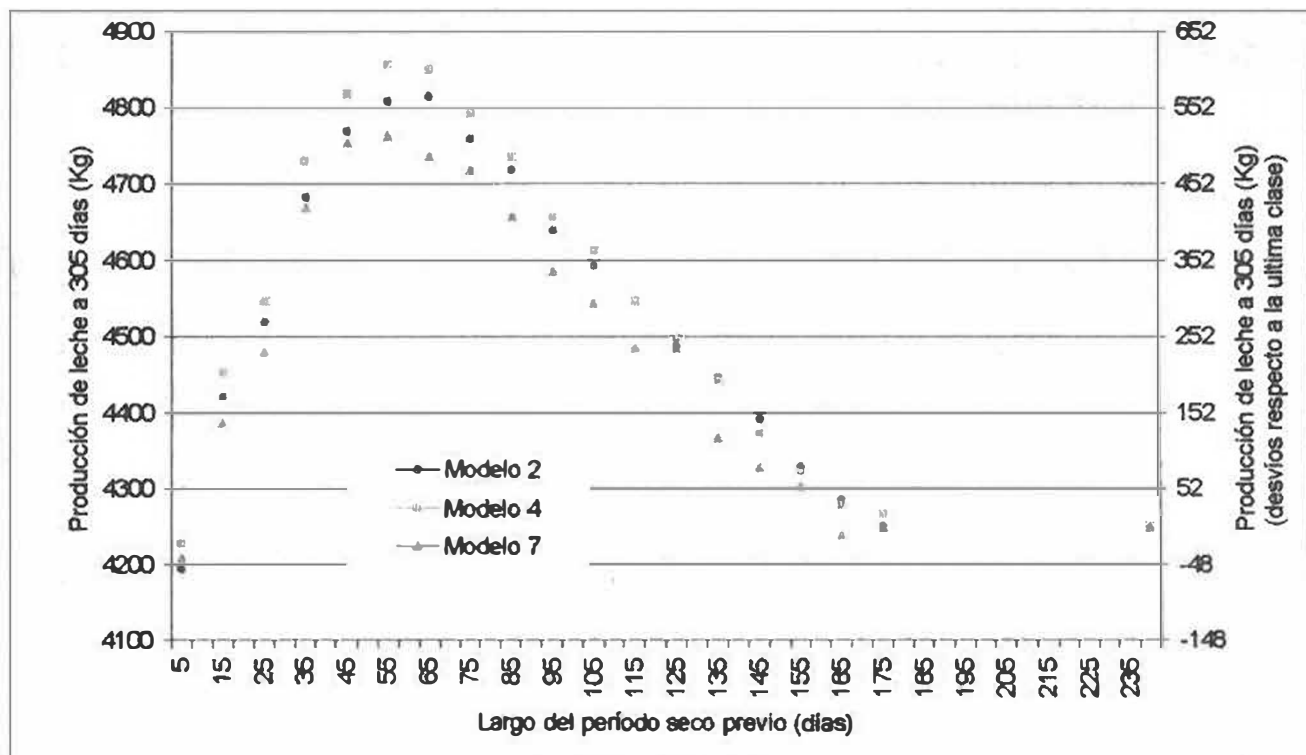
*Desvíos respecto a la última clase

Las medias con igual letra no difieren estadísticamente ($P < 0,01$)

α Corresponde al desvío estándar de la estimación para cada clase.

En la figura N° 15 se presentan los resultados del cuadro N° 25. A los efectos de poder interpretar los resultados, se utilizaron escalas iguales en ambos ejes y se hicieron coincidir los puntos correspondientes a la última clase. Aquí se puede observar que existe una disminución del efecto del periodo seco previo al incluir el efecto del intervalo interparto presente en el modelo 7 con respecto a los resultados del modelo 4, pero en cambio no existen grandes variaciones en los resultados al incluir el efecto RAE (modelo 4) con respecto a los resultados del modelo 2.

Figura N° 15 .Producción de leche a 305 días según largo del período seco previo(modelos 2, 4 y 7).

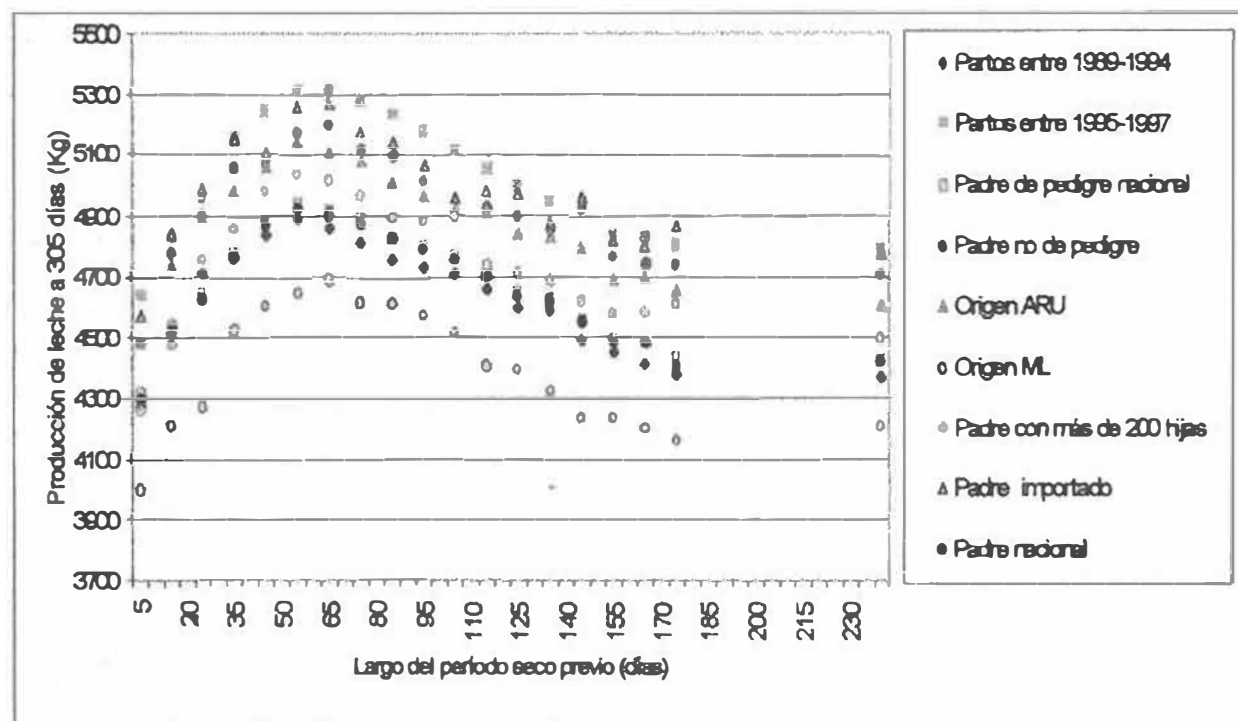


En el cuadro N° 26 y la figura N° 16 se presentan los resultados obtenidos del modelo mixto 6. Se puede constatar en todos los casos que existe una tendencia similar de las medias de producción de leche según largo del período seco previo, existiendo diferencias en el nivel productivo de cada muestra. Las medias de producción de leche según las distintas clases de período seco previo fueron mayores, para las lactancias iniciadas con un parto entre los años 1995 y 1997 con respecto a las iniciadas entre los años 1989 y 1994; para las lactancias de vacas cuyos padres no son de pedigree nacional vs. lactancias de vacas cuyos padres son de pedigree nacional; para registros de origen ARU vs. Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero; para lactancias de vacas cuyos padres son importados vs. nacional. Las lactancias de vacas cuyos padres son de pedigree tienen similares medias de producción a las lactancias de vacas cuyo padre es de origen nacional. Las lactancias de vacas cuyos padres cuentan con más de 200 hijas en la base de datos presentan medias de producción intermedias.

Cuadro N° 26 . Medias de producción de leche a 305 días y desvíos estándar de cada estimación según largo del periodo seco previo para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.

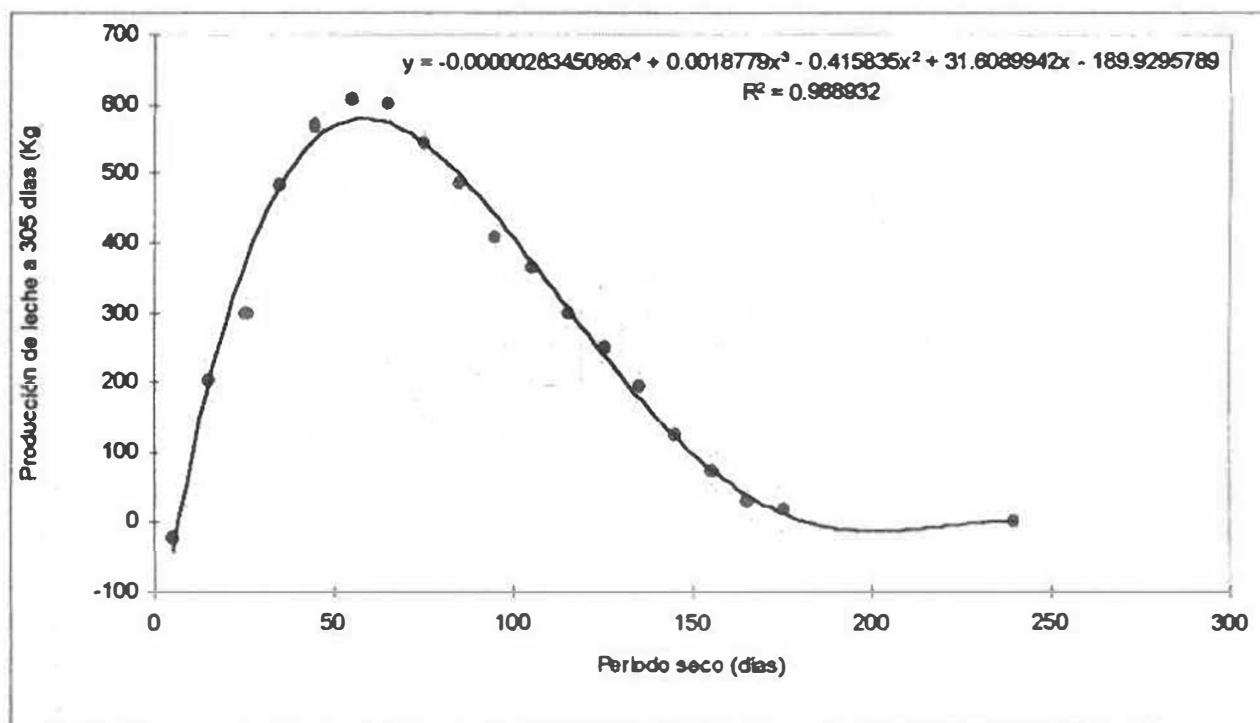
Periodo seco previo	Partos entre 1989-1994		Partos entre 1995-1997		Padre de pedigree		Padre no de pedigree		Origen ARU		Origen ML		Padre con más de 200 hijas		Padre importado		Padre nacional	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
0-9	4273	67	4636	58	4315	52	4480	96	4482	57	4004	78	4258	122	4573	107	4295	50
10-19	4539	58	4824	50	4535	46	4782	79	4742	49	4213	70	4476	111	4842	90	4523	44
20-29	4712	48	4953	41	4646	38	4905	70	4900	41	4273	59	4757	103	4991	82	4628	36
30-39	4762	41	5157	33	4781	33	5063	57	4984	35	4528	51	4856	98	5149	68	4765	31
40-49	4837	37	5252	29	4879	30	5065	51	5063	32	4603	47	4978	95	5102	61	4872	28
50-59	4893	35	5312	27	4939	28	5176	48	5147	31	4646	44	5035	94	5258	58	4922	27
60-69	4859	34	5318	26	4919	28	5198	47	5108	30	4690	43	5024	93	5267	57	4908	26
70-79	4818	34	5279	27	4894	28	5118	48	5080	30	4621	44	4970	93	5176	58	4879	26
80-89	4760	35	5234	28	4832	28	5095	49	5008	31	4616	45	4892	94	5139	59	4824	27
90-99	4734	36	5183	29	4804	29	5014	52	4965	32	4571	46	4885	94	5064	64	4790	27
100-109	4714	37	5114	31	4775	30	4910	54	4928	33	4516	48	4902	95	4962	66	4757	28
110-119	4657	38	5056	33	4712	31	4931	58	4914	34	4407	50	4741	97	4984	71	4700	30
120-129	4602	41	5001	37	4655	34	4900	64	4845	37	4391	54	4715	99	4977	76	4639	32
130-139	4595	43	4949	41	4633	36	4853	68	4834	39	4322	57	4689	101	4880	82	4626	34
140-149	4493	47	4944	46	4557	38	4923	78	4795	42	4232	64	4623	105	4959	92	4553	37
150-159	4455	51	4838	49	4497	41	4762	89	4688	45	4233	67	4578	106	4820	105	4485	39
160-169	4413	55	4830	52	4490	44	4748	89	4698	48	4198	74	4585	112	4805	106	4479	42
170-179	4379	60	4807	63	4434	51	4744	98	4655	55	4161	80	4610	118	4866	114	4410	49
>180	4372	38	4791	34	4426	32	4709	59	4607	34	4208	52	4501	97	4777	70	4417	30

Figura N° 16 .Producción de leche a 305 dias según largo del periodo seco previo para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.



En la figura N° 17 se presentan las medias de producción de leche según período seco previo obtenidas del modelo 4. Además se presenta la curva de mejor ajuste (polinomio de cuarto grado) por método de mínimos cuadrados obtenida mediante el procedimiento NLIN de SAS. El ajuste de la curva se expresa a través del coeficiente de determinación ($R^2 = 0,99$). El ajuste de esta curva suaviza la tendencia observada de los puntos en la gráfica.

Figura N° 17 . Producción de leche a 305 días según largo del periodo seco previo obtenida a partir del modelo 4 (medias y desvíos estándar de cada estimación).



En el cuadro N° 27 se presentan los factores de corrección para la variable período seco previo. La máxima variación existente entre los factores propuestos es de un 14% con respecto a la media de producción de leche a 305 para la clase comprendida entre los 50 y 59 días. Es importante destacar que existiría un largo óptimo de período seco previo entre los 40 y los 69 días en que las medias de producción de leche varían menos de 1%.

Cuadro N° 27 . Factores de corrección multiplicativos según clases de período seco previo.

Clases de período seco previo	Factores de corrección multiplicativos
0-9	1,14
10-19	1,08
20-29	1,04
30-39	1,02
40-49	1,01
50-59	1,00
60-69	1,00
70-79	1,01
80-89	1,02
90-99	1,03
100-109	1,04
110-119	1,06
120-129	1,07
130-139	1,09
140-149	1,10
150-159	1,11
160-169	1,12
170-179	1,13
>180	1,13

Los resultados sugieren que el efecto período seco previo es consistente, mostrando una tendencia similar en todos los análisis realizados. Existe un largo óptimo de período seco previo en la clase de 50 a 59 días, aunque no difiere significativamente con la clase de 60 a 69 días. Los períodos secos menores a 50 días se asocian con un descenso marcado en la producción, en cambio para el caso de períodos secos mayores a 59 días el descenso en producción es menos marcado.

4.1.6 Efecto del intervalo interparto

En el cuadro N° 28 se presentan las medias de producción de leche a 305 días y sus desvíos estándar obtenidas de los modelos 2, 4 y 7 para la variable intervalo interparto pasado, y del modelo 7 para la variable intervalo interparto presente. Se presentan los resultados de los modelos 2, 4 y 7 para poder comparar las diferencias al absorber el efecto RAE y al incluir el efecto del intervalo interparto presente además del efecto del intervalo interparto pasado. Se presentan además los resultados de los contrastes entre las medias de producción de leche según intervalo interparto pasado e intervalo interparto presente obtenidas de los modelos 2, 4 y 7.

Cuadro N° 28 . Medias de producción de leche a 305 días según clases de intervalo interparto pasado y presente.

	Intervalo interparto pasado									Intervalo interparto presente		
	Modelo 2			Modelo 4			Modelo 7			Modelo 7		
	Producción de leche a 305 días		Desvío estándar α	Producción de leche a 305 días *		Desvío estándar α	Producción de leche a 305 días *		Desvío estándar α	Producción de leche a 305 días *		Desvío estándar α
300-309	4088	q [#]	34,04	-756,3	q [#]	43,22	-625,9	m [#]	63,37	-244,2	hi [#]	67,35
310-319	4186	pq	23,65	-635,8	p	36,26	-584,6	m	53,31	-247,2	i	58,35
320-329	4227	op	18,95	-616,2	op	33,52	-569,5	m	49,25	-193,6	hi	55,34
330-339	4265	no	16,54	-572,6	no	32,25	-513,5	lm	47,49	-222,6	i	53,74
340-349	4296	mn	15,63	-551,4	n	31,80	-511,9	lm	46,77	-164,6	fgh	53,19
350-359	4330	lm	14,93	-505,9	m	31,44	-468,8	kl	46,20	-167,0	ghi	52,81
360-369	4360	l	14,85	-478,5	lm	31,38	-448,5	k	46,12	-177,0	hi	52,74
370-379	4399	k	15,06	-446,5	l	31,44	-392,1	j	46,30	-146,7	efgh	52,84
380-389	4424	k	15,60	-396,6	k	31,61	-360,5	ij	46,56	-102,3	cde	53,23
390-399	4433	jk	16,29	-387,7	k	31,96	-353,1	hij	46,93	-109,2	def	53,68
400-409	4472	ij	16,93	-337,8	j	32,24	-316,6	ghi	47,26	-61,9	abcd	54,22
410-419	4511	hi	17,72	-300,9	ij	32,60	-265,3	fg	48,06	-79,8	bcd	54,70
420-429	4493	hi	18,86	-307,8	ij	33,17	-257,2	fg	48,96	-32,1	abc	55,72
430-439	4537	gh	19,83	-266,2	ghi	33,67	-259,2	fg	49,92	-32,0	abcd	56,75
440-449	4540	gh	20,55	-279,7	hi	34,01	-275,3	fgh	50,14	-8,5	ab	57,02
450-459	4585	fg	21,76	-235,7	fgh	34,74	-195,7	ef	51,56	-15,7	ab	58,59
460-469	4593	efg	22,86	-225,0	efgh	35,21	-201,8	ef	52,19	-7,4	ab	58,91
470-479	4586	fg	23,94	-203,7	efg	35,89	-178,4	def	52,85	-56,7	abcde	60,87
480-489	4642	def	24,59	-161,9	de	36,24	-153,7	cde	53,27	34,8	a	61,81
490-499	4638	def	25,76	-169,9	def	36,96	-134,9	bcde	55,81	17,1	ab	62,21
500-509	4688	cd	26,01	-101,8	cd	37,01	-66,5	bcd	55,28	-39,4	abcd	62,67
510-519	4674	cde	26,62	-111,4	cd	37,35	-116,4	bcde	55,47	-8,1	abcd	63,47
520-529	4679	cd	26,83	-113,6	cd	37,47	-122,6	bcde	56,27	7,2	abc	64,42
530-539	4753	bc	28,99	-67,5	bc	38,77	-58,2	abcd	58,11	-58,3	abcdefg	65,27
540-549	4740	bc	29,90	-38,6	abc	39,35	-2,3	ab	58,98	-5,4	abcd	67,38
550-559	4765	bc	29,71	-43,8	bc	39,19	-37,3	abc	59,74	-40,5	abcde	65,32
560-569	4873	a	32,21	55,5	a	40,85	84,5	a	61,97	-29,8	abcde	69,22
570-579	4804	ab	33,03	0,0	ab	.	0,0	ab	.	0,0	abcd	.

* Desvío respecto a la última clase

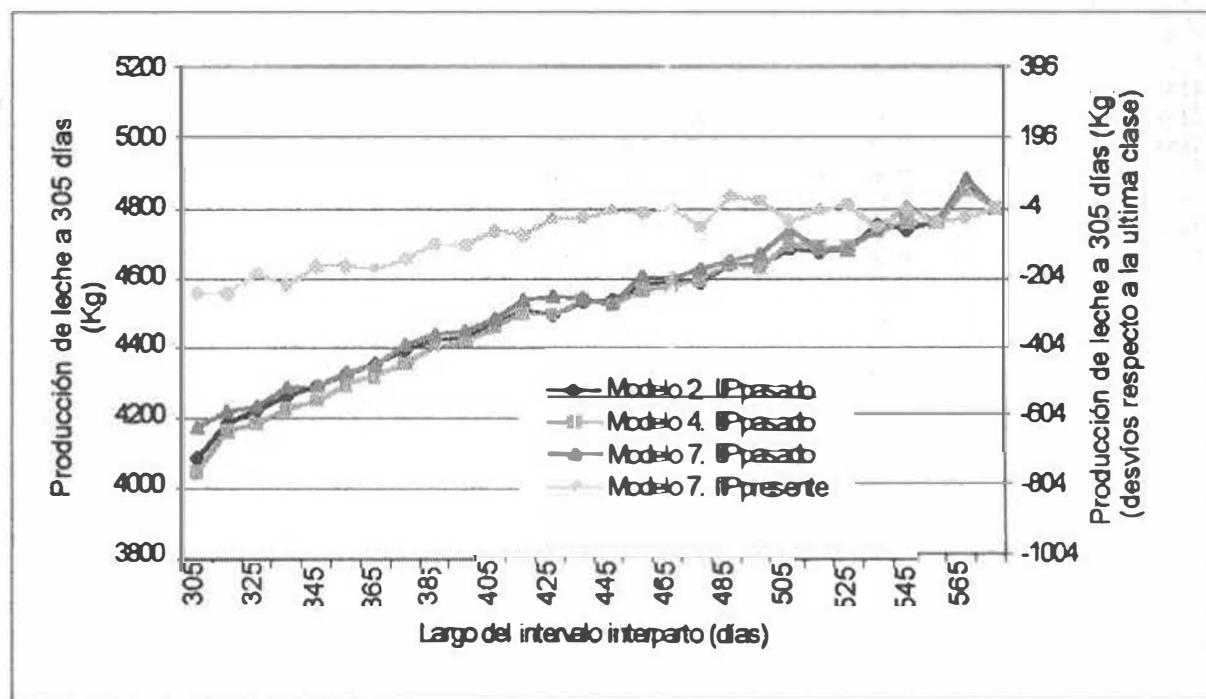
[#] Las medias con igual letra no difieren estadísticamente (P<0,01)

α Corresponde al desvío estándar de la estimación para cada clase.

En la figura N° 18 se presentan los resultados del cuadro N° 28. A los efectos de poder interpretar los resultados se utilizaron escalas iguales y se hicieron coincidir en la gráfica los puntos correspondientes a la última clase. Puede observarse en el cuadro N° 28 y la figura N° 18 que existe una leve disminución del efecto del intervalo interparto pasado cuando se incluye el intervalo interparto presente en el modelo, no existiendo grandes diferencias entre los valores extremos en los resultados de los modelos 2 y 4. Debe destacarse además que el efecto del intervalo interparto presente es menor al del intervalo interparto pasado y que la mayor parte del

efecto se da a intervalos interpartos presentes cortos (menores a los 425 días, aproximadamente 145 días de intervalo parto-concepción).

Figura N° 18 .Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado y presente (modelos 2, 4 y 7).



En el cuadro N° 29 y la figura N° 19 se presentan los resultados obtenidos del modelo mixto 6 para la variable intervalo interparto pasado. Al igual que para la variable período seco previo existe una tendencia similar de las medias de producción de leche según largo del intervalo interparto pasado, existiendo diferencias en el nivel productivo de cada muestra. También es igual el ordenamiento de las medias de producción entre las distintas muestras.

Cuadro N° 29 . Medias de producción de leche a 305 días y desvios estándar de cada estimación según largo del intervalo interparto pasado para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.

	Partos entre 1989-1994		Partos entre 1995-1997		Padre de pedigree		Padre no de pedigree		Origen ARU		Origen ML		Padre con más de 200 hijas		Padre importado		Padre nacional	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
300-309	4231	73	4574	65	4262	54	4473	137	4425	71	4018	73	4359	121	4301	177	4270	52
310-319	4266	55	4719	45	4354	41	4577	87	4525	50	4110	58	4478	107	4688	103	4329	39
320-329	4262	45	4814	35	4377	34	4729	64	4595	39	4145	50	4435	99	4809	78	4369	32
330-339	4356	40	4804	31	4446	31	4635	55	4617	35	4172	47	4544	96	4703	68	4427	29
340-349	4392	37	4785	30	4429	30	4725	52	4639	33	4163	46	4535	95	4799	63	4417	28
350-359	4447	36	4862	29	4498	29	4785	50	4696	32	4245	45	4597	94	4833	61	4491	27
360-369	4455	36	4883	28	4498	29	4826	50	4705	31	4265	45	4542	94	4905	61	4487	27
370-379	4494	36	4891	29	4553	29	4764	50	4746	32	4265	45	4625	94	4814	61	4540	27
380-389	4531	36	4913	30	4555	29	4847	51	4764	32	4288	46	4626	95	4922	62	4543	28
390-399	4509	37	4933	31	4560	30	4831	53	4737	33	4351	47	4656	95	4882	65	4550	29
400-409	4565	38	4964	32	4597	31	4911	54	4807	34	4351	48	4642	96	4968	65	4590	29
410-419	4601	39	5030	33	4675	32	4903	57	4860	35	4400	50	4782	97	4967	68	4661	30
420-429	4593	41	4987	35	4628	33	4890	59	4834	36	4342	53	4722	98	4958	70	4613	32
430-439	4606	43	5067	36	4686	34	4917	60	4872	37	4429	54	4784	99	4973	72	4677	33
440-449	4657	43	5027	37	4706	35	4901	62	4876	38	4437	55	4784	100	4974	74	4690	33
450-459	4683	46	5091	39	4733	37	4961	66	4906	40	4487	57	4754	101	5056	78	4714	35
460-469	4732	47	5069	41	4743	38	4963	67	4920	40	4481	60	4794	103	5046	79	4726	36
470-479	4647	50	5076	42	4697	39	4974	71	4888	42	4453	61	4750	104	5068	85	4678	37
480-489	4734	50	5141	45	4778	40	5027	74	4951	44	4545	64	4873	107	5135	88	4759	39
490-499	4754	51	5121	48	4756	41	5072	78	4976	45	4473	66	4832	109	5137	93	4749	40
500-509	4788	52	5201	46	4857	42	5028	75	5042	45	4521	67	4821	106	5101	88	4839	40
510-519	4782	54	5179	47	4817	43	5055	76	5038	45	4467	70	4823	108	5126	89	4804	41
520-529	4778	53	5156	49	4843	43	4945	80	5055	46	4411	70	4864	108	5034	91	4821	41
530-539	4894	58	5270	50	4892	45	5226	86	5148	49	4521	74	4976	111	5309	98	4878	44
540-549	4961	60	5157	51	4886	46	5056	88	5077	50	4595	74	5002	113	5147	102	4866	44
550-559	4855	60	5257	51	4901	46	5106	89	5086	48	4662	81	5040	113	5192	102	4881	44
560-569	4969	63	5413	55	5020	50	5344	86	5231	52	4781	84	5062	116	5356	99	5025	48
570-579	4951	65	5322	57	5002	51	5139	92	5216	54	4576	83	5040	121	5199	106	4988	49

Figura N° 19 .Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado para cada una de las muestras analizadas en el modelo 6.

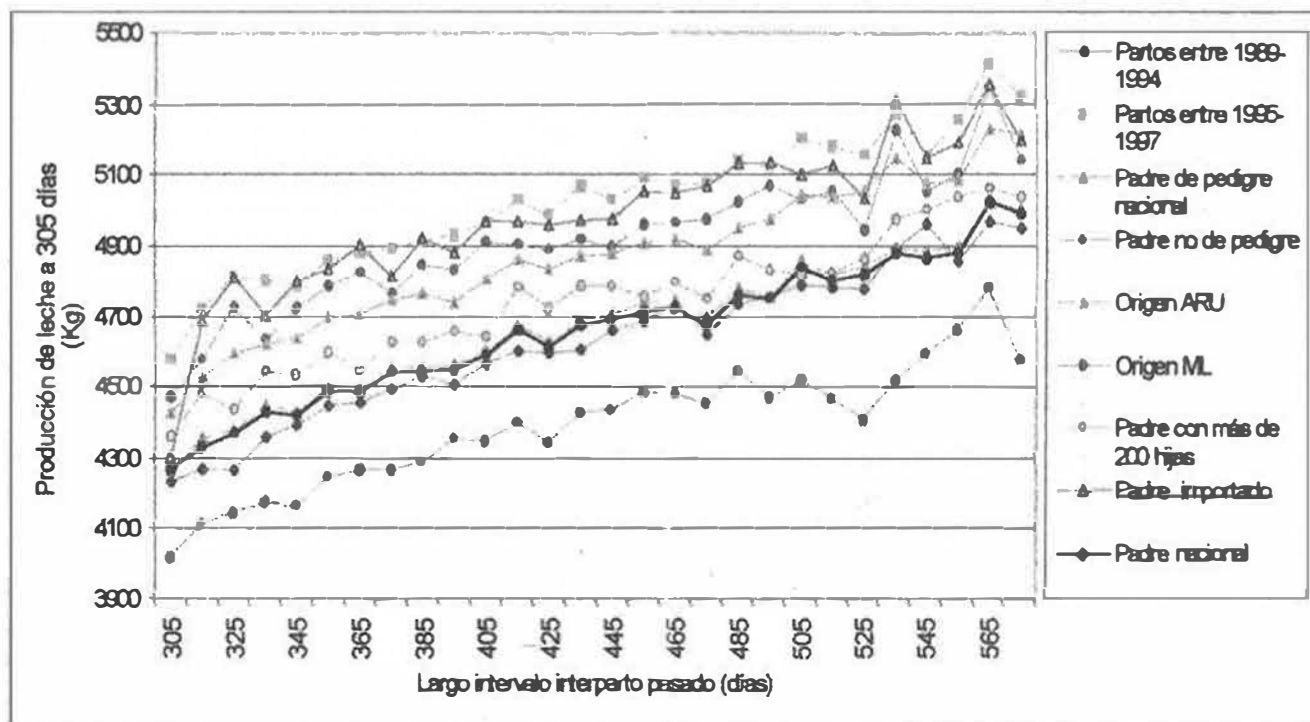
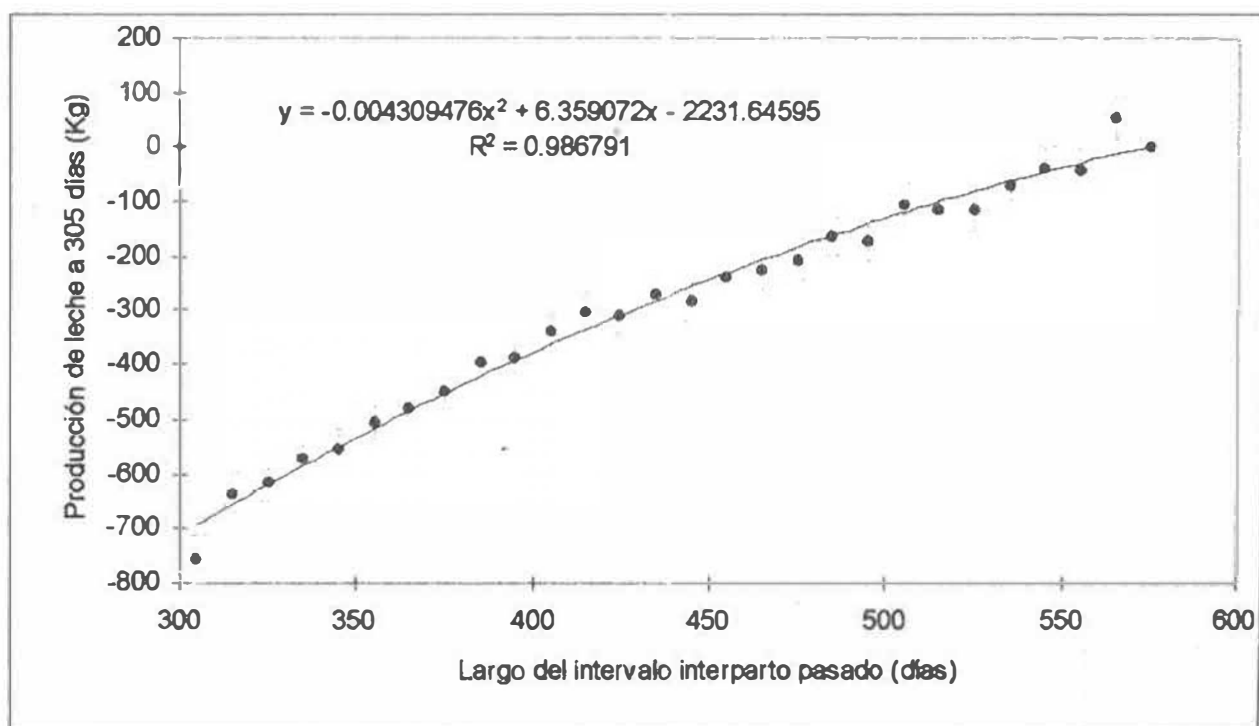


Figura N° 20 . Producción de leche a 305 días según largo del intervalo interparto pasado (medias y desvíos estándar de cada estimación).



En la figura N° 20 se presentan las medias de producción de leche según largo de intervalo interparto pasado obtenidas del modelo 4. Además se presenta la curva de mejor ajuste (polinomio de segundo grado) por método de mínimos cuadrados obtenida mediante el procedimiento NLIN de SAS. El coeficiente de determinación obtenido es $R^2 = 0,99$. El ajuste de esta curva suaviza la tendencia observada de los puntos en la gráfica.

En el cuadro N° 30 se presentan los factores de corrección para la variable intervalo interparto pasado. La máxima variación existente entre los factores propuestos es de un 8% con respecto a la media de producción de leche a 305 para la clase de referencia comprendida entre los 380 a 389 días. Por otra parte la variación total dentro del rango es de un 14% (entre la primera y la última clase) de la media de producción de la clase de referencia.

Cuadro N° 30 . Factores de corrección multiplicativos según clases de intervalo interparto pasado.

Clase de intervalo interparto pasado (días)	Factores de corrección
300-309	1,06
310-319	1,05
320-329	1,04
330-339	1,03
340-349	1,03
350-359	1,02
360-369	1,01
370-379	1,01
380-389	1,00
390-399	0,99
400-409	0,99
410-419	0,98
420-429	0,98
430-439	0,97
440-449	0,97
450-459	0,96
460-469	0,96
470-479	0,95
480-489	0,95
490-499	0,95
500-509	0,94
510-519	0,94
520-529	0,94
530-539	0,93
540-549	0,93
550-559	0,93
560-569	0,93
570-579	0,92

Los resultados sugieren que la relación entre producción de leche e intervalo interparto pasado es consistente, mostrando una tendencia similar en todos los análisis realizados. El aumento en el largo del intervalo interparto pasado se asocia con un aumento a una tasa levemente decreciente de la producción de leche a 305 días.

4.2 DISCUSION

Para la realización del presente estudio se utilizaron registros no experimentales, por lo que fue necesario la utilización de criterios de selección de registros (eliminando datos fuera de los rangos biológicos, errores, etc.), de manera de obtener una base de datos representativa y que permita extraer conclusiones válidas.

En las figuras N° 3, 4 y 5, el área sombreada representa el rango de datos utilizado. Estos rangos fueron seleccionados debido a que fuera de ellos, la dispersión de los puntos aumenta y se observan registros fuera de los valores biológicamente normales. Los límites definidos concuerdan con los propuestos por Thompson et al, (1982); Funk et al, (1987); Sadek y Freeman, (1992). Estos son más estrictos que los utilizados en la evaluación genética nacional para la Raza Holando hasta el momento (consideran lactancias con intervalos interpartos pasados entre 150 y 730 días).

La media de producción de leche a 305 días (Cuadro N° 13) es inferior a las obtenidas por la mayoría de los autores consultados en trabajos similares a éste, provenientes principalmente de Estados Unidos (Schaeffer et al, 1973; Laben et al, 1982; Badinga et al, 1985; Marti y Funk, 1987; Nebel y McGuilliard, 1993; Makuza y McDaniel, 1996). Smith y Legates, (1962); Brotherstone, (1987); Makuza y McDaniel, (1996) (para registros de Zimbabwe) analizaron poblaciones con medias de producción de leche similares a las del presente trabajo. La media de intervalo parto-concepción (Intervalo interparto - 280 días) del presente estudio, es intermedia entre los valores reportados en estos trabajos internacionales y similar a la reportada por Artagaveytia y Delafond, (1991) para nuestras condiciones (115 días). La media de periodo seco previo es superior a la reportada por Smith y Legates, (1962) (72 para segunda lactancia); Wilton et al, (1967) (60,3 y 70,6 para segunda y siguientes lactancias respectivamente); Makuza y McDaniel, (1996) (59, 65, 60 y 63 para segunda y tercera lactancia en Zimbabwe y Carolina del Norte respectivamente).

Es importante destacar que los registros analizados en el presente trabajo provienen de una muestra de productores de medio a alto nivel tecnológico y productivo con respecto a la media del país.

4.2.1 Efecto rodeo-año-estación

La literatura científica consultada es coincidente en destacar la importancia preponderante del efecto rodeo-año-estación sobre los demás factores ambientales que determinan las características de producción al incluirlo en los modelos estadísticos como una combinación de efectos. En el presente trabajo el efecto RAE se asocia con un 55,91% de la suma de cuadrados

total en producción de leche, resultando el efecto más importante (modelo 4, cuadro N° 20). Al considerar estos efectos por separado (modelo 2, cuadro N° 18) el porcentaje de la suma de cuadrados total asociado es 41,35%. Esto denota la importancia de las interacciones entre estos efectos principales.

El efecto rodeo, se presenta como el más importante de estos tres efectos, representando un 36,62% de la variación total (% de la suma de cuadrados total) para producción de leche a 305 días (Cuadro N° 18). Este valor es superior a los reportados por Berrutti y Grignola, (1987) (24%) y Alonso y Montes, (1989) (25,8%) en el ámbito nacional y a todos los autores en el ámbito internacional revisados por éstos. Se debe tener en cuenta que en el presente trabajo el número de rodeos y el número de registros analizados fue muy superior que en los trabajos mencionados, lo que podría ser una de las posibles causas. Los sistemas de producción lecheros de los que provienen la mayoría de los datos reportados en artículos internacionales son más estandarizados que los sistemas pastoriles de nuestras condiciones, por lo que la variación entre rodeos es muy superior aquí. Sobre este tema Berrutti y Grignola, (1987); Alonso y Montes, (1989) presentan una detallada discusión indicando las principales diferencias respecto a los trabajos extranjeros.

El efecto año de parto en el presente trabajo es altamente significativo ($p < 0,01$) y representa un 4,02% de la variación total (% de la suma de cuadrados total) en producción de leche (Cuadro N° 18). Berrutti y Grignola, (1987) obtuvieron resultados similares encontrando un 3,36% de la variación total asociada a este efecto que fue significativo ($p < 0,01$). Carrau y Veronesi, (1991) encontraron que este efecto fue significativo ($p < 0,01$), por otra parte estos autores citan trabajos internacionales que encuentran que este efecto es sólo significativo al 5%.

Desde el año 1992 ha existido un aumento marcado en la producción de leche (figura N° 11), atribuible a la mejora tecnológica de los últimos años. Los resultados del presente trabajo afirman que en el ámbito nacional el efecto año de parto influye significativamente sobre la producción de leche.

En el presente estudio el efecto estación de parto está asociado con un 0,71% (Cuadro N° 18) de la variación total (% de la suma de cuadrados total, el cual en este caso es menor al verdadero porcentaje de variación) en producción de leche a 305 días, siendo este efecto altamente significativo ($p < 0,01$). Berrutti y Grignola, (1987) en un estudio en el que consideran estaciones trimestrales encontraron mayores porcentajes de variación asociados al efecto (1,4% en promedio), al igual que los valores encontrados por autores extranjeros citados por éstos. Alonso y Montes, (1989) también encontraron valores superiores a los del presente trabajo. Estas diferencias mencionadas en los porcentajes de variación pueden estar debidas a que la creciente intensificación de los sistemas lecheros en nuestras condiciones, lleva a una cada vez menor dependencia de la producción estacional de forraje, dado por el aumento del uso de reservas y concentrados.

Las estaciones de parto en este trabajo fueron definidas según niveles productivos, agrupando los meses de parto, formando cinco clases (tal como sugieren Carrau y Veronesi, 1991; Ravagnolo et al, 1996). Ravagnolo et al, (1996) utilizando los mismos criterios formaron cuatro clases. En el presente estudio la clase de mayor producción agrupa los meses de mayo y junio, ésta concuerda con la clase de mayor producción obtenida por Ravagnolo et al, (1996); Carrau y

Veronesi, (1991) aunque además incluyen a los meses julio y agosto. Por otra parte la clase de menor producción del presente estudio incluye los meses de noviembre, diciembre y enero, lo cual concuerda con los resultados de Berrutti y Grignola, (1987). En cambio Ravagnolo et al, (1996) indican como la clase de menor producción la formada por los meses enero y febrero. Comparando los resultados del presente estudio con el de Ravagnolo et al, (1996) se puede constatar un adelantamiento de los momentos de mayor producción en el año. Similares tendencias se han venido observando con la remisión de leche a planta en el ámbito Nacional, observándose un aumento de la producción otoño-invernal promovida por el incentivo económico de las empresas industrializadoras de leche. Es importante tener en cuenta que en el presente estudio no se incluyen registros de primeras lactancias.

La diferencia en producción de leche entre las estaciones de mayor y menor producción para este trabajo fue de 7,1% con respecto a la de menor producción. Estos resultados son similares a los obtenidos por Berrutti y Grignola, (1987) (6-8%) e inferiores a los obtenidos por Ravagnolo et al, (1996).

4.2.2 Efecto numero de lactancia-edad al parto

El porcentaje de variación (% de la suma de cuadrados total) asociado al efecto combinado número de lactancia-edad al parto obtenido en este trabajo es de 2,22% y 1,91% (Cuadros N° 18 y 20), siendo estos valores ampliamente menores a los reportados para la variable edad al parto (asumen el efecto número de lactancia dentro de edad al parto) por Berrutti y Grignola, (1987) (9%); Alonso y Montes, (1989) (5%), y la bibliografía internacional citada por estos autores. Estas diferencias pueden ser atribuidas a que en el presente trabajo se incluyeron los efectos periodo seco previo e intervalo interparto pasado en el análisis. Dada la relación existente entre estas tres variables, parte de la variación anteriormente considerada en el efecto combinado número de lactancia-edad al parto, puede asociarse al efecto periodo seco previo o intervalo interparto pasado. Van Raden et al, (1995) sostienen que vacas con un largo intervalo parto-concepción tienen su siguiente lactancia a una mayor edad, por lo tanto edad al parto, número de lactancia e intervalo parto-concepción pasado están interrelacionados y deben ser considerados en forma conjunta en la elaboración y aplicación de factores de corrección. Alonso y Montes, (1989) no encontraron un efecto significativo de la edad al parto sobre producción de leche cuando incluyeron el periodo seco previo en el modelo, además sostienen que el largo de lactancia pudo haber sido un factor de influencia en el efecto producido por la edad al parto.

Otro aspecto que disminuye el porcentaje de variación asociado al efecto combinado número de lactancia-edad al parto es que en el presente trabajo no se incluyen los registros de primeras lactancias, las cuales presentan las menores producciones de leche con respecto a las restantes lactancias.

Se probó el efecto de la interacción de la estación de parto definidas según niveles productivos con la combinación número de lactancia-edad al parto (Cuadro N° 19), tal como lo sugieren Carrau y Veronesi, (1991). Se encontró que dicha interacción es significativa ($p < 0,01$), atribuible en parte al gran número de registros que provoca que pequeños efectos resulten significativos (Cuadro N° 9 del apéndice). Una de las posibles causas es que existen grandes

diferencias de manejo entre estaciones, principalmente manejo alimenticio por diferencias en los niveles de suplementación con concentrados y reservas, y por diferencias en la calidad de las pasturas. Esto probablemente puede hacer que en ciertas estaciones con manejo preferencial (otoño-invierno) el efecto edad y número de lactancia sea menor o mayor. El objetivo de este trabajo no contempla el estudio de estos efectos que deberán ser abordados en estudios posteriores, por lo que no se profundizó en el análisis.

4.2.3 Efecto periodo seco

Está ampliamente reconocido el efecto del largo del periodo seco previo sobre la producción de leche. En la figura N° 5 se puede observar que con periodos secos muy cortos la producción de leche es baja, que existe un aumento hasta un óptimo entorno a los 60 días y que el aumento del largo del periodo seco por encima de este óptimo no provoca aumentos en la producción de leche. Como es razonable pensar, los productores buscan secar sus vacas entorno al óptimo ampliamente reconocido, por lo cual es muy alta la frecuencia de registros de lactancias con un periodo seco previo cercano a los 60 días (figura N° 10).

La correlación fenotípica estimada entre la variable periodo seco previo y producción de leche a 305 días es de $-0,14$ ($p < 0,0001$) (Cuadro N° 12), la cual es parecida a la encontrada por Camoens et al, (1976) ($-0,059$). Se puede observar que ambas son negativas pero de bajo valor, lo que indicaría que no existe asociación lineal entre dichas variables. En la bibliografía consultada no se presenta este indicador, pues tal como dicen Schaeffer y Henderson, (1972) no tiene sentido este cálculo, ya que la relación no es lineal. No tuvo sentido entonces estimar un coeficiente de regresión lineal.

El efecto del periodo seco previo fue significativo ($p < 0,01$) en todos los modelos testados sobre producción de leche a 305 días. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Klein y Woodward, (1943); Wilton et al (1967); Coppock et al, (1974); Wood, (1977); James y Esslemont, (1978); Dias y Allaire, (1982); Funk et al (1987); O' Connor et al, (1987); O'Connor y Oltenacu, (1988); Sorensen y Enevoldsen, (1991); Sorensen et al, (1993). Alonso y Montes, (1989) sólo encontraron efecto significativo del periodo seco previo cuando definieron las estaciones de parto en forma mensual sobre producción de leche a 305 días.

El porcentaje de variación (% de la suma de cuadrados total) asociado al periodo seco previo sobre la variable producción de leche a 305 días fue de 2,02% (Cuadro N° 18), 1,93% (Cuadro N° 20) y 1,39% (Cuadro N° 22) para modelos 2, 4 y 7 respectivamente. Estos valores son levemente inferiores a los reportados por Funk et al, (1987) en un trabajo similar al presente (2,7% de la suma de cuadrados total); Wilton et al, (1967) (4,8% para segunda lactancia); Alonso y Montes, (1989) (3,5%). Ngere et al, citado por Alonso y Montes, (1989) por otra parte reportan valores entre 0 y 2%; Wilton et al, (1967) para tercera y posteriores lactancias reportan valores de 0,6 %; Lee et al, (1961) reportan 0,06 % de variación como covariable lineal. Estos valores son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, aunque se debe tener en cuenta que en estos trabajos el efecto periodo seco fue incluido como covariable lineal o cuadrática. Como se observa, la inclusión del efecto combinado RAE en el modelo, provoca una pequeña disminución en el

porcentaje de la suma de cuadrados total asociado al efecto. Al incluir el efecto intervalo interparto presente ocurre algo similar.

En las figuras N° 15 y N° 16 se puede observar que la tendencia del efecto se mantiene aunque los efectos involucrados en el análisis cambien. Al incluir el efecto intervalo interparto presente en el modelo existe una disminución en la magnitud del efecto del período seco previo. Sin embargo, al incluir el efecto combinado RAE la magnitud del efecto no varía. Al incluir el efecto padre (modelos mixtos) tampoco varía la magnitud del efecto pero sí el nivel productivo, según la muestra considerada.

Los resultados indican que al aumentar el largo del período seco previo por encima de los 70 días la producción de leche a 305 días disminuye constantemente, aunque las últimas tres clases no difieren estadísticamente entre sí (figura N° 17). Esta tendencia es similar a la encontrada por Schaeffer y Henderson, (1972) que encuentran un óptimo en la clase de 50 a 59 días de período seco previo como en el presente estudio. Funk et al, (1987); Makuza y McDaniel, (1992); Makuza y McDaniel, (1996) encuentran un óptimo en la clase de 60 a 69 días, un fuerte descenso en la producción de leche hasta la clase de 80 a 89 días y luego un descenso leve y lineal hasta la última clase analizada. Keown y Everett, (1986) encuentran una tendencia siempre ascendente de la producción de leche a 305 días con respecto al largo del período seco previo aunque con ritmo decreciente para las últimas clases. Es importante destacar que estos autores no incluyen la variable intervalo parto-concepción en el modelo que analizan período seco previo. Wilton et al, (1967) encuentran una relación cuadrática, lo cual sugiere un óptimo y un descenso a tasas crecientes de la producción de leche para períodos secos previos largos. Estos autores encontraron un óptimo de período seco posterior (90 días aproximadamente) y más marcado en la segunda lactancia con respecto a las siguientes lactancias. Klein y Woodward, (1943); Smith y Legates, (1962) encuentran una relación cuadrática con ascensos decrecientes sin llegar a un óptimo en un rango de 0 a 120 días. Las grandes diferencias de los resultados del presente trabajo con los consultados se dan en los períodos secos largos (mayores a 70 días), no existiendo acuerdo entre los autores consultados y con los del presente estudio. Estas diferencias pueden deberse a otros factores no considerados en el análisis que se asocien con períodos secos largos y que pueden ser distintos o tener distinto efecto según las condiciones de producción. En nuestras condiciones probablemente las vacas con períodos secos muy largos presenten problemas de sanidad o reproductivos.

Los períodos secos largos presentan una fuerte asociación con intervalos interpartos largos (figura N° 6). La correlación fenotípica estimada entre las mencionadas variables es de 0,34 ($p < 0,0001$) (Cuadro N° 12). Similares resultados fueron obtenidos por Louca y Legates, (1968) (0,37, 0,41 y 0,40 para segunda tercera y cuarta lactancia), Camoens et al, (1976) (0,492), Dias y Allaire, (1982) (0,26), Brotherstone, (1987) (0,399 y 0,466 para segunda y tercera lactancia). Wood, (1985) estudió la relación entre estos efectos, encontrando una fuerte relación entre ellos (0,9884), concluyendo por lo tanto que el efecto del intervalo interparto pasado puede asumirse como equivalente en parte al efecto del período seco previo. En el modelo 5 se probó la interacción período seco previo x intervalo interparto pasado (Cuadro N° 12 del apéndice), la cual no resultó significativa al 1 %, esto indicaría que cada una de estas variables tendrían un efecto independiente sobre la producción de leche a 305 días. Entonces las medidas de manejo deben apuntar a lograr óptimos períodos secos previos y óptimos intervalos interpartos, sin considerar la

relación entre éstos. Existe una fuerte asociación entre las mencionadas variables, lo que provoca que generalmente exista un fuerte desbalance en el número de observaciones en cada clase de la interacción. Si esto no se evita, el efecto de la interacción puede resultar significativo.

El efecto de la interacción período seco previo x combinación número de lactancia-edad al parto probada en el modelo 3 resultó significativa al 5 %, aunque no resultó significativa al 1 %, por lo cual no se consideró conveniente analizar el efecto según número de lactancia. Algunos autores indican que existen diferencias en el efecto del período seco según el número de lactancia (Wilton et al, 1967; Keown y Everett, 1986). Por otra parte Smith y Legates, (1962); Funk et al, (1987) no reportan diferencias importantes del efecto según edad o número de lactancia. Funk et al, (1987) atribuyen las diferencias según número de lactancias encontradas en otros trabajos a que no incluyen simultáneamente en el modelo los intervalos parto-concepción pasado y presente y el período seco previo y a un posible efecto de la selección de vacas más que a un efecto verdadero del número de lactancia. En el presente trabajo se incluyen los efectos intervalo interparto pasado y período seco previo simultáneamente y se obtuvieron resultados similares a lo reportado por estos últimos autores. A pesar de esto se considera conveniente que esta interacción sea testada al momento de evaluar el efecto del período seco previo.

La interacción año de parto x período seco previo probada en el modelo 3 resultó significativa ($p < 0,01$), lo que indica que el efecto del período seco es distinto según el año de parto. Probablemente el manejo de las vacas secas sea diferencial según las condiciones particulares del año (ej. condiciones climáticas, pasturas, etc.). Si bien esta interacción resultó significativa, sería difícil de considerar en la evaluación genética, debido a que no se aprecia un comportamiento predecible.

En la figura N° 8 se observa que los valores estimados de DEP para producción de leche no son constantes a través de las clases de período seco, siguiendo una tendencia similar a la del efecto del período seco sobre producción de leche a 305 días. La correlación entre las variables período seco previo y DEP es negativa y muy similar a la observada para producción de leche a 305 días con período seco previo (Cuadro N° 12). Estos resultados indicarían la necesidad de corregir los registros de producción de leche por período seco previo ya que es claro que existe un sesgo por este motivo en la estimación de los DEP. Cabe la posibilidad de que este sesgo influya en el ordenamiento de los toros y vacas evaluadas.

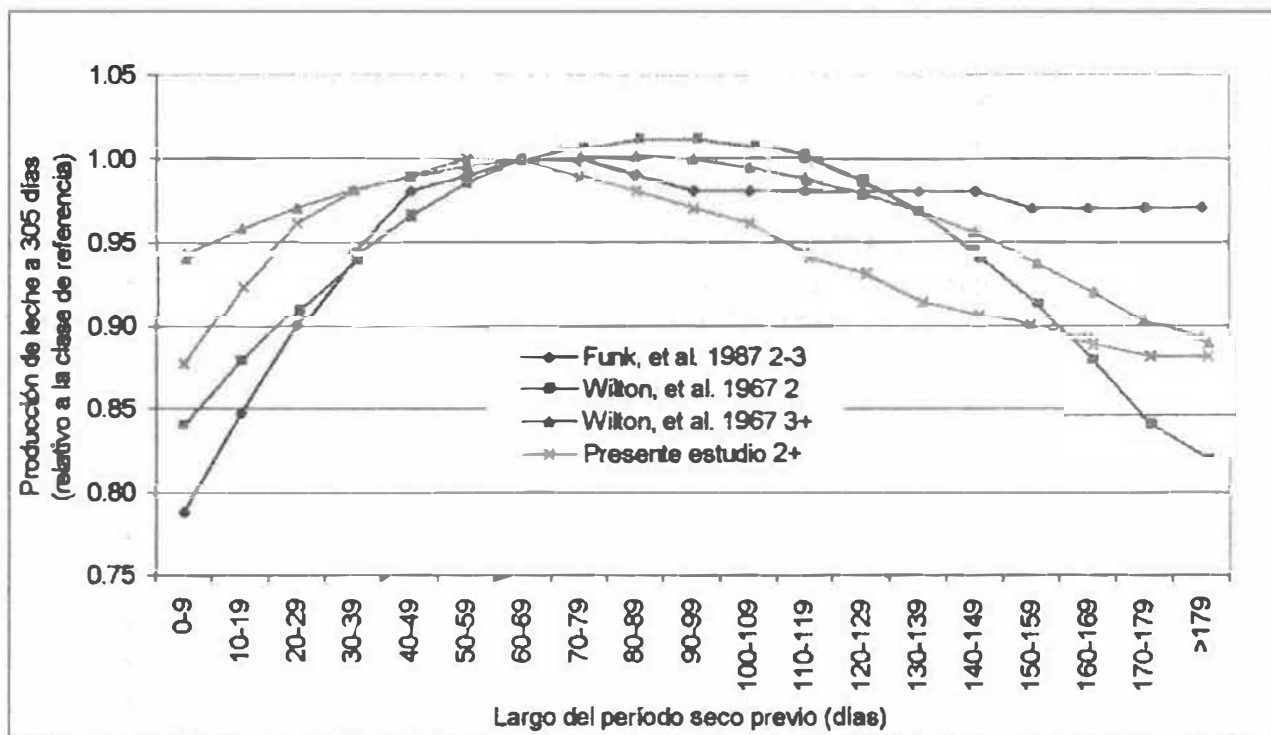
Para corregir los registros de producción de leche es necesario tener la seguridad de que se trata de un efecto mayoritariamente de origen ambiental, por lo tanto con un componente genético aditivo bajo. De la revisión bibliográfica sobre el tema se concluye que existe contradicción sobre la heredabilidad de la variable período seco previo. En el presente trabajo se asumió que, por ser ésta una variable casi exclusivamente de manejo (por lo menos en períodos secos cortos), el efecto del período seco previo es netamente de origen ambiental. Sería importante en futuras investigaciones realizar estimaciones de parámetros genéticos para nuestras condiciones.

En el presente trabajo se probó heterogeneidad de varianzas dentro de clases mediante el test de Bartlett (Steel y Torrie, 1985) (figura N° 17 y cuadro N° 25), por lo cual se consideró conveniente la estimación de factores de corrección multiplicativos para precorregir los registros de producción de leche a 305 días. Esto concuerda con lo expuesto por Funk et al, (1987) en la elaboración de factores de corrección por período seco previo.

Los factores de corrección estimados en el presente estudio se utilizaron con el principal objetivo de comparar el efecto del periodo seco con otros trabajos y mostrar el efecto que puede tener la corrección de registros de producción de leche. La consideración de este efecto en la evaluación genética debe ser estudiado en detalle, ya que la aplicación de los mencionados factores multiplicativos pueden mejorar la heterogeneidad de varianzas, pero también la pueden empeorar, lo que provocaría que la corrección con factores multiplicativos sea peor que la corrección aditiva (o la simple inclusión en un modelo lineal), o que la no corrección. Lo recomendable sería probar estos factores con una submuestra de registros y observar su comportamiento.

En la figura N° 22 se presenta el inverso de los factores de corrección ($1/c$) propuestos por distintos autores y los obtenidos en el presente trabajo, de manera de mostrar la verdadera tendencia del efecto encontrado en cada uno de los trabajos.

Figura N° 21 .Inverso de los factores de corrección para periodo seco previo según distintos autores.



Los resultados del presente estudio muestran que para periodos secos cortos el efecto fue menos marcado que el encontrado por Funk et al, (1987); Wilton et al, (1967) para segunda lactancia y fue algo mayor al encontrado por este último para terceras y siguientes lactancias. En cambio para periodos secos medios a largos (mayores a 70 días) el efecto encontrado fue mayor a lo reportado por los mencionados trabajos. En el cuadro N° 31 se observan los coeficientes de correlación, los cuales confirman lo mencionado anteriormente sobre la alta relación entre los factores propuestos en el presente estudio y los de Wilton et al, (1967) para tercera y posteriores lactancias. Los factores estimados en el presente estudio presentan una baja correlación con los factores estimados por Funk et al, (1987) en un trabajo similar al presente.

Cuadro N° 31 . Correlaciones entre los factores de corrección estimados en el presente trabajo y los presentados por otros autores (arriba de la diagonal) y significación estadística (debajo de la diagonal).

	Funk et al, (1987)	Wilton et al, (1967) (2° lactancia)	Wilton et al, (1967) (3° lactancia y posteriores)	Presente estudio
Funk et al, (1987)	-	0,5898	0,2352	0,3984
Wilton et al, (1967) (2° lactancia)	0,0079	-	0,9006	0,7921
Wilton et al, (1967) (3° lactancia y posteriores)	0,3324	0,0001	-	0,8781
Presente estudio	0,0912	0,0001	0,0001	-

Si el período seco previo es mayoritariamente ambiental (de manejo), existe un componente genético pequeño. Los trabajos más recientes (Makuza y McDaniel, 1996) proponen como forma de no contemplar en la corrección de los registros, este componente genético, utilizar sólo factores de corrección por este efecto en periodos secos cortos (menores a 60 días). Esto es debido a que los autores consideran que el componente genético es mayor cuando se observan periodos secos largos y por lo tanto los periodos secos cortos presentarían un componente mayoritariamente ambiental (el cual se busca corregir).

En el cuadro N° 27 se presentan los factores de corrección para la variable periodo seco previo en el rango estudiado (0 a 300 días), aunque se considera más importante la corrección por periodos secos cortos (menores a la clase de 50 a 59 días). Teniendo en cuenta que para el presente trabajo existe una alta concentración de registros con periodos secos cortos (aproximadamente la mitad son menores a 70 días), aún corrigiendo en todo el rango el error incurrido sería bajo y menor al que se incurre actualmente por no corregir los registros de producción.

El coeficiente de correlación entre las variables intervalo interparto pasado y periodo seco previo de 0,34 indica que la asociación no es lo suficientemente fuerte como para esperar que la corrección por intervalo interparto pasado remueva la mayor parte del efecto del periodo seco previo, como lo sugiere Wood, (1985) que encontró un coeficiente de correlación de 0,9884. Esto justificaría la consideración de los dos efectos en forma separada.

Para realizar una correcta evaluación de la importancia del efecto del periodo seco previo sobre los resultados de la evaluación genética para la raza Holando y apreciar la magnitud del posible sesgo en los valores de DEP actuales, se debe considerar el efecto (ej. aplicando factores de corrección a los registros de producción de leche a 305 días), y volver a estimar los DEP. Con estos resultados se podría verificar un posible cambio en el ordenamiento de toros y vacas.

4.2.4 Efecto intervalo interparto

Está ampliamente reconocido el efecto del intervalo parto-concepción presente (altamente correlacionado con intervalo interparto presente) sobre la producción de leche en la lactancia en curso como se puede apreciar en la revisión bibliográfica sobre el tema.

En la figura N° 4 se puede observar la relación entre el intervalo interparto presente con la variable producción de leche a 305 días. Para intervalos cortos la producción es menor y para intervalos medios y largos la tendencia del efecto no es clara y existe un aumento en la dispersión de los puntos. La correlación fenotípica estimada entre estas dos variables es de 0,0095 ($p < 0,1$), lo que indica que no existe asociación lineal entre ellas (Cuadro N° 12). Estos resultados son inferiores a los encontrados por Dong y Van Vleck, (1989) (0,27 para primera lactancia y primer intervalo interparto); Raheja et al, (1989) (0,02 entre intervalo parto-concepción y producción de leche para segundas y terceras lactancias); Camoens et al, (1976) (0,30 entre intervalo parto-concepción y producción de leche); Schineberger y Hagger, (1984) (0,299 entre intervalo parto-concepción y producción de leche para la raza Brown Swiss); Seykora y McDaniel, (1983) (0,27 entre intervalo parto-concepción y producción de leche); Makuza y McDaniel, (1996) (0,07 a 0,1). Dong y Van Vleck, (1989) encuentran que la correlación entre producción de leche e intervalo parto-concepción presente es un 40% superior a la encontrada entre producción de leche e intervalo interparto pasado. Contrariamente, en el presente trabajo la correlación entre producción de leche e intervalo interparto pasado es mayor que con intervalo interparto presente.

En la figura N° 18 y el cuadro N° 28 se puede observar que la tendencia del efecto del intervalo interparto presente sobre la producción de leche es ascendente pero de baja magnitud.

El efecto del intervalo interparto presente sobre la producción de leche a 305 días en el presente estudio resultó significativo ($p < 0,01$) (Cuadro N° 22). Estos resultados concuerdan con lo reportado a través del tiempo, para intervalo parto-concepción por Smith y Legates, (1962); Wilton et al, (1967); Schaeffer y Henderson, (1972); Schaeffer et al (1973); Bar-Anan y Soller, (1979); Oltenacu et al, (1980); Thompson et al, (1982); Keown y Everett, (1986); Brotherstone, (1987); Funk et al, (1987); Sadek y Freeman (1992); Makuza y McDaniel, (1996). De todos los trabajos consultados ninguno encontró efecto no significativo del intervalo parto-concepción presente o intervalo interparto presente sobre la producción de leche. Camoens et al, (1976) reportaron que si bien el intervalo parto-concepción presente muestra un efecto significativo ($p < 0,05$), éste tiene una baja influencia sobre la producción de leche, ya que no cambió el R^2 al excluirlo del modelo. Una de las posibles causas de que en el presente trabajo el intervalo interparto presente muestra un bajo efecto (0,32% de la suma de cuadrados total), es que en éste, se incluyen simultáneamente los efectos intervalo interparto pasado y período seco previo en el modelo. De los trabajos consultados sólo Funk et al, (1987); Makuza y McDaniel, (1996) analizan los tres efectos en forma simultánea. Makuza y McDaniel, (1996) realizan su trabajo con registros de poblaciones contrastantes en nivel productivo, Zimbabwe (5424 Kg) y Carolina del Norte (8831 Kg, niveles similares a los de Funk et al, 1987). Estos autores encuentran que el efecto del intervalo parto-concepción es mayor en Carolina del Norte que en Zimbabwe debido a que los intervalos parto-concepción cortos (menores a 100 días) provocan un descenso más marcado en la producción. Estos autores concluyen que los efectos son de similar tendencia, y que

las diferencias de magnitud reflejan las diferencias en manejo, alimentación y nivel genético de los animales más que diferencias en el clima. Probablemente el bajo efecto encontrado en el presente estudio del intervalo interparto presente es consecuencia del menor nivel productivo medio de los animales. Esto concuerda con lo expuesto por Erb et al, (1952); Laben et al, (1982) que indican que el efecto detrimental de la gestación es mayor al aumentar el nivel productivo.

Es de esperar que si aumenta el nivel productivo medio de los animales en nuestras condiciones, en futuras investigaciones el efecto del intervalo interparto presente sea mayor al encontrado en el presente trabajo. Everett, (1989) concluye que las estimaciones de los efectos de edad al parto e intervalo parto-concepción han ido cambiando a través del tiempo al aumentar el nivel productivo de los animales, siendo menores para edad y mayores para intervalo parto-concepción en los trabajos más recientes.

En la figura N° 18 se observa que el efecto del intervalo interparto presente (por el efecto depresivo de la gestación sobre la producción de leche) es importante hasta los 425 días (aproximadamente 145 días de intervalo parto-concepción) y luego dicho efecto no presenta una tendencia clara, lo cual es coincidente con la bibliografía consultada sobre el tema (Schaeffer y Henderson, 1972; Schaeffer et al, 1973; Bar-Anan y Soller, 1979; Thompson et al, 1982; Funk et al, 1987; Lee et al, 1997). Esto es debido a que con mayores largos de intervalo interparto presente el efecto depresivo (a partir de las 20 semanas de gestación) caería fuera de los 305 días de lactancia.

El porcentaje de variación (% de la suma de cuadrados total) asociado al efecto del intervalo interparto presente sobre la variable producción de leche a 305 días es de 0,32 (Cuadro N° 22), el cual es muy inferior a los reportados por Smith y Legates, (1962) (4,3%); Wilton et al, (1967) (3,5 % y 4,5 % para segunda y posteriores lactancias respectivamente); Funk et al, (1987) (4,5 % de la suma de cuadrados total para 1°-3° lactancias) y levemente mayor al valor reportado por Brotherstone, (1987) (0,039% y 0,041% para segunda y tercera lactancia, incluyendo el efecto como covariable lineal en el modelo).

No se estimaron factores de corrección para intervalo interparto presente debido a que si bien el efecto resultó significativo sobre la producción de leche a 305 días, el porcentaje de la suma de cuadrados total atribuido a la mencionada variable es muy bajo. La consideración de este efecto en la evaluación genética demandaría contar con registros de tres partos consecutivos o con registros precisos de la fecha de concepción, lo cual insumiría tiempo o mayores costos. Se ha reportado además que no es clara aún la relación causa-efecto entre la producción de leche y el intervalo parto-concepción (si los intervalos parto-concepción largos se deben a altas producciones de leche en la lactancia temprana o la alta producción de leche en la lactancia temprana se debe a un retraso en la concepción) (Lee et al, 1997).

El coeficiente de correlación fenotípica entre las variables intervalo interparto presente y periodo seco previo es de 0,046 ($p < 0,0001$, cuadro N° 12). Muchos autores han mencionado valores similares indicando la baja relación entre las variables periodo seco previo e intervalo parto-concepción: Smith y Legates, (1962) (0,07), Brotherstone, (1987) (-0,018 a 0,07), Wilton et al, (1967) (-0,2 a 0,3 para segunda y tercera lactancia), Schaeffer y Henderson, (1972) (0,01 a -0,05, -0,03 para segunda, tercera y posteriores lactancias), Louca y Legates, (1968) (0,07, 0,04,

0,11, para segunda, tercera y cuarta lactancia), Camoens et al, (1976) (0,027), Makuza y McDaniel, (1996) (-0,03 a 0,02).

El intervalo interparto también afecta la producción de leche de la lactancia siguiente, ya sea directamente o a través de su efecto sobre la producción de la lactancia en curso. Existe un efecto ampliamente reconocido del intervalo interparto pasado sobre la producción de leche en la lactancia en curso como se aprecia en la revisión bibliográfica sobre el tema.

El coeficiente de correlación fenotípica estimado en el presente trabajo (Cuadro N° 12) para las variables intervalo interparto presente con intervalo interparto pasado es de 0,13 ($p < 0,0001$). Resultados similares obtuvieron Camoens et al, (1976) (0,141 entre intervalo interparto pasado e intervalo parto-concepción presente), Louca y Legates, (1968) (0,08, 0,11 y 0,17 entre intervalos parto-concepción 1-2, 2-3 y 3-4), Makuza y McDaniel, (1996) (0,11 y 0,15 para Zimbabwe y Carolina del Norte).

En la figura N° 3 se puede observar que a partir de los 300 días de intervalo interparto pasado existe un ascenso marcado en la producción de leche a 305 días hasta los 400 días y luego la producción de leche no varía mayormente al aumentar el largo. La dispersión de los datos aumenta hacia el límite superior del rango estudiado, acompañando un descenso en el número de observaciones. El coeficiente de correlación lineal fenotípica estimado para el presente trabajo (Cuadro N° 12) entre estas dos variables es de 0,0439 ($p < 0,0001$). Este valor es inferior a los reportados por Dong y Van Vleck, (1989) (0,16 para segunda lactancia); Camoens et al, (1976) (0,178). Esto sugiere que la relación entre estas variables no es lineal y mucho menos aún en el presente estudio.

Como se presenta en la figura N° 18 y el cuadro N° 28 la producción de leche aumenta a medida que aumenta el intervalo interparto pasado, una vez que ésta es corregida por los otros efectos considerados en el modelo. Al incluir más efectos en el modelo la tendencia del efecto se mantiene. Para el caso del modelo 7 en que se incluye el efecto del intervalo interparto presente, existe una leve disminución en la magnitud del efecto. Al incluir el efecto padre (modelos mixtos) no varía mayormente la magnitud del efecto pero sí el nivel productivo según la muestra considerada (Cuadro N° 29 y Figura N° 19).

El efecto intervalo interparto pasado resultó altamente significativo ($p < 0,01$) en todos los modelos testados. Esto concuerda con lo reportado por Camoens et al, (1976); Bar-Anan y Soller, (1979); Brotherstone, (1987); Funk et al, (1987); Sadek y Freeman, (1989); Sadek y Freeman, (1992); Schutz y Wiggans, (1994); Makuza y McDaniel, (1996).

El porcentaje de variación (% de la suma de cuadrados total) asociado al efecto del intervalo interparto pasado sobre la variable producción de leche a 305 días en el presente trabajo fue de 1,46 (Cuadro N° 18), 1,48 (Cuadro N° 20) y 1,23 (Cuadro N° 22) para los modelos 2, 4 y 7 respectivamente. Brotherstone, (1987) reporta valores de 0,020-0,022 % (removido al introducir el efecto como covariable lineal en el modelo); Funk et al, (1987) reporta un valor de 0,65 % (% de la suma de cuadrados total). Esta variación en los valores estimados y los reportados por la bibliografía demuestra que al tratarse de un efecto pequeño, la forma en que se realice el análisis provoca una variación importante.

La tendencia general del efecto encontrada en el presente trabajo concuerda con la reportada por Brotherstone, (1987); Funk et al, (1987); Sadek y Freeman, (1992); Makuza y McDaniel, (1996) (para la población de Zimbabwe). Brotherstone, (1987) encuentra una menor magnitud general del efecto y sobre todo en los intervalos interpartos largos. Funk et al, (1987); Makuza y McDaniel, (1996) encuentran un efecto muy similar al presente trabajo sobre todo en intervalos interpartos cortos. Cabe mencionar que estos autores incluyen simultáneamente periodo seco previo e intervalo parto-concepción presente en el modelo. Sadek y Freeman, (1992); Schutz y Wiggans, (1994) (media de producción de leche a 305 días = 8.758 Kg) presentan un mayor efecto de los intervalos interpartos pasados cortos sobre la producción de leche y un mayor efecto general. Una posible causa de las diferencias encontradas con el presente trabajo, puede deberse a que el nivel productivo medio de los animales evaluados por estos autores es mayor al de los animales analizados en el presente trabajo (5.050 Kg) y por Brotherstone, (1987) (5.818,9 Kg). Como es ampliamente reconocido el efecto detrimental de los intervalos parto-concepción cortos es mayor en animales de alta producción. Los niveles productivos de los animales evaluados por Funk et al, (1987) y Sadek y Freeman, (1992) son similares, y los últimos atribuyen las diferencias a que en su trabajo no incluyen el efecto del periodo seco en el análisis. Makuza y McDaniel, (1996) para la población de Carolina del Norte no encuentran una tendencia clara del efecto posiblemente atribuida al bajo número de registros evaluados. De todo lo expuesto no surge una explicación consistente a las diferencias citadas anteriormente

Los resultados del presente estudio indican que los intervalos interpartos pasados largos tienen mayor efecto sobre la producción de leche que los reportados por los trabajos antes mencionados. Sadek y Freeman, (1992) sostienen que los intervalos parto-concepción largos permiten que las vacas tengan más tiempo para renovar sus reservas corporales que serán usadas para la producción de leche en la lactancia siguiente. Makuza y McDaniel, (1996) sugieren que esta relación es compleja y que es afectada por las condiciones ambientales y de manejo. Una posible explicación de los resultados obtenidos en el presente estudio es que en nuestras condiciones (sistema básicamente pastoril) la recuperación de reservas corporales en la lactancia tardía es más lenta y a su vez la importancia relativa de éstas en la siguiente lactancia temprana es mayor que en los sistemas con mayor suministro de concentrados de los que provienen la mayoría de los trabajos consultados, por lo que los animales en nuestras condiciones presenta una mayor respuesta a los intervalos interpartos pasados largos. Esto concuerda con lo reportado por Haresign, (1988) que sostiene que la respuesta a la alimentación en la última fase de la gestación, medida por la producción de leche en la siguiente lactación, no es independiente de la alimentación ofrecida al inicio de la lactación. Esto indica que en vacas alimentadas con un plano de alimentación medio en la lactancia temprana, la respuesta a la condición corporal será mayor que en vacas con plano de alimentación alto.

Contrariamente a lo ampliamente reconocido en la bibliografía consultada (Funk et al, 1987; Brotherstone, 1987 Makuza y McDaniel, 1996), en el presente estudio la magnitud del efecto del intervalo interparto pasado es mayor al efecto del intervalo interparto presente, lo que concuerda con lo reportado por Camoens et al, (1976). Los resultados de Sadek y Freeman, (1992) indican que el efecto del intervalo parto-concepción pasado es levemente superior al del intervalo parto-concepción presente.

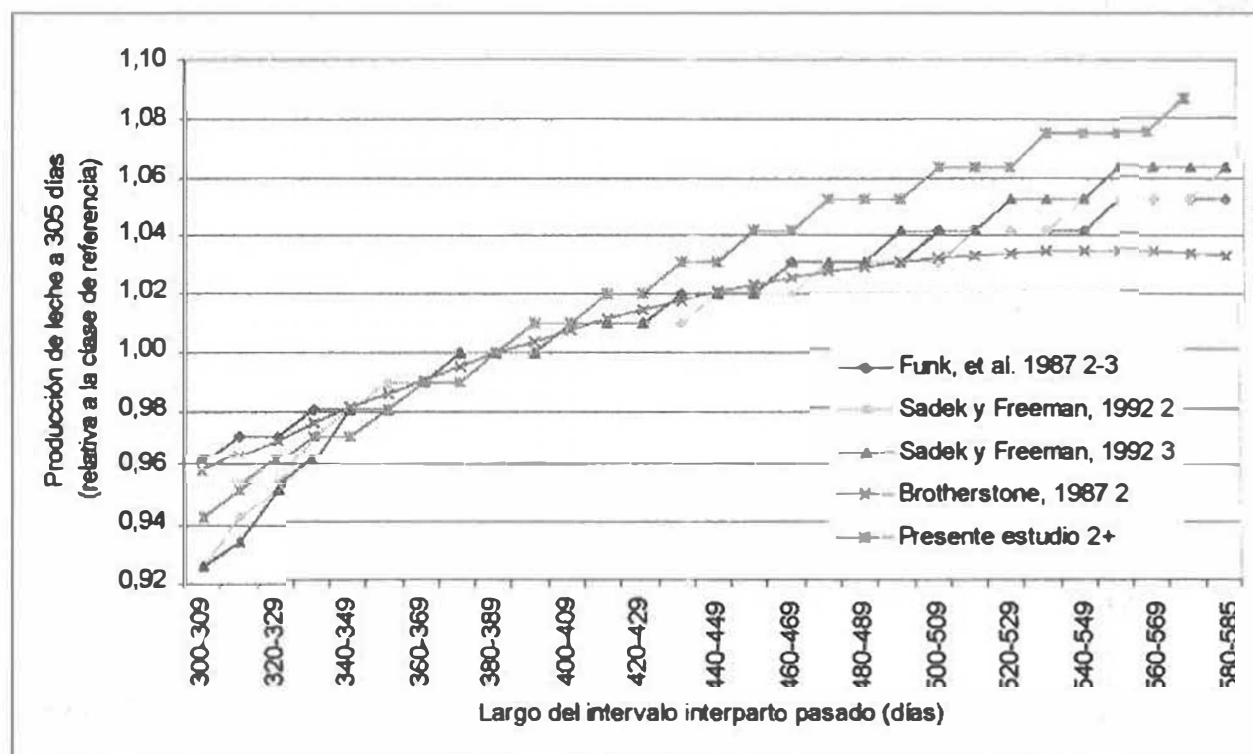
El efecto de la interacción intervalo interparto pasado x combinación número de lactancia- edad al parto probada en el modelo 5 no resultó significativo ($p < 0,01$), por lo cual no se consideró conveniente analizar el efecto según número de lactancia. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Funk et al, (1987) que proponen un único conjunto de factores para las lactancias evaluadas, debido a que no observaron diferencias en los resultados según número de lactancia. Sadek y Freeman, (1992) por otra parte proponen distintos factores de corrección según el número de lactancia aunque indican que la tendencia del efecto es similar para las lactancias analizadas (segunda y tercera). Schutz y Wiggans, (1994) también proponen diferencias entre lactancias en los factores de corrección para los registros de las evaluaciones genéticas de USDA-DHIA, aunque los resultados no indican grandes diferencias. Funk et al, (1987) atribuyen las diferencias según número de lactancias encontradas en otros trabajos para el efecto del intervalo parto-concepción presente y pasado, a que no incluyen simultáneamente en el modelo los intervalos parto-concepción pasado y presente y el período seco previo y a un posible efecto de la selección de vacas más que a un efecto verdadero del número de lactancia.

En la figura N° 7 se observa que los valores estimados de DEP para producción de leche no son constantes a través de las clases de intervalo interparto pasado, siguiendo una tendencia similar a la de este efecto sobre producción de leche a 305 días. La correlación entre las variables intervalo interparto pasado y DEP es positiva (0,10) y algo mayor a la observada (demuestra una mayor relación lineal) para producción de leche a 305 días con intervalo interparto pasado (Cuadro N° 12). Estos resultados indicarían la necesidad de corregir los registros por el intervalo interparto pasado, ya que existiría un sesgo en la estimación de los DEP sobre todo en los animales con intervalos interpartos pasados largos. Cabe la posibilidad de que el mencionado sesgo influya en el ordenamiento de los toros y vacas evaluadas.

Dado que existe un amplio consenso en la bibliografía consultada en que la heredabilidad de esta variable es baja (Cuadro N° 7), si esto se corrobora en nuestras condiciones, no existirían riesgos de incluir sesgos en la evaluación genética al corregir los registros de producción por este efecto.

Se estimaron factores de corrección multiplicativos (se probó heterogeneidad de varianzas mediante test de Bartlett) para la variable intervalo interparto pasado, con el mismo objetivo que el mencionado para el efecto período seco previo (Cuadro N° 30). En la figura N° 22 se presenta el inverso de los factores de corrección ($1/c$) obtenidos en el presente trabajo y por distintos autores.

Figura N° 22 .Inverso de los factores de corrección para intervalo interparto pasado según distintos autores.



El mayor factor de corrección para el efecto intervalo interparto pasado propuesto en el presente estudio (1,06) fue menor al obtenido por Sadek y Freeman, (1992) (1,08), Schutz y Wiggans, (1994) (1,11) y similar al obtenido por Brotherstone, (1987) (1,04), Funk et al, (1987) (1,04) para la clase de 20-29 días de intervalo parto-concepción. Por otra parte el menor factor de corrección para el presente estudio es menor (0,92) a los propuestos por Funk et al, (1987) (0,95), Brotherstone, (1987) (0,97), Sadek y Freeman, (1992) (0,94), Schutz y Wiggans, (1994) (0,94). El rango de variación total entre los factores de corrección propuestos en este trabajo es intermedio respecto al citado por los mencionados autores. Un aspecto a destacar es que ha existido un aumento en el rango de variación de los factores de corrección a través del tiempo en la bibliografía consultada.

En el cuadro N° 32 se presentan los coeficientes de correlación (por encima de la diagonal) entre los factores de corrección propuestos por los distintos autores y con los del presente estudio. Estos resultados indican la alta relación entre los factores de corrección propuestos por todos los autores consultados y con el presente estudio. Esta alta relación se registra a pesar de las diferencias en los niveles productivos medios de cada trabajo y de la forma de cálculo de los mencionados factores, indicando la consistencia del efecto. La alta correlación entre los resultados del presente estudio con los de Funk et al, (1987) puede deberse a que el análisis fue llevado a cabo en forma similar y para todas las lactancias evaluadas en conjunto.

Cuadro N° 32 . Correlaciones entre los factores de corrección estimados en el presente estudio y los presentados por otros autores (arriba de la diagonal) y su significación estadística (debajo de la diagonal).

	Funk et. al, (1987)	Sadek y Freeman, (1992) 3° lactancia	Sadek y Freeman, (1992) 2° lactancia	Brotherstone, (1987)	Presente estudio
Funk et. al, (1987)	-	0,97025	0,98015	0,96898	0,99146
Sadek y Freeman, (1992) 3° lactancia	0,0001	-	0,99165	0,96127	0,96852
Sadek y Freeman, (1992) 2° lactancia	0,0001	0,0001	-	0,96946	0,97703
Brotherstone, (1987)	0,0001	0,0001	0,0001	-	0,96857
Presente estudio 2° - 5° lactancia	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-

Teniendo en cuenta similares consideraciones que para la variable período seco previo, para apreciar la magnitud del efecto intervalo interparto pasado sobre los DEP, se deberían corregir los registros de producción de leche a 305 días y realizar una nueva estimación de los DEP. A partir de ahí se pueden comparar los ordenamientos de toros y vacas y observar el posible sesgo por no corregir por este efecto. Sadek y Freeman, (1989) destacan la importancia de ajustar los registros de producción por el comportamiento reproductivo pasado (período seco e intervalo parto-concepción pasado), encontrando una correlación mayor a 0,97 entre el ordenamiento de toros y vacas sin corregir con los corregidos. Sin embargo esta correlación bajó a sólo 0,77 si se considera el 5% superior de toros. Entonces los mencionados ajustes mejoraban la precisión en la evaluación genética de toros y vacas (Sadek y Freeman, 1989).

Los resultados obtenidos por Funk et al, (1987), Makuza y McDaniel, (1996) (para Carolina del Norte) muestran un mayor efecto relativo del período seco previo (la diferencia entre la clase de mayor producción de leche y la de menor producción) respecto al intervalo parto-concepción pasado. Camoens et al, (1976) reporta en cambio, que el intervalo interparto pasado tiene un mayor efecto que el período seco previo sobre la producción de leche. Por otra parte en el presente estudio los efectos fueron similares, al igual que lo reportado por Makuza y McDaniel, (1996) para la población de Zimbabwe. Esto sugiere que posiblemente el efecto del período seco previo es mayor en las poblaciones con mayor nivel productivo (Noreste de Estados Unidos y Carolina del Norte).

5. CONCLUSIONES

Los efectos ocasionados por el largo del período seco previo, intervalo interparto pasado y presente resultaron altamente significativos sobre la producción de leche a 305 días en todos los análisis realizados en el presente estudio. Esto indica la consistencia de los mencionados efectos sobre la producción de leche.

El efecto del período seco previo mostró una tendencia similar a la ampliamente reportada en la bibliografía, observándose un óptimo en producción de leche en las clases de 50 a 69 días. Los períodos secos cortos tuvieron un efecto negativo sobre la producción de leche. Los períodos secos largos muestran un mayor efecto negativo sobre la producción de leche que lo reportado en la bibliografía, aunque menor al observado para los períodos secos cortos en el presente trabajo.

El efecto del intervalo interparto presente presentó una tendencia similar, aunque de menor magnitud a la ampliamente reportada en la bibliografía. La producción de leche a 305 días aumenta a tasas decrecientes con el alargamiento del intervalo interparto presente, aunque por encima de los 425 días (aproximadamente 145 días de intervalo parto-concepción), la tendencia de aumento no es clara. Esto último evidencia que el efecto del intervalo interparto presente (o parto-concepción) se debe principalmente al efecto depresivo de la gestación, tal como ha sido reportado.

El efecto del intervalo interparto pasado presentó una tendencia similar y de magnitud intermedia a la reportada en la bibliografía. Se constató un aumento a tasas decrecientes de la producción de leche en todo el rango estudiado de intervalo interparto pasado. Los intervalos interpartos pasados largos provocaron mayores beneficios en producción de leche que lo reportado por la bibliografía, probablemente atribuible a una mayor dependencia de la recuperación de reservas corporales en nuestras condiciones.

La inclusión del efecto aleatorio del padre en el análisis no modificó la tendencia de los efectos período seco previo e intervalo interparto pasado sobre la producción de leche.

Se constató la mejora en el análisis al incluir el efecto combinado rodeo-año-estación (RAE) en el modelo respecto a la inclusión de los efectos por separado. Esto no varió el efecto del período seco previo y el intervalo interparto pasado aunque mejoró el R^2 del modelo. La inclusión de todos los efectos en forma simultánea logró un muy buen ajuste del modelo ($R^2 = 0,66$ para el modelo 7), indicando que la corrección de la variación ambiental para producción de leche usando estos criterios es muy buena.

Se demostró la necesidad de considerar el comportamiento reproductivo pasado a través del intervalo interparto pasado y del período seco previo como variable de manejo en las evaluaciones genéticas.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Se considera conveniente estudiar con detenimiento la forma en que deben ser considerados los efectos intervalo parto pasado y período seco previo en la Evaluación Genética Nacional para la Raza Holando, dado que estos efectos ambientales se han mostrado altamente significativos.

En futuras investigación sobre el tema se deberían estimar parámetros genéticos para las variables intervalo parto (o intervalo parto-concepción) y período seco (discriminando entre períodos secos cortos, medios y largos) para nuestras condiciones de producción. Esto ayudaría en la decisión de considerar estas variables en las evaluaciones genéticas.

Se debería estudiar en profundidad la relación causa-efecto existente entre el largo del intervalo parto-concepción presente y la producción de leche en la lactancia temprana, buscando mejores estimaciones del verdadero efecto del intervalo parto-concepción presente sobre la producción de leche a 305 días.

Las interacciones período seco previo x combinación número de lactancia-edad al parto y estación de parto x combinación número de lactancia-edad al parto deben ser consideradas en estudios posteriores.

7. RESUMEN

En el presente estudio se analizó la influencia de los efectos período seco e intervalo interparto sobre la producción de leche a 305 días para vacas Holando. Se utilizaron 69.537 registros de lactancias ocurridas entre 1989 y 1997, pertenecientes a 40.739 vacas en 391 rodeos. Los registros provienen de la Asociación Rural del Uruguay y el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero.

Para el análisis se utilizaron siete modelos, en los que se incluyeron además los efectos principales, rodeo, año de parto, mes o estación de parto, combinación número de lactancia-edad al parto y el efecto aleatorio del padre. Todos los efectos analizados resultaron altamente significativos ($p < 0,01$).

Se definieron cinco estaciones de parto según niveles productivos (noviembre-diciembre-enero; febrero-ocutubre; marzo-setiembre; abril-julio-agosto; y mayo-junio). La inclusión del efecto RAE mejoró el ajuste de los modelos.

El período seco previo presentó una tendencia similar a la ampliamente reportada por la bibliografía internacional. Se estimaron factores de corrección multiplicativos, siendo el máximo 1,14 para la clase de 0 a 9 días. Los períodos secos largos presentaron un efecto depresivo mayor a lo reportado.

El aumento del largo del intervalo interparto pasado provocó aumentos decrecientes en la producción de leche, tal como lo reportado. Se estimaron factores de corrección multiplicativos, que variaron entre 0,92 y 1,06 para las clases de 570 - 579 y 300 - 309 días respectivamente. Los intervalos interpartos pasados largos provocaron mayores aumentos en producción de leche a 305 días que lo reportado.

El intervalo interparto presente mostró un efecto inferior al reportado en la bibliografía. Los intervalos interpartos presentes menores a 425 días provocaron descensos marcados en la producción de leche.

Se demostró la importancia de considerar el período seco e intervalo interparto en la evaluación genética. La forma de incorporar ambos efectos, requiere estudios más profundos.

8. SUMMARY

This research was conducted on 69,537 lactations of 40,739 Holstein cows that calved from 1989 until 1997. Records belonged to "Asociación Rural del Uruguay" and "Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero".

Calving interval and dry period effects on 305 day milk production were analyzed. Seven models were analyzed including those two effects plus herd, year of calving, calving month and season, age-parity and the random effect of sire. All effects were highly significant ($P < 0.01$).

Calving months were grouped in five seasons: November-December-January; February-October; March-September; April-July-August; May-June. The inclusion of HYS effect improved the model.

The previous dry period had a similar effect than international reports. Multiplicative adjustment factors were developed, obtaining a maximum of 1.14 at 0-9 day class. A larger dry period showed mayor depressive effects than reported.

The increase in milk production per unit increase in previous calving interval steadily declines, as the previous calving interval becomes longer, as reported. Multiplicative adjustment factors were developed, which ranged between 0.92 and 1.06 for 570 - 579 and 300 - 309 day classes, respectively. For longer previous calving interval, the increase in 305-d milk production was greater than reported.

The effect of present calving interval was smaller than reported in the literature. Milk production increased rapidly as present calving interval increased up to 425 days.

The results in the present study show the importance of considering dry period and previous calving interval effects on genetic evaluation. The consideration of these effects needs more specific studies in the future.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ALONSO, J.D.; MONTES, E. 1989. Estudio de parámetros no genéticos que influyen en la producción de leche en ganado Normando. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 122p.
2. ARTAGAVEYTIA, R.; DELAFOND, N. 1991. Factores que afectan las características reproductivas en rodeos lecheros. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 112p.
3. ASOCIACION RURAL DEL URUGUAY; INSTITUTO NACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO LECHERO; FACULTAD DE AGRONOMIA. 1998. Evaluación Genética Nacional – Raza Holando – 1998. Montevideo. Cuqui Pando S.R.L. 36p.
4. BADINGA, L.; COLLIER, R.J.; WILCOX, C.J.; THATCHER, W.W. 1985. Interrelationships of milk yield, body weight, and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*. 68(7):1828-1831.
5. BAGNATO, A.; OLTENACU, P.A. 1994. Phenotypic evaluation of fertility traits and their association with milk production of italian friesian cattle. *Journal of Dairy Science*. 77:874-882.
6. BAR-ANAN, R.; SOLLER, M. 1979. The effects of days-open on milk yield and on breeding policy post partum. *Animal Production*. 29:109-119.
7. BERGER, P.J.; SHANKS, R.D.; FREEMAN, A.E.; LABEN, R.C. 1981. Genetic aspects of milk yield and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*. 64(1):114-122.
8. BERRUECOS, J.M.; WILSEY, C.; HIDALGO, M.A. 1971. Perdidas economicas por problemas reproductores : I. Efecto del numero de lactaciones y del periodo seco. *Tecnica Pecuaria en Mexico*. 18:70-73.
9. BERRUTTI, G.E.; GRIGNOLA, F.E. 1987. Análisis de la variación de registros de producción de leche, producción de grasa asociada a rodeo, año de parto, estación de parto y edad al parto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 131p.
10. BRITT, J.H. 1985. Enhanced reproduction and its economic implications. *Journal of Dairy Science*. 68(6):1585-1592.
11. DUCKER, M. J. 1994. Desempeño reproductivo del rodeo. *In* Principios y prácticas de la alimentación de vacas lecheras. BROSTER, W. H.; PHIPPS, R. H.; JOHNSON, C. L. Montevideo, Hemisferio Sur. pp 301-318.
12. BROTHERSTONE, S. 1987. A note on the value and methods of correcting milk records for calving interval or days dry. *Animal Production*. 44:322-325.
13. CAMOENS, J.K.; McDOWELL, R.E.; VAN VLECK, L.D.; RIVERA ANAYA, J.D. 1976. Holsteins in Puerto Rico: II. Influence of lactation length, days dry, days open, and calving interval on production traits. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 60(4):540-550.

14. CARDOZO, E.L.; CIBILS, G. 1983. Criterios para la evaluación de toros de razas lecheras a nivel nacional. *Revista de la AIA*. 1(4):223-230
15. CARRAU, P.; VERONESI, M. 1991. Incidencia de efectos no genéticos en el comportamiento productivo de ganado Holando. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agromomía. 125p.
16. COPPOCK, C.E.; EVERETT, R.W.; NATZKE, R.P.; AINSLIE, H.R. 1974. Effect of dry period length on holstein milk production and selected disorders at parturition. *Journal of Dairy Science*. 57(6):712-718.
17. DIAZ, F.M.; ALLAIRE, F.R. 1982. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactations. *Journal of Dairy Science*. 65(1):136-145.
18. DONG, M.C.; VAN VLECK, L.D. 1989. Correlations among first and second lactation milk yield and calving interval. *Journal of Dairy Science*. 72:1933-1936.
19. EICKER, S.W.; GRÖHN, Y.T.; HERTL, J.A. 1996. The association between cumulative milk yield, days open, and days to first breeding in New York holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 79(2):235-241.
20. ENEVOLDSEN, C.; HINDHEDE, J.; KRISTENSEN, T. 1996. Dairy herd management types assessed from indicators of health, reproduction, replacement, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 79:1221-1236.
21. ERB, H.N.; MARTIN, S.W.; ISON, N.; SWAMINATHAN, S. 1981a. Interrelationships between production and reproductive diseases in holstein cows Conditional relationships between production and disease. *Journal of Dairy Science*. 64(2):272-281.
22. _____. _____. _____. _____. 1981b. Interrelationships between production and reproductive diseases in holstein cows Path analysis. *Journal of Dairy Science*. 64(2):282-289.
23. ERB, R.E.; GODWIN, M.M.; MORRISON, R.A.; SHAW, A.O. 1952. Lactation studies. 1. Effect of gestation. *Journal of Dairy Science*. 35:224-233.
24. EVERETT, R.W. 1989. Age and days open effects in sire evaluation. *Journal of Dairy Science*. 72(Supl. 1):73.(Abstract).
25. FAUST, F.A.; McDANIEL, B.T.; ROBISON, O.W.; BRITT, J.H. 1988. Environmental and yield effects on reproduction in primiparous Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 71(11):3092-3099.
26. FUNK, D.A.; FREEMAN, A.E.; BERGER, P.J. 1987. Effects of previous days open, previous days dry, and present days open on lactation yield. *Journal of Dairy Science*. 70:2366-2373.
27. GENIZI, A.; SCHINDLER, H.; AMIR, S.; EGER, S.; ZARCHI, M.; FOOTE, R.H. 1992. A simulation study of the effects of the calving interval on milk yields of dairy cows in fixed time periods. *Animal Production*. 55:309-314.

28. GERRA, D.; MENENDEZ, A. 1983. Influencia del periodo de servicio sobre la producción de leche parcial y total en vacas Holstein. *Revista Cubana de Reproducción Animal*. 9(1):47-57.
29. GILL, G.S.; ALLAIRE, F.R. 1976. Relationship of age at first calving, days open, days dry, and herd life to a profit function for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 59(6):1131-1139.
30. HARESIGN, W. 1988. Condición corporal, producción de leche y reproducción en el ganado vacuno. *In* Avances en nutrición de los rumiantes. HARESIGN, W; COLE, D. J. A. Zaragoza. Editorial Acriba. pp 1-17.
31. HILLERS, J.K.; SENGEL, P.L.; DARLINGTON, R.L.; FLEMING, W.N. 1984. Effects of Production, Season, Age of Cow, Days Dry, and Days in Milk on Conception to First Service in Large Commercial Dairy Herds. *Journal of Dairy Science*. 67(4):861-867.
32. JAMES, A.D.; ESSLEMONT, R.J. 1979. The economics of calving intervals. *Animal Production*. 29:157-162.
33. KEOWN, J.F.; EVERETT, R.W. 1986. Effects of days carried calf, days dry, and weight of first calf heifers on yield. *Journal of Dairy Science*. 69(7):1891-1896.
34. KLEIN, J.W.; WOODWARD, T.E. 1943. Influence of length of dry period upon the quantity of milk produced in the subsequent lactation. *Journal of Dairy Science* 26:705-713.
35. LABEN, R.L.; SHANKS, R.; BERGER, P.J.; FREEMAN, A.E. 1982. Factors affecting milk yield and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*. 65(6):1004-1015.
36. LEE, J.E.; FOSGATE, O.T.; CARMON, J.L. 1961. Some effects of certain environmental and inherited influences upon milk and fat production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 44:296-299.
37. LEE, J.K.; VANRADEN, P.M.; NORMAN, H.D.; WIGGANS, G.R.; MEINERT, T.R. 1997. Relationship of yield during early lactation and days open during current lactation with 305-day yield. *Journal of Dairy Science*. 80:771-776.
38. LOUCA, A.; LEGATES, J.E. 1968. Production losses in dairy cattle due to days open. *Journal of Dairy Science*. 51(4):573-583.
39. MAKUZA, S.M.; McDANIEL, B.T. 1992. Effects of days dry, previous and present days open on production in two different populations. *Journal of Dairy Science*. 75.(Supl. 1):156.(Abstract).
40. _____. 1996. Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. *Journal of Dairy Science*. 79:702-709.
41. MARTI, C.F.; FUNK, D.A. 1994. Relationship between production and days open at different levels of herd production. *Journal of Dairy Science*. 77:1682-1690.
42. MONTALDO, H.; TORRES, S. 1993. Repetibilidad de la producción de leche e intervalo entre partos en una población de vacas holstein en México. *Archivos de Zootecnia*. 42:361-366.

43. NEBEL, R.L.; MCGILLIARD, M.L. 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 76:3257-3268.
44. O'CONNOR, H.H.; OLTENACU, P.A.; SMITH, R.D. 1987. Determination of de time of drying off to maximeze return over feed and labor costs using decision analysis and computer simulation. *Journal of Dairy Science*. 70.(Supl. 1):110.(Abstract).
45. O'CONNOR, J.J.; OLTENACU, J.R.; OLTENACU, P.A. 1988. Determination of optimum drying off time for dairy cows using decision analysis and computer simulation. *Journal of Dairy Science*. 71(11):3080-3091.
46. OLTENACU, P.A.; ROUNSAVILLE, T.R.; MILLIGAN, R.A.; HINTZ, R.L. 1980. Relationship between days open and cumulative milk yield at various intervals from parturition for high and low producing cows. *Journal of Dairy Science*. 63:1317-1327.
47. PASTORI, H.E.; PAULLIER, G. 1980. Determinación de factores de corrección de registros de producción de leche según edad al parto. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 104p.
48. RAHEJA, K.L.; BURNSIDE, E.B.; SCHAEFFER, L.R. 1989. Relationships between fertility and production in holstein dairy cattle in different lactations. *Journal of Dairy Science*. 72:2670-2678.
49. RAMOS, D.I.; GUTIERREZ DE LA, R.H. 1989. Dias abiertos de vacas holstein. *Revista ICA*. 24:450-455.
50. RAVAGNOLO, O.; ROVERE, G.; CARDOZO, E. 1996. Efecto de la edad de la vaca al parto y estacion de paricion sobre la producción de leche a 305 dias. In Congreso uruguayo de producción animal,(1º, 1996, Montevideo) Anales. Montevideo. pp. 128-131.
51. RIPLEY, R.L.; TUCKER, W.L.; VOELKER, H.H. 1970. Effect of days open on lactation production. *Journal of Dairy Science*. 53(Supl. 1):654.(Abstract).
52. SADEK, M.H.; FREEMAN, A.E. 1989. Improving sire and cow evaluation by adjusting production data for past reproductive performance. *Journal of Dairy Science*. 72(supl. 1):73.(Abstract).
53. _____. 1992. Adjustment factors for previous and present days open considering all lactations. *Journal of Dairy Science*. 75(1):279-287.
54. SAS® User's Guide: Statistics Edition, Version 6.03. SAS Inst., Inc, Cary, NC.
55. SCHAEFFER, L.R.; HENDERSON, C.R. 1972. Effects of days dry and days open on Holstein milk production. *Journal of Dairy Science*. 55(1):107-112.
56. _____. EVERETT, R.W.; HENDERSON, C.R. 1973. Lactation records adjusted for days open in sire evaluation. *Journal of Dairy Science*. 56(5):602-607.
57. SCHINDLER, H.; EGER, S.; DAVIDSON, M.; OCHOWSKI, D.; SCHERMERHORN, E.C.; FOOTE, R.H. 1991. Factors affecting response of groups of dairy cows managed for different calving-conception intervals. *Theriogenology*. 36(3):495-503.

58. SCHNEEBERGER, M.; HAGGER, CH. 1984. Genetic parameters for days open, milk yield, and fat and protein content of swiss braunvieh cows. *Livestock Production Science*. 11:261-268.
59. SCHUTZ, M.M.; WIGGANS, G.R. 1994. Age and month at calving and previous days open. <http://aipl.arsusda.gov/memos/html/agemo.html>
60. SEYKORA, A.J.; McDANIEL, B.T. 1983. Heritabilities and correlations of lactation yields and fertility for Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 66(7):1486-1493.
61. SMITH, J.W.; LEGATES, J.E. 1962. Relation of days open and days dry to lactation milk and fat yields. *Journal of Dairy Science*. 45:1192-1198.
62. SORENSEN, J.T.; ENEVOLDSEN, C. 1991. Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *Journal of Dairy Science*. 74(4):1277-1283.
63. _____. KRISTENSEN, T. 1993. Effects of different dry period lengths on production and economy in the dairy herd estimated by stochastic simulation. *Livestock Production Science*. 33:77-90.
64. STEEL, R. G. D; TORRIE, J. H. 1985. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2ª. Reimp. Colombia, Mc Graw-Hill. 610p.
65. SWANSON, E.W. 1965. Comparing continuous milking with sixty-day dry periods in successive lactations. *Journal of Dairy Science*. 48:1205-1209.
66. THOMPSON, J.R.; FREEMAN, A.E.; BERGER, P.J. 1982. Days-open adjusted, annualized, and fat-corrected yields as alternatives to mature-equivalent records. *Journal of Dairy Science*. 65:1562-1577.
67. VAN RADEN, P.M.; WIGGANS, G.R.; POWELL, R.L.; NORMAN, H.D. 1995. Changes in USDA-DHIA genetic evaluations (january 1995). *AIPL Res. Rpt.* (1995); CH3. <http://aipl.arsusda.gov/memos/pdf/chng951.pdf>
68. WELLER, J.I.; BAR-ANAN, R.; OSTERKORN, K. 1985. Effects of days open on annualized milk yields in current and following lactations. *Journal of Dairy Science*. 68(5):1241-1249.
69. WILTON, J.W.; BURNSIDE, E.B.; RENNIE, J.C. 1967. The effects of days dry and days open on the milk and butterfat production of holstein-friesian cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 47:85-90.
70. WOOD, P.D.P. 1977. The effect of the dry period on the subsequent lactation in three half-sib groups of british friesians. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 89:737-741.
71. _____. 1985. Importance of the calving interval to milk yield in the following lactation of British Friesian cows. *Journal of Dairy Research*. 52:1-8.

10. APENDICE

Cuadro N° 1 .Frecuencias de las clases de combinación número de lactancia-edad al parto y clases agrupadas.

Lact-edad	Frecuencia	Porc.	Frec. Acum.	Porc. Acum.	Agrupamiento	Frecuencia	Porcentaje	Frec. Acum.	Porc. Acum.
7	2658	3,8	2658	3,8	1	2658	3,8	2658	3,8
8	8272	11,9	10930	15,7	2	26227	37,7	28885	41,5
9	10074	14,5	21004	30,2					
10	4840	7	25844	37,2					
11	2067	3	27911	40,1					
12	974	1,4	28885	41,5					
13	1797	2,6	30682	44,1	3	21721	31,2	50606	72,8
14	4837	7	35519	51,1					
15	6777	9,7	42296	60,8					
16	4493	6,5	46789	67,3					
17	2314	3,3	49103	70,6					
18	1346	1,9	50449	72,5					
19	157	0,2	50606	72,8					
20	807	1,2	51413	73,9	4	18931	27,2	69.537	100
21	2583	3,7	53996	77,7					
22	3609	5,2	57605	82,8					
23	4908	7,1	62513	89,9					
24	508	0,7	63021	90,6					
25	4525	6,5	67546	97,1					
26	1991	2,9	69.537	100					

Cuadro N° 2 .Frecuencias de los meses de parto y estaciones de parto.

Mes de parto	Frecuencia	Porcentaje	Agrupamiento (Est. de parto)	Frecuencia	Porcentaje	Frec. Acumulada	Porc. Acumulado
Noviembre	3968	5,7	1	8542	12,3	8542	12,3
Diciembre	2786	4					
Enero	1788	2,6					
Febrero	3314	4,8	2	8849	12,7	17391	25
Octubre	5535	8					
Marzo	11836	17	3	17610	25,3	35001	50,3
Setiembre	5774	8,3					
Abril	9518	13,7	4	20283	29,2	55284	79,5
Julio	4874	7					
Agosto	5891	8,5					
Mayo	8283	11,9	5	14253	20,5	69.537	100
Junio	5970	8,6					

Cuadro N° 3 .Frecuencias de clases de Intervalo Interparto pasado.

Intervalo interparto pasado	Frecuencia	Porcentaje	Frec. Acumulada	Porc. Acumulado
1	624	0,9%	624	0,9%
2	1456	2,1%	2080	3,0%
3	2632	3,8%	4712	6,8%
4	4079	5,9%	8791	12,6%
5	4956	7,1%	13747	19,8%
6	5912	8,5%	19659	28,3%
7	6061	8,7%	25720	37,0%
8	5733	8,2%	31453	45,2%
9	5007	7,2%	36460	52,4%
10	4278	6,2%	40738	58,6%
11	3727	5,4%	44465	63,9%
12	3222	4,6%	47687	68,6%
13	2689	3,9%	50376	72,4%
14	2325	3,3%	52701	75,8%
15	2112	3,0%	54813	78,8%
16	1804	2,6%	56617	81,4%
17	1597	2,3%	58214	83,7%
18	1417	2,0%	59631	85,8%
19	1326	1,9%	60957	87,7%
20	1193	1,7%	62150	89,4%
21	1165	1,7%	63315	91,1%
22	1107	1,6%	64422	92,6%
23	1089	1,6%	65511	94,2%
24	912	1,3%	66423	95,5%
25	850	1,2%	67273	96,7%
26	864	1,2%	68137	98,0%
27	719	1,0%	68856	99,0%
28	681	1,0%	69.537	100,0%

Cuadro N° 4 .Frecuencias de clases de periodo seco previo.

Periodo seco	Frecuencia	Porcentaje	Frec. Acumulada	Porc. Acumulado
1	691	1,0%	691	1,0%
2	971	1,4%	1662	2,4%
3	1689	2,4%	3351	4,8%
4	3102	4,5%	6453	9,3%
5	5121	7,4%	11574	16,6%
6	7570	10,9%	19144	27,5%
7	9185	13,2%	28329	40,7%
8	8519	12,3%	36848	53,0%
9	7061	10,2%	43909	63,1%
10	5600	8,1%	49509	71,2%
11	4511	6,5%	54020	77,7%
12	3280	4,7%	57300	82,4%
13	2528	3,6%	59828	86,0%
14	1959	2,8%	61787	88,9%
15	1474	2,1%	63261	91,0%
16	1149	1,7%	64410	92,6%
17	936	1,3%	65346	94,0%
18	720	1,0%	66066	95,0%
19	3471	5,0%	69.537	100,0%

Cuadro N° 5 .Análisis de varianza para el modelo 1 (presentación Tipo III).

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F
Modelo	473	41918718437	48,35%	88623083	137	0,0001 ***
Error	69062	44775272726	51,65%	648334		
Total	69535	86693991163	100%			

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados (Tipo III)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F
Rodeo	390	31369929818	36,18%	80435718	124	0,0001 ***
Año de parto	8	3327482605	3,84%	415935326	642	0,0001 ***
Mes de parto	11	623824386	0,72%	56711308	87	0,0001 ***
Combinación lactancia-edad	19	1973679286	2,28%	103877857	160	0,0001 ***
Intervalo interparto pasado	27	1190781599	1,37%	44103022	68	0,0001 ***
Período seco previo	18	1719683461	1,98%	95537970	147	0,0001 ***

Cuadro N° 6 .Resultado de la prueba de comparación de medias de producción de leche a 305 días según mes de parto.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	O	***	***	***	***	***	***	***	***	***		*
2	***	O	***	***	***	***	***	***	***		***	*
3	***	***	O	***	***	***	***	***		***	***	***
4	***	***	***		***	***	***		***	***	***	***
5	***	***	***	***	O		***	***	***	***	***	***
6	***	***	***	***		O	*	***	***	***	***	***
7	***	***	***	***	***	*			***	***	***	***
8	***	***	***		***	***			***	***	***	***
9	***	***		***	***	***	***	***	O	***	***	***
10	***		***	***	***	***	***	***	***	O	***	**
11		**	***	***	***	***	***	***	***	***	O	
12	*	*	***	***	***	***	***	***	***	**		O

Nota: Los meses de parto de igual color pertenecen a la misma estación de parto.

*** P<0,001

** P<0,01

* P<0,05

Cuadro N° 7 .Resultado de la prueba comparación de medias de producción de leche a 305 días según combinación número de lactancia-edad al parto.

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
7	O	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
8	***	O	***				***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
9	***	***	O				***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10	***			O			***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
11	***				O		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
12	***	*				O	***	***	***	***	***	***	*	***	***	***	***	***	***	***
13	***	***	***	***	***	***	O							***	***	***	***	***	***	***
14	***	***	***	***	***	***		O	*					***	***	***	***	***	***	***
15	***	***	***	***	***	***		*	O		*	*		***	***	***	***	***	***	***
16	***	***	***	***	***	***				O		*		***	***	***	***	***	***	***
17	***	***	***	***	***	***			*		O			***	***	***	***	***	***	***
18	***	***	***	***	***	***			*	*		O		***	***	***	***	***	***	***
19	***	***	***	***	***	*							O	***	*	***	*	*	*	*
20	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	O					***	***
21	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*		O	*			***	***
22	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	O	***		***	***
23	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	O	***	***	***
24	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***			O		***
25	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		O	***
26	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	O

Nota: Las clases de igual color pertenecen a la misma clase de combinación lactancia-edad.

*** P<0,001

** P<0,01

* P<0,05

Cuadro N° 8 .Análisis de varianza para el modelo 2 (presentación Tipo III).

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P > F	
Modelo	450	41854849913	48,28%	93010778	143,31	0,0001	***
Error	69086	44839283273	51,72%	649036			
Total	69536	86694133185	100,00%				

Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados (Tipo III)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P > F	
Rodeo	390	31748662171	36,62%	81406826	125,43	0,0001	***
Año	8	3487739779	4,02%	435967472	671,72	0,0001	***
Estación	4	618042712	0,71%	154510678	238,06	0,0001	***
Lactancia-edad	3	1921688795	2,22%	640562932	986,95	0,0001	***
Intervalo Interparto pasado	27	1265914858	1,46%	46885735	72,24	0,0001	***
Período seco	18	1747744599	2,02%	97096922	149,60	0,0001	***

*** P<0,001

Cuadro N° 9 .Análisis de varianza para el modelo 3 (presentación Tipo III).

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
Modelo	846	42242995972	48,727%	49932619	77,16	0,0001	***
Error	68689	44450995191	51,273%	647134			
Total	69535	86693991163	100%				

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados (Tipo III)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
Rodeo	390	31421532151	36,24%	80568031	124,5	0,0001	***
Año de parto	8	917718545	1,06%	114714818	177,27	0,0001	***
Estación de parto	4	244442336	0,28%	61110584	94,43	0,0001	***
Combinación lactancia-edad	3	709383707	0,82%	236461236	365,4	0,0001	***
Intervalo interparto pasado	27	673594645	0,78%	24947950	38,55	0,0001	***
Período seco previo	18	863172245	1,00%	47954014	74,1	0,0001	***
Año de parto x Intervalo interparto pasado	216	167769083	0,19%	776709	1,2	0,0236	*
Año de parto x Período seco previo	144	166397990	0,19%	1155542	1,79	0,0001	***
Estación de parto x combinación lactancia-edad	12	28218938	0,03%	2351578	3,63	0,0001	***
Año de parto x combinación lactancia-edad	24	18424101	0,02%	767671	1,19	0,2408	NS

*** P<0,001

** P<0,01

* P<0,05

NS = no significativo al 5 %

Cuadro N° 10 . Análisis de varianza para el modelo 4 (presentación Tipo I y III).

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P > F	
Modelo	5407	52381204152	60,42%	9687665	18,11	0,0001	***
Error	64128	34312787011	39,58%	535067			
Total	69535	86693991163	100,00%				

Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados (Tipo I)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P > F	
RAE	5359	48472858000	55,91%	9045131	16,90	0,0001	***
Combinación lactancia-edad	3	1480584406	1,71%	493528135	922,37	0,0001	***
Intervalo interparto pasado	27	754013333	0,87%	27926420	52,19	0,0001	***
Periodo seco previo	18	1673748413	1,93%	92986023	173,78	0,0001	***

Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados (Tipo III)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P > F	
Combinación lactancia-edad	3	1659193379	1,91%	553064460	1033,6	0,0001	***
Intervalo interparto pasado	27	1284291190	1,48%	47566340	88,90	0,0001	***
Periodo seco previo	18	1673748413	1,93%	92986023	173,78	0,0001	***

*** P<0,001

Cuadro N° 11 . Clases eliminadas de la interacción período seco previo x intervalo interparto pasado, para realizar el análisis con el modelo 5.

		Clases de período seco previo																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Clases de intervalo interparto pasado	1	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x
	2	x												x	x	x	x	x	x
	3	x														x	x	x	x
	4	x																x	x
	5	x																	
	6	x																	
	7	x																	
	8	x																	
	9	x																	
	10	x																	
	11	x																	
	12	x																	
	13	x	x																
	14	x	x																
	15	x	x																
	16	x	x																
	17	x	x	x															
	18	x	x	x	x														
	19	x	x	x	x														
	20	x	x	x	x														
	21	x	x	x	x														
	22	x	x	x	x														
	23	x	x	x	x	x													
	24	x	x	x	x	x													
	25	x	x	x	x	x													
	26	x	x	x	x	x													
	27	x	x	x	x	x	x												
	28	x	x	x	x	x	x												

Nota: Las combinaciones marcadas con una "x" fueron eliminadas por tener una frecuencia menor a 30 registros. La clase N° 17 de período seco previo corresponde a las clases 17 y 18 definidas en la sección Materiales y Métodos.

Cuadro N° 12 .Análisis de varianza para el modelo 5 (presentación Tipo I y III).

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
Modelo	5884	51284743071	61,00%	8715966	16,46	0,0001	***
Error	61943	32794982606	39,00%	529438			
Total	67827	84079725677	100,00%				

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados (Tipo I)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
RAE	5343	47387767388	56,36%	8869131	16,75	0,0001	***
Combinación lactancia-edad	3	1413519298	1,68%	471173100	889,95	0,0001	***
Intervalo interparto pasado	27	656987154	0,78%	24332858	45,96	0,0001	***
Período seco previo	16	1519967574	1,81%	94997973	179,43	0,0001	***
Intervalo interparto pasado x Período seco previo	366	217030992	0,26%	592981	1,12	0,0568	NS
Intervalo interparto pasado x Combinación lactancia-edad	81	51309670	0,06%	633453	1,20	0,1099	NS
Período seco previo x combinación lactancia-edad	48	38160994	0,05%	795021	1,50	0,0139	*

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados (Tipo III)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
Combinación lactancia-edad	3	664521631	0,79%	221507210	418,38	0,0001	***
Intervalo interparto pasado	27	409145750	0,49%	15153546	28,62	0,0001	***
Período seco previo	16	580957771	0,69%	36309861	68,58	0,0001	***
Intervalo interparto pasado x Período seco previo	366	215875604	0,26%	589824	1,11	0,0659	NS
Intervalo interparto pasado x Combinación lactancia-edad	81	49195799	0,06%	607356	1,15	0,1723	NS
Período seco previo x combinación lactancia-edad	48	38160994	0,05%	795021	1,50	0,0139	*

*** P<0,001

** P<0,01

* P<0,05

NS = no significativo al 5 %

Cuadro N° 13 .Análisis de varianza para el modelo 6 según las distintas submuestras analizadas.

El efecto padre resultó altamente significativo ($P<0,01$), testeado mediante una prueba Z, para todas las muestras analizadas.

a) Registros de 1989 a 1994

Número de observaciones	16907
Varianza estimada	551499,1
Desvio estandar estimado	742,6299

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	213	30,82	0,0001
Año de parto	5	146,26	0,0001
Estación de parto	4	59,47	0,0001
Combinación lactancia-edad	3	220,93	0,0001
Intervalo Interparto pasado	27	20,4	0,0001
Período seco previo	18	30,84	0,0001

b) Registros del 1995-1997

Número de observaciones	22279
Varianza estimada	580794,7
Desvio estandar estimado	762,0989

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	315	33,89	0,0001
Año de parto	2	64,99	0,0001
Estación de parto	4	131,33	0,0001
Combinación lactancia-edad	3	242,42	0,0001
Intervalo Interparto pasado	27	21,26	0,0001
Período seco previo	18	46,28	0,0001

c) Registros de padres de Pedigree nacional

Número de observaciones	29687
Varianza estimada	562436,2
Desvio estandar estimado	749,9574

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	303	33,98	0,0001
Año de parto	8	179,94	0,0001
Estación de parto	4	146,22	0,0001
Combinación lactancia-edad	3	369,85	0,0001
Intervalo Interparto pasado	27	32,69	0,0001
Período seco previo	18	55,63	0,0001

d) Registros de padres no de pedigree

Número de observaciones	9499
Varianza estimada	678331,8
Desvio estandar estimado	823,609

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	263	18,71	0,0001
Año de parto	8	36,38	0,0001
Estación de parto	4	35,7	0,0001
Combinación lactancia-edad	3	93,67	0,0001
Intervalo Interparto pasado	27	6,91	0,0001
Período seco previo	18	13,84	0,0001

e) Registros de ARU

Número de observaciones	26123
Varianza estimada	619152
Desvio estandar estimado	786,8621

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	184	50,2	0,0001
Año de parto	8	131,41	0,0001
Estación de parto	4	125,92	0,0001
Combinación lactancia-edad	3	310,96	0,0001
Intervalo Interparto pasado	27	25,79	0,0001
Período seco previo	18	43,79	0,0001

f) Registros de Mejoramiento Lechero

Número de observaciones	13063
Varianza estimada	534310,9
Desvio estandar estimado	730,9658

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	138	27,47	0,0001
Año de parto	8	77,22	0,0001
Estación de parto	4	51,96	0,0001
Combinación lactancia-edad	3	154,85	0,0001
Intervalo Interparto pasado	27	12,57	0,0001
Período seco previo	18	28,11	0,0001

g) Registros de Padres con más de 200 hijas

Número de observaciones	11448
Varianza estimada	612304,9
Desvio estandar estimado	782,4991

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	237	26,53	0,0001
Año de parto	8	79,09	0,0001
Estación de parto	4	47,66	0,0001
Combinación lactancia-edad	3	143,59	0,0001
Intervalo Interparto pasado	27	10,55	0,0001
Periodo seco previo	18	23,51	0,0001

h) Registros de Padres importados

Número de observaciones	7597
Varianza estimada	738208.3
Desvio estandar estimado	859.1905

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	236	17.78	0.0001
Año de parto	8	29.69	0.0001
Estación de parto	4	27.53	0.0001
Combinación lactancia-edad	3	64.12	0.0001
Intervalo Interparto pasado	27	5.37	0.0001
Periodo seco previo	18	10.62	0.0001

i) Registros de Padres nacionales

Número de observaciones	31589
Varianza estimada	555282
Desvio estandar estimado	745.1724

Fuente de variación	GL	F	Pr
Rodeo	316	33.95	0.0001
Año de parto	8	187.82	0.0001
Estación de parto	4	154.51	0.0001
Combinación lactancia-edad	3	402.91	0.0001
Intervalo Interparto pasado	27	34.56	0.0001
Periodo seco previo	18	59.14	0.0001

Cuadro N° 14 .Análisis de varianza para el modelo 7 (presentación Tipo I y III).

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
Modelo	4121	22908093006	66,29%	5558868	12,01	0,0001	***
Error	25171	11648067712	33,71%	462757			
Total	29292	34556160718	100,00%				

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados (Tipo I)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
RAE	4046	21361973658	61,82%	5279776	11,41	0,0001	***
Combinación lactancia-edad	3	657422032	1,90%	219140677	473,55	0,0001	***
Intervalo interparto pasado	27	287071767	0,83%	10632288	22,98	0,0001	***
Intervalo interparto presente	27	122086954	0,35%	4521739	9,77	0,0001	***
Período seco previo	18	479538595	1,39%	26641033	57,57	0,0001	***

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados (Tipo III)	Porcentaje de la suma de cuadrados total	Cuadrado medio	F	P>F	
Combinación lactancia-edad	3	725141544	2,10%	241713848	522,33	0,0001	***
Intervalo interparto pasado	27	424859933	1,23%	15735553	34	0,0001	***
Intervalo interparto presente	27	109899793	0,32%	4070363	8,8	0,0001	***
Período seco previo	18	479538595	1,39%	26641033	57,57	0,0001	***

*** P<0,001

** P<0,01

* P<0,05