



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**FACTORES QUE AFECTAN LA PÉRDIDA  
EMBRIONARIA - FETAL (30 a 60 ds) EN VACAS  
HOLSTEIN EN CHILE CENTRAL**

**SANTIAGO PÁEZ HURTADO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la  
Producción Animal

**PROFESOR GUÍA: DR. MARIO DUCHENS A.**

**SANTIAGO, CHILE  
2013**



# UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



## FACTORES QUE AFECTAN LA PÉRDIDA EMBRIONARIA - FETAL (30 a 60 ds) EN VACAS HOLSTEIN EN CHILE CENTRAL

**SANTIAGO PÁEZ HURTADO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de la  
Producción Animal

NOTA FINAL: .....

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA : MARIO DUCHENS A.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: HERNAN AGÜERO E.	.....	.....
PROFESOR CONSEJERO: RICHARD ARANCIBIA B.	.....	.....

SANTIAGO, CHILE  
2013

**A mis Padres y Abuela...**

## **Agradecimientos**

Quiero partir agradeciendo a Dios, por darme una hermosa familia, un hogar tranquilo y feliz para desarrollarme en todos los aspectos de la vida. Por darme la oportunidad de conocer tan buenas personas en el trayecto de mi vida y el poder estudiar en un buen colegio y en la mejor Universidad del País.

Agradezco a mis Padres Irene y Santiago por su amor y fidelidad total hacia mí, por sus ejemplos de esfuerzo y perseverancia cada día; por la ayuda, apoyo y consejos sabios que siempre me han brindado. Sin duda, son mis mejores amigos.

Agradezco a la Abuela Maria Elena Ramírez, por cuidarme tan bien todos los años que estudie en la facultad; por acogerme en su hogar y conocer de sus familiares, por sus ricos alimentos y su invaluable compañía.

Agradezco a todos mis amigos por su amabilidad y cariño; por el ánimo, fuerza y compañía que me brindan, que es fundamental para mi vida.

Agradezco a todos los académicos y funcionarios de la Facultad, por entregar de sus conocimientos, por la simpatía y siempre tener la disposición de ayudar.

Agradezco a mi jefe Alejandro Luco y mis compañeros de trabajo por el ánimo y recordarme siempre que debía terminar esta memoria de título, y por todas las facilidades brindadas para obtener este logro.

Para finalizar agradezco a mi profesor el Dr. Mario Duchens, por enseñarme sobre lo que a mí me gusta que son “Las Vacas”; su ejemplo motivador en el trabajo, la enseñanza y el deporte han sido muy importantes para mí. Le agradezco su preocupación académica y no académica hacia mi persona y espero que siempre en la facultad tengamos profesores de esta misma línea.

Un abrazo y Muchas gracias a Todos

Santiago Páez

# ÍNDICE

1- RESUMEN .....	1
2- SUMMARY .....	3
3- INTRODUCCIÓN .....	5
4- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	6
4.1. TASAS DE FERTILIZACIÓN Y PÉRDIDA EMBRIONARIA-FETAL EN GANADO LECHERO .....	6
4.1.2. Importancia económica .....	7
4.1.3. Monitoreo de la pérdida embrionaria-fetal .....	8
4.2. FACTORES DE RIESGO PARA LA PÉRDIDA EMBRIONARIA-FETAL .....	9
4.2.1 Temperatura ambiental .....	9
4.2.2. Condición corporal .....	10
4.2.3. Producción de leche .....	11
4.2.4. Rebaño .....	12
4.2.5. Días en leche .....	12
4.2.6. Número ordinal del parto .....	13
4.2.7. Método de la inseminación artificial .....	14
4.2.8. Mastitis .....	15
5- OBJETIVOS .....	17
5.1. OBJETIVO GENERAL .....	17
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
6- MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
6.1. POBLACIÓN EN ESTUDIO Y MANEJO DE LOS REBAÑOS .....	18
6.2. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	19
6.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	20
7- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
7.1. TASAS DE PÉRDIDA EMBRIONARIA-FETAL EN VACAS Y VAQUILLAS .....	22
7.2. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO DE PÉRDIDA EMBRIONARIA-FETAL EN VACAS .....	23
7.3. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO DE PÉRDIDA EMBRIONARIA-FETAL EN VAQUILLAS .....	33
8- IMPLICANCIAS .....	35
9- CONCLUSIONES .....	37
10- BIBLIOGRAFÍA .....	38

# 1- RESUMEN

A nivel mundial, la tendencia en producción de leche es a un aumento importante en la producción lechera por vaca, pero acompañado de un descenso continuo en la fertilidad. Esta disminución provoca importantes repercusiones económicas negativas para los planteles lecheros. Un aspecto relevante en la fertilidad de una vaca es el alto porcentaje de pérdidas gestacionales, en especial las ocurridas en el período embrionario y fetal temprano.

El objetivo de este estudio fue determinar los porcentajes de pérdida embrionaria-fetal entre los 30 y los 60 días de preñez, tanto en vacas como en vaquillas lecheras de la zona central de Chile, y a su vez determinar la relación de ésta con posibles factores de riesgo.

El estudio se realizó en dos lecherías de alta producción de la zona central de Chile, en la Región de Valparaíso. Se analizó la información proveniente de 3.422 gestaciones; 2.231 en vacas y 1.191 en vaquillas, iniciadas en un período de un año y medio. La gestación se determinó por ultrasonografía transrectal 30 a 36 días después de la inseminación artificial (IA) y se realizó un segundo diagnóstico de la gestación por palpación transrectal para determinar la pérdida de la preñez a los 60 a 66 días posteriores a la IA. Para cada preñez, se registró información de posibles factores de riesgo como: el predio de origen, la condición corporal (CC) al parto, la CC a la concepción, el cambio de CC desde el parto al posparto (aproximadamente 40 días posparto), la producción de leche, el tipo de inseminación artificial (inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) o a celo detectado), los días en leche a la concepción, el número ordinal del parto (NOP) y la presencia de mastitis clínica dentro del periodo en estudio. La asociación de estos posibles factores de riesgo con la pérdida embrionaria-fetal entre los 30 y los 60 días posteriores a la concepción, se analizó a través de un modelo de regresión logística, utilizando el programa estadístico InfoStat®. Se obtuvieron las razones de riesgo (odd ratios, OR) con sus intervalos de confianza al 95% (IC 95%).

Se observó un 11% de pérdida embrionaria-fetal en vacas, mientras que en vaquillas la pérdida fue de un 3,2%.

El primer análisis (regresión logística binaria univariada), mostró que las vacas tuvieron 3,74 veces la probabilidad de perder su gestación en comparación con las vaquillas (IC 95%: 2,64 - 5,31;  $p < 0,0001$ ). Dentro de las vacas, los factores predio de origen, cambio de CC desde el parto al posparto, estación del año a la concepción y tipo de inseminación

se relacionaron significativamente con la pérdida gestacional ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, factores como NOP, CC al parto, CC a la concepción, producción de leche el día de la concepción, producción de leche acumulada hasta los 100 días de lactancia, días en leche a la concepción y mastitis clínica no mostraron un efecto significativo sobre la pérdida de la gestación.

El modelo estadístico final incluyó los factores que fueron significativos en el primer análisis, y mostró una tendencia a una mayor probabilidad de pérdida gestacional en las vacas del predio 2 en comparación a las del predio 1 (IC 95%: 0,94 - 2,49;  $p = 0,09$ ). También mostró que las vacas que perdieron 1 punto o más de CC al posparto tuvieron 2,02 veces la probabilidad de perder la gestación, en comparación con aquellas que bajaron 0,25 puntos o menos de CC en el mismo periodo (IC 95%: 1,02 - 4,00;  $p = 0,04$ ). En relación a la estación del año, las vacas que comenzaron su gestación en invierno o verano tuvieron 2,03 (IC 95%: 1,12 - 3,7;  $p = 0,02$ ) y 1,84 (IC 95%: 1,03 - 3,3;  $p = 0,04$ ) veces, respectivamente, la probabilidad de perder la gestación, con respecto a aquellas que iniciaron su gestación en primavera. En cuanto al tipo de inseminación, se observó una tendencia a una mayor pérdida gestacional en las vacas inseminadas bajo protocolos de IATF, en comparación con las inseminadas a celo natural (IC 95%: 0,93 - 1,95;  $p = 0,12$ ). En vaquillas, el modelo sólo incluyó los factores predio de origen y estación del año al inicio de la gestación. Se observó una fuerte tendencia a una mayor probabilidad de pérdida embrionaria-fetal en las vaquillas del predio 2, en comparación con las del predio 1 (IC 95%: 0,94 - 3,73;  $p = 0,08$ ) y no se determinó una asociación estadísticamente significativa entre la estación del año a la concepción y pérdida gestacional.

Los resultados de este estudio muestran una pérdida embrionaria-fetal notoriamente mayor en vacas que en vaquillas. Dentro de las vacas, la pérdida excesiva de CC al posparto y la estación del año a la concepción (invierno o verano), fueron factores de riesgo de pérdida de la gestación entre los 30 a 60 días de preñez. El efecto de la estación del año a la concepción fue menos evidente y no fue significativo en vaquillas. Por lo tanto, en vacas sería recomendable poner énfasis en el mejoramiento de los factores de riesgo identificados en este estudio, tales como manejando adecuadamente la alimentación en el periodo de posparto, y haciendo diseños y manejos de las instalaciones que mejoren el confort de los animales y que limiten los efectos adversos del invierno y el verano. Este tipo de manejos podría contribuir a aumentar la fertilidad y, por ende, la rentabilidad de las lecherías de la zona central de Chile.

## 2- SUMMARY

The global tendency reported in dairy production systems is towards a sustained increase of milk production per cow, but accompanied by a continuous decrease in cow's fertility. This drop in fertility causes important negative economic consequences for the dairy farmers. A major aspect regarding cow fertility is the high incidence of gestational loss, especially that occurring during the embryonic and early fetal periods. The aim of this study was to determine the proportion of embryo-fetal loss occurring between 30 and 60 days of pregnancy, for both dairy cows and heifers of the central zone of Chile, and also to determinate its relation with potential risk factors.

The study was carried out in two high-producing dairy farms located in Valparaiso Region, central zone of Chile. Information was collected from 3.422 pregnancies: 2.231 in cows and 1.191 in heifers, which occurred during one and half year. Pregnancy was diagnosed by transrectal ultrasonography 30 to 36 days after artificial insemination (AI). A second pregnancy check was performed by transrectal palpation at 60-66 days after AI, in order to assess the pregnancy loss occurring between the two periods. For each pregnancy, information about potential risk factors was registered, such as: farm, body condition score (BCS) at calving, BCS at conception, BCS change from calving to post-calving (about 40 days post-calving), milk production, type of insemination (timed AI, or at detected oestrus), days in milk at conception, lactation number, and the presence of clinical mastitis during the study period. The relation of these potential risk factors with the embryonic-fetal loss between 30 and 60 days of pregnancy was analyzed by logistic regression, using the statistical program InfoStat®. Odd ratios (OR), with its respective 95%-confidence intervals (CI 95%) were obtained.

The embryonic-fetal loss observed in cows was 11%, while the loss in heifers was 3.2%.

The first analysis (univariate binary logistic regression) showed that cows had 3.74 times the probability to lose their gestation compared with heifers (CI 95%: 2.64 – 5.31;  $p < 0.0001$ ). In cows, factors as farm of origin, BCS change from calving to post-calving, season at conception and type of insemination, were significantly related with gestational loss ( $p < 0.05$ ). On the other side, lactation number, BCS at calving, BCS at conception, milk production at conception, 100-days cumulative milk production, days from calving to conception, and clinical mastitis were not significantly related with gestational loss.

A definitive statistical model was build, which included all the factors that were significant at first analysis. This analysis showed a tendency to a higher probability of gestational loss in cows from 2 as compared to those from farm 1 (CI 95%: 0.94 – 2.49;  $p = 0.09$ ). Also, cows with a loss  $\geq 1$  point of BCS at post-calving had 2,02 times the probability to lose their pregnancy compared with those that lost  $\leq 0,25$  point in the same period (CI 95%: 1.02 – 4.00;  $p = 0.04$ ). Regarding to season, cows that started their gestation at winter or at summer, had 2.03 (CI 95%: 1.12 – 3.7;  $p = 0.02$ ) and 1.84 (CI 95%: 1.03 – 3.3;  $p = 0.04$ ) times, respectively, the probability to lose their gestation as compared with those which started their gestation at spring. With regard to type of insemination, a tendency to a higher gestational loss in the group of cows inseminated with timed AI than that of cows inseminated at oestrus, was observed (CI 95%: 0.93 – 1.95;  $p = 0,12$ ). In heifers, the final model only included farm of origin and season at the beginning of the gestation. A strong tendency to a higher probability of embryo-fetal loss in heifers from farm 2 than those belonging to farm 1, was observed (CI 95%: 0.94 – 3.73;  $p = 0.08$ ). Season at conception was not statistically related to gestational loss.

The results of this study show a higher embryonic-fetal loss in cows than in heifers. In cows excessive loss of BCS during post-calving and season at conception (winter or summer) were the main risk factors for gestational loss between 30 and 60 days of pregnancy. In heifers, season at conception has a less evident and not significant effect on gestational loss. Therefore, an improvement concerning the risk factors identified in this study is recommended, such as to promote adequate post-calving nutrition, and to make correct design and management of facilities in order to improve comfort and control the adverse effects of both winter and summer. This kind of management would contribute to increase the fertility and, consequently, the profitability of the dairy farms of the central zone in Chile.

### 3- INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, junto a un aumento progresivo en la producción lechera por vaca, ha ocurrido un descenso paulatino de la eficiencia reproductiva (Lucy, 2001). Sin embargo, hay consenso en que los factores involucrados en esta disminución de la fertilidad son múltiples y no es tan sólo causada por esta alza en la producción de leche (Lucy, 2001; Stevenson, 2001).

Un desafío importante y causa de grandes pérdidas económicas para los planteles lecheros es la pérdida del *conceptus* durante la gestación (De Vries, 2006a; Bartolomé, 2011, Lucy, 2011; Thatcher y Santos, 2011), la cual es porcentualmente muy alta hasta antes de los 15 a 17 días de gestación, y se mantiene en términos importantes en ganado lechero de alta producción hasta los días 42 a 56 de gestación (Santos *et al.*, 2004). La pérdida embrionaria temprana generalmente no es detectada, ya que las vacas muestran celo en el intervalo normal y, por otro lado, los diagnósticos de gestación comúnmente se realizan después de estos periodos. Con el uso de la ultrasonografía, es posible determinar la magnitud de la pérdida embrionaria tardía a partir de aproximadamente el día 30 de gestación y consiguientemente se puede asignar a aquellas vacas para una pronta reinseminación.

Conocer la magnitud y los factores de riesgo involucrados en esta pérdida embrionaria-fetal es de importancia, para la toma de decisiones tendientes a manejar el problema y disminuir su incidencia. Hay varios estudios que han evaluado la relación entre esta pérdida embrionaria-fetal y posibles factores de riesgo, como la producción de leche, temperatura ambiental, CC, NOP, método de la inseminación artificial, presencia de enfermedades del postparto, días de lactancia al momento de la concepción y otros. Si bien es cierto los resultados de las investigaciones muestran ciertas tendencias, muchas veces difieren y no siempre son comparables.

No hay estudios realizados en nuestro país con respecto a la magnitud de la pérdida embrionaria-fetal o sus factores de riesgo asociados. Considerando la importancia de este tema y como una contribución a la toma de decisiones en el manejo reproductivo, se propone este estudio, con el objetivo de cuantificar la pérdida embrionaria-fetal ocurrida tanto en vacas como en vaquillas entre los 30 y 60 días de gestación y determinar la asociación de posibles factores de riesgo a dichas pérdidas.

## 4- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Tasas de fertilización y pérdida embrionaria-fetal en ganado lechero

Dentro de la gestación en bovinos, el periodo embrionario se extiende desde la concepción hasta el final de la etapa de diferenciación embrionaria, que ocurre aproximadamente a los 42 días de gestación; desde este momento hasta el nacimiento se le denomina etapa fetal (Committee on Bovine Reproductive Nomenclature, 1972). Se denomina muerte embrionaria temprana cuando esta ocurre antes del reconocimiento materno de la preñez; esto es, hasta los días 16 a 19 de gestación; definiéndose como muerte embrionaria tardía aquella que ocurre desde esta etapa de la gestación hasta el final de la etapa de diferenciación.

En general, la tasa de fertilización a la inseminación en vacas lecheras es alta. Sartori *et al.* (2002) informaron un 55,3% de fertilización, medida al sexto día post inseminación en vacas lecheras lactantes en el verano, frente a un 87,8% de fertilización en el mismo tipo de vacas durante el invierno. Además, describieron un 89,5% de fertilización en vacas lecheras secas en el invierno y un 100% de fertilización en vaquillas en el verano. Ryan *et al.* (1993) observaron un 84% de fertilización al séptimo día de la inseminación en vacas lecheras durante la estación calurosa y un 85,9% en la estación fría. Cerri *et al.* (2009) determinaron un 73,3% de fertilización en un grupo de vacas lecheras y un 87,2% en otro grupo de similares características.

Santos *et al.* (2004), revisando varios estudios realizados en distintos países, y con diferentes sistemas de manejo, sugieren que la pérdida de preñez en ganado lechero desde la fertilización hasta el término de la gestación puede alcanzar hasta un 60%. Las mayores pérdidas ocurren antes del día 15 a 17 de gestación, que es cuando ocurre el reconocimiento materno de la preñez, pero en vacas lactantes de alta producción las pérdidas continúan siendo importantes hasta los días 42 a 56 de gestación; luego de este periodo las pérdidas son cada vez menores.

Thatcher y Santos (2011), resumiendo las pérdidas gestacionales desde la fecundación hasta el término de la gestación, basados en información de estudios previos, informaron que la falla en la fertilización, medida a los 5-7 días luego de la inseminación, corresponde a un 18%. Adicionalmente, había un 19% de pérdida debida a embriones degenerados. La pérdida entre los 5-7 días y los 18 días fue de un 16%, y entre los 18 días hasta los 28-32 días alcanzó a 15%. Posteriormente, entre los 28-32 días y los 38-50 días la pérdida fue de 13%, y desde los

38-50 días hasta los 70-80 días alcanzó a 6%. Finalmente, la pérdida desde los 70-80 días hasta el parto fue de un 4%. En resumen, la pérdida acumulada desde la falla en la fertilización hasta el parto alcanzó un 63%.

La información recopilada por Santos *et al.* (2004), muestra un promedio de pérdida embrionaria-fetal de 12,8 % entre los días 30 y 45, pero con una gran variabilidad entre los diferentes estudios (3,2 % a 42,7 %). El menor porcentaje de pérdida embrionaria-fetal se informó en un trabajo realizado en Irlanda en vacas a pastoreo (Silke *et al.*, 2002), cuyas producciones fluctuaban entre 6.400 a 8.200 kg corregida a 305 días y madurez equivalente (ME). El mayor porcentaje fue observado en un estudio realizado en EEUU (Cartmill *et al.*, 2001) con vacas en confinamiento de producciones de 10.000 a 11.500 kg ME 305 días, manejadas bajo altas temperaturas ambientales.

Otro estudio (Santos *et al.*, 2009), que incluyó 6.396 vacas Holstein de cuatro planteles lecheros comerciales de California, EEUU, mostró un 13,2% de pérdida de la preñez entre los días 30 y 58 de gestación.

Gümen *et al.* (2003) realizaron un estudio de pérdida embrionaria-fetal en un rebaño comercial de 800 vacas Holstein, en el estado de Wisconsin, encontrando un 12,8% de pérdida embrionaria-fetal entre los días 28 y 64 de gestación. En otro trabajo realizado con vaquillas, efectuado también en Wisconsin, Rivera *et al.* (2004) registraron una pérdida embrionaria-fetal del 10,2 % entre los 30 a 75 días de gestación. Fricke *et al.* (1998), utilizando 237 vacas primíparas y multíparas en las cuales compararon dos protocolos de IATF, obtuvieron un 13,5 % de pérdida de preñez entre los 28 y 56 días de gestación para el total de animales en estudio. A partir de rebaños lecheros manejados principalmente bajo condiciones pastoriles en Irlanda, Silke *et al.* (2002) evaluaron la pérdida embrionaria-fetal desde los 28 hasta los 56 días de preñez, la cual alcanzo valores de 5,13 en vacas y 3,75 para las vaquillas.

#### **4.1.2. Importancia económica**

La eficiencia reproductiva influye fuertemente en la rentabilidad de los planteles lecheros, ya que tan sólo luego de un parto se podrá obtener una cría y comenzará la producción lechera de una vaca, lo cual generará los principales ingresos en dicho establecimiento. El valor promedio de obtener una nueva preñez es de aproximadamente USD 278 y el valor promedio por perder una preñez es de USD 555 (De Vries, 2006a).

Cada día adicional más allá del momento óptimo en que la vaca debiese quedar preñada tiene un costo monetario importante (De Vries, 2006b).

Es por lo anteriormente mencionado que puntos claves como una adecuada detección de los celos, junto con el desarrollo de múltiples ayudas para este fin o el uso de protocolos hormonales eficientes para la sincronización de la ovulación y posterior IATF cobran real importancia. Con posterioridad a una pronta fecundación posparto, los esfuerzos deben estar concentrados en mantener esa preñez hasta el parto.

También se ha trabajado fuertemente desde hace décadas en la obtención del semen de la más alta calidad con el objeto de mejorar la fertilidad (Pace, 2003). Además, adquiere importancia creciente la selección de toros por características de fertilidad, tales como la tasa de concepción del toro o de preñez de sus hijas.

La nutrición de la vaca en el periodo de transición es otro punto en que se ha puesto énfasis, ya que el balance energético negativo que se produce después del parto retrasa la recuperación funcional reproductiva, propiciando de esta manera una reducción en la fertilidad durante el periodo de inseminación (Villa Godoy *et al.*, 1988; Harrison *et al.*, 1990; Butler, 2003).

Por lo tanto y debido al fuerte impacto económico que genera obtener una preñez lo más tempranamente posible luego del parto y la posterior tarea de mantener esta preñez hasta el fin de la gestación, es que generalmente las inversiones destinadas a estos objetivos serán rentables para el productor.

#### **4.1.3. Monitoreo de la pérdida embrionaria-fetal**

Debido a la relativa alta incidencia de pérdidas de la preñez y a la importancia económica mencionada previamente, el monitoreo constante de la preñez de una vaca dará al productor la oportunidad de tomar decisiones lo más tempranamente posible, con el fin de lograr la menor cantidad de días abiertos en el rebaño.

Para monitorear la fertilidad inmediatamente después de la inseminación, se ha utilizado la técnica de lavado uterino para recuperar ovocitos fertilizados. En estados más avanzados de la gestación, es posible utilizar técnicas de ultrasonografía y palpación transrectal. El monitoreo de la tasa de fertilización temprana y el desarrollo embrionario inicial en vacas se utiliza con

fines de investigación y no tiene aplicación en rebaños lecheros comerciales. Sin embargo, gracias a la ultrasonografía es posible el monitoreo del desarrollo embrionario tardío, a partir de aproximadamente el día 30 de gestación sin afectar el curso de la preñez (Fricke, 2002). Esta herramienta ayuda a la determinación y cuantificación de la pérdida embrionaria-fetal, y a la toma de decisiones importantes de manejo, como una reinseminación precoz en las vacas que se encuentran vacías.

Debido a que los estudios informan que las pérdidas gestacionales disminuyen luego de los 60 días de preñez, se aconseja en los rebaños comerciales la realización de un primer diagnóstico de gestación alrededor de los 30 días y luego un segundo diagnóstico alrededor de los 60 días de gestación, para así lograr detectar precozmente a aquellas vacas que han perdido su preñez.

## **4.2. Factores de riesgo para la pérdida embrionaria-fetal**

### **4.2.1 Temperatura ambiental**

La temperatura ambiental es un factor climático importante, cuyos efectos adversos deben ser enfrentados por algunos planteles lecheros en determinadas épocas del año. El ganado lechero adulto es bastante resistente a las bajas temperaturas, pero no lo es tanto a temperaturas altas. Se describe que sobre los 25°C se afecta su eficiencia productiva y reproductiva debido al estrés por calor (Hahn, 1999; Peña, 2010).

El estrés por calor conduce a un menor consumo de materia seca, agravando y prolongando el balance energético negativo. Este balance energético negativo es causante de un descenso en las concentraciones plasmáticas de insulina, glucosa e IGF-I, y un incremento en las concentraciones plasmáticas de GH (hormona del crecimiento) y ácidos grasos no esterificados (NEFA), todo lo cual llevaría a alteraciones en el ambiente uterino, baja expresión del celo y mala calidad de los ovocitos. Además, el estrés por calor provoca un descenso en la secreción folicular de esteroides, con lo cual se prolonga la dominancia del folículo preovulatorio, obteniéndose un ovocito de menor calidad con la consiguiente disminución de la fertilidad por pérdida embrionaria temprana (De Rensis y Scaramuzzi, 2003).

El desarrollo embrionario también se ve comprometido por las altas temperaturas (Putney *et al.*, 1988). Es en los primeros días de gestación cuando el embrión es más sensible, ya que es

absolutamente dependiente del ambiente del oviducto y útero. Luego, a medida que el embrión se desarrolla, y especialmente cuando ocurre la placentación, el embrión va adquiriendo cierta resistencia, la cual no es total y dependerá del grado de severidad y duración del estrés calórico (Ealy *et al.*, 1993).

Con una temperatura ambiental elevada, el flujo sanguíneo al útero es menor, lo que afectaría el aporte de oxígeno, agua, nutrientes y hormonas para un adecuado desarrollo embrionario, así como una acumulación de desechos en el feto (Roman-Ponce *et al.*, 1978).

Chebel *et al.* (2004) y Santos *et al.* (2009) encontraron que las altas temperaturas influyeron sobre la tasa de concepción, es decir la proporción de vacas que resultaron gestantes luego de la inseminación (medida a los 30 días de la inseminación), pero no influyeron sobre la pérdida embrionaria-fetal después del día 30 de gestación. Esto indicaría que si hubiese pérdidas atribuibles al estrés por calor, la mayoría ocurriría antes del diagnóstico de la gestación. Por otra parte, García-Ispuerto *et al.* (2006) concluyeron que la temperatura ambiente elevada puede comprometer el éxito de la gestación durante el periodo cercano a la implantación, es decir los días 21 a 30 de la gestación, ya que observaron que las altas temperaturas entre esos días fueron un factor de riesgo para la pérdida fetal temprana.

#### **4.2.2. Condición corporal**

La CC permite estimar el estado nutricional de la vaca a través de sus reservas corporales, y se mide evaluando ciertas partes anatómicas. Wildman *et al.* (1982) describieron un índice utilizando una escala semicuantitativa de cinco puntos, correspondiendo el puntaje 1 a una vaca emaciada y el puntaje 5 a una muy obesa. Basado en este primer sistema de medición de la CC, se han desarrollado diversos afinamientos para lograr tener una mayor precisión. Ferguson *et al.* (1994) propusieron una escala semicuantitativa de cinco puntos, pero con intervalos de 0,25 puntos.

Estos índices de CC son métodos relativamente objetivos para evaluar la cantidad de energía almacenada en la grasa y músculo en un animal (Edmonson *et al.*, 1989). Por lo tanto, la CC de un animal refleja su estado metabólico y nutricional, y el cambio de la CC en un lapso de tiempo, entrega una pauta sobre los cambios metabólicos que sufre un animal en un determinado periodo productivo.

Santos *et al.* (2009) describieron que las vacas que al momento del parto o de la inseminación presentaban una mayor CC, tuvieron una menor probabilidad de perder su preñez que las vacas de menor CC. Además, aquellas vacas que exhibían una mayor pérdida de CC entre el parto y la inseminación tenían una mayor probabilidad de perder su preñez. Silke *et al.* (2002) informaron una pérdida embrionaria similar para animales con distinta CC al día 28 de gestación, pero aquellas vacas que perdieron una unidad de CC entre los días 28 y 56 de gestación, tuvieron 3,23 veces la probabilidad de perder su preñez que las vacas que mantuvieron su CC. López-Gatius *et al.* (2002) no encontraron una relación significativa entre CC, ya sea al parto o al diagnóstico de gestación, con pérdida de la preñez; sin embargo, comprobaron que por cada unidad de pérdida de CC entre el parto y los 30 días postparto se incrementa en 2,4 veces la probabilidad de perder la preñez, en comparación con vacas que mantuvieron su CC.

#### **4.2.3. Producción de leche**

Se ha planteado que la vaca lechera de alta producción, debido a su mayor consumo de alimento (Harrison *et al.*, 1990) y por tanto una mayor metabolización hepática de hormonas como la progesterona ( $P_4$ ) y estradiol ( $E_2$ ), podría tener un descenso de la fertilidad (Sangsrivong *et al.*, 2002). Sin embargo, la mayoría de los autores no ha encontrado una relación significativa entre la mortalidad embrionaria-fetal y la producción lechera.

Santos *et al.* (2009) agruparon las vacas en cuartiles según su nivel productivo en los primeros 90 días postparto, no observando diferencias significativas en la pérdida embrionaria-fetal entre los 30 a 58 días de gestación para los diferentes intervalos de producción de leche. De la misma manera, Chebel *et al.* (2004) no encontraron un efecto significativo de la producción de leche sobre la pérdida embrionaria-fetal desde los 31 a 45 días de gestación. López-Gatius *et al.* (2002), en un estudio realizado en un plantel lechero de alta producción en España, tampoco demostraron diferencias significativas en la pérdida embrionaria-fetal entre los días 38-44 a 90-96 de gestación. Silke *et al.* (2002), en vacas mantenidas bajo condiciones pastoriles en Irlanda y con una producción de 6.000 a 8.200 kg por lactancia, determinaron una tasa de mortalidad embrionaria-fetal entre los días 28 a 84 de gestación del 7,17%, la cual es mucho menor en comparación a las informadas en los trabajos realizados en EEUU (Santos *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2009). En el estudio de Silke *et al.* (2002) tampoco se evidencia una relación significativa entre producción de leche y pérdida embrionaria-fetal.

La tendencia a una declinación constante de la fertilidad que se observa en las últimas décadas tiene causas multifactoriales y no es enteramente asociable a una mayor producción lechera. De hecho, estudios epidemiológicos (Gröhn *et al.*, 2000), han demostrado que las enfermedades reproductivas, por ejemplo, son más importantes que el nivel de producción de leche.

En algunos estudios como el de Santos *et al.* (2009), no se ha demostrado la existencia de una relación negativa entre nivel productivo y tasa de concepción, incluso rebaños de alta producción pueden tener una mayor eficiencia reproductiva por una mejor alimentación, mejores manejos reproductivos y mejor salud de las vacas (Thatcher y Santos, 2011).

#### **4.2.4. Rebaño**

VARIABLES como la situación sanitaria, el clima, la alimentación, el genotipo, el sistema productivo (confinamiento, pradera o mixto) y dentro del sistema productivo el manejo de los animales, como el número de ordeñas, la calidad del alojamiento, la calidad de la asesoría veterinaria y su periodicidad, y la capacidad de los operarios, entre muchos otros detalles pueden jugar un rol importante en su rendimiento productivo y reproductivo.

El factor rebaño, como una variable que puede afectar la pérdida embrionaria-fetal, es generalmente significativo cuando la diferencia en los aspectos descritos anteriormente entre un rebaño y otro es alta. En un estudio realizado en 44 rebaños en Francia, Humblot (2001) describió una variación entre 3,5 % y 24,5 % en la pérdida embrionaria tardía. Los resultados de Chebel *et al.* (2004) en cuanto a pérdida de la preñez entre los 31 a 45 días de gestación, mostraron un rango de 7,3% a 15,3% en los 3 rebaños estudiados. En otro trabajo, Santos *et al.* (2009) observaron que las vacas de uno de los cuatro rebaños analizados tuvieron 2,06 veces la probabilidad de perder sus preñeces, con respecto a los otros rebaños analizados.

#### **4.2.5. Días en leche**

Luego del parto comienza la involución uterina, alcanzándose el puerperio anatómico aproximadamente a los 30 días posparto. En promedio luego de los 40-45 días posparto el útero estará fisiológicamente apto para una nueva preñez, en una vaca con un parto y posparto normales. Los resultados de varios estudios concuerdan en que no habría una relación importante entre los días en leche a la concepción y la pérdida embrionaria-fetal después de

los 50 días postparto (Silke *et al.*, 2002; Chebel *et al.*, 2004). Por esto, en la mayoría de las lecherías se considera un periodo de espera voluntario de a lo menos 45 a 50 días antes del comienzo de las inseminaciones, con lo cual la involución uterina ya estará completa, y el endometrio y el ambiente uterino estarán en condiciones adecuadas para el desarrollo de una nueva preñez.

También debe considerarse que las vacas que sufren de problemas al parto y/o enfermedades asociadas con él, tendrán un periodo de recuperación mayor para que se reinicie la ciclicidad estral normal y el endometrio esté apto para recibir una nueva gestación (Lucy, 2001).

#### **4.2.6. Número ordinal del parto**

Según Butler (2003), la tasa de concepción en grandes rebaños lecheros comerciales se ubica entre 35 y 40 % en vacas multíparas, comparado con un 50 % en vacas primíparas y un 65 % o más en vaquillas. Además, los porcentajes de embriones viables al sexto día de fertilización son significativamente menores en las vacas lactantes, en comparación con las vaquillas o con las vacas secas (Sartori *et al.*, 2002).

En general las pérdidas embrionarias-fetales son usualmente menores en vaquillas que en vacas. Santos *et al.* (2004) estimaron a partir de una serie de trabajos analizados que las pérdidas embrionarias tardías y fetales en vacas lecheras lactantes alcanzarían un promedio de 10,7 %, mientras que el promedio correspondiente a las vaquillas sería de un 2,52%. Por otro lado, estudiando vacas en pastoreo con niveles moderados de producción de leche en Irlanda, Silke *et al.* (2002), no observaron una diferencia significativa en la pérdida embrionaria-fetal entre vacas y vaquillas.

Santos *et al.* (2009) demostraron que las vacas primíparas tuvieron 48 % más de probabilidad de mantener su preñez que las multíparas. Chebel *et al.* (2004) observaron que las vacas multíparas tenían menos probabilidad de iniciar una gestación que las vacas primíparas, pero que en cuanto a pérdida embrionaria no había diferencia entre primíparas y multíparas. Análogamente, en un trabajo realizado por López-Gatius *et al.* (2002), tampoco se observaron diferencias significativas entre el NOP de las vacas en lo referente a pérdida embrionaria-fetal.

#### 4.2.7. Método de la inseminación artificial

Un factor importante en el descenso de la fertilidad podría tener relación con un bajo porcentaje de precisión y detección de los celos (Heersche y Nebel, 1994), lo que resulta en menores tasas de inseminación. Lopez *et al.* (2004) observaron que las vacas de alta producción lechera tienen celos más cortos y menos intensos que las vacas de baja producción, lo que estaría relacionado con la menor concentración de estradiol circulante en las vacas de mayor producción. Además, debido a que en los planteles lecheros modernos la cantidad de superficie cubierta por concreto y la cantidad de animales son cada vez mayores, la detección del celo se torna más difícil. Britt *et al.* (1986) describieron que la intensidad del celo, medido como el número de montas, fue menor en pisos de concreto que en pisos de tierra. Además mencionan que el aumento progresivo en el número de vacas en el rebaño, puede sobrepasar la capacidad de los operarios encargados de la detección del celo, y llevar a un descenso en la tasa de detección.

Debido a esto, y con el objeto de facilitar el manejo y mantener la eficiencia reproductiva, se han implementado diversos protocolos hormonales para el manejo del ciclo estral. Los protocolos más complejos permiten predecir con una alta probabilidad el momento de la ovulación, y de esta manera proceder a utilizar la IATF, sin detectar los celos. La fertilidad a la inseminación a tiempo fijo en general es levemente inferior a la que se logra con celo natural, pero como se inseminan todas las vacas seleccionadas, el número de vacas preñadas en el rebaño generalmente es superior.

Un protocolo comúnmente utilizado para este fin es el denominado Ovsynch® (Pursley *et al.*, 1995), en que se ocupa una dosis de hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) el primer día, con el objetivo de hacer ovular o luteinizar el folículo dominante, y así se induce la emergencia de una nueva onda folicular dos a tres días después; luego de siete días se administra una dosis de prostaglandina F<sub>2</sub>α (PGF<sub>2</sub>α), para generar la lisis de la estructura luteal inducida por la GnRH y de esta manera se induce celo dentro de las siguientes 36 a 72 horas. 48 a 56 horas después se aplica otra dosis de GnRH, lo que estimula la liberación masiva de hormona luteinizante (LH) y la posterior ovulación dentro de las próximas 24 a 32 horas. Por lo tanto, se inseminan artificialmente (IA) a todas las vacas alrededor de las 12 a 16 horas después de la segunda dosis de GnRH. Adicionalmente, si este protocolo es antecedido por dos dosis de PGF<sub>2</sub>α con 14 días entre ellas, lo que se conoce como Presynch®, y siendo

la segunda dosis 11 ó 12 días antes de comenzar el protocolo, el porcentaje de preñez puede aumentar en vacas cíclicas, debido a que la mayoría de éstas ovularán con la primera dosis de GnRH (Moreira *et al.*, 2001). También se utilizan otros protocolos hormonales que incluyen un implante de progesterona, el cual evitaría la presentación de celos antes del tiempo deseado y puede ayudar a que un porcentaje de vacas en anestro comience su ciclicidad ovárica.

Según Lucy (2001), las pérdidas de la gestación luego de los protocolos de IATF son altas; aunque en varios estudios donde se comparan las pérdidas embrionarias-fetales luego de inseminación artificial a celo detectado o IATF, no se han demostrado diferencias significativas (López-Gatius *et al.*, 2002; Gümen *et al.*, 2003; Chebel *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2009). Sin embargo, Santos *et al.* (2004) señalan también que es posible que los protocolos de sincronización que limiten el largo del proestro o resulten en folículos alterados, pueden comprometer la fertilidad por aumento de pérdidas en la preñez.

#### **4.2.8. Mastitis**

Muchas especies bacterianas son capaces de invadir la glándula mamaria, multiplicarse en ella y producir sustancias perjudiciales que resultan en una respuesta inflamatoria y un cuadro clínico o subclínico. Los signos de mastitis clínica con compromiso local incluyen alteraciones en la composición y apariencia de la leche, inflamación, enrojecimiento y aumento de temperatura del cuarto afectado; cuando existe compromiso sistémico hay fiebre (Schrick *et al.*, 2001). Todo esto se traduce en un descenso de la producción de leche. Esta enfermedad causa elevadas pérdidas económicas alrededor del mundo.

Se describe que las mastitis clínicas e inclusive las mastitis subclínicas son un factor de riesgo para la fertilidad. Las mastitis, particularmente aquellas causadas por bacterias ambientales, cursan con liberación de endotoxinas que a su vez inducen la secreción de prostaglandinas, lo cual provocaría la lisis del cuerpo lúteo, y afectaría la concepción y el desarrollo embrionario (Moore y O'Connor, 1993).

En este sentido, Schrick *et al.* (2001) observaron que la mastitis clínica y subclínica afectaban negativamente los días al primer servicio, días abiertos y los servicios por concepción. Chebel *et al.* (2004) demostraron que las vacas que tuvieron mastitis clínica entre el día de la IA y la reconfirmación de preñez, tuvieron 2,8 veces la probabilidad de perder su preñez que aquellas que no presentaron mastitis. López-Gatius *et al.* (2002) registraron los casos de mastitis luego del diagnóstico de preñez y no observaron efectos significativos en relación a pérdida

embrionaria-fetal. Risco *et al.* (1999) comprobaron que las vacas que presentaron mastitis clínica dentro de los 45 días de gestación, tuvieron 2,7 veces la probabilidad de aborto en los próximos 90 días.

Por lo tanto, debido a la importancia reproductiva de la pérdida embrionaria-fetal, la cual repercute fuertemente en la economía de los planteles lecheros y considerando adicionalmente la falta de consenso respecto a los factores de riesgo asociados a esta pérdida gestacional, es que se realizó este estudio cuyos resultados podrían contribuir a la toma de decisiones pertinentes a mejorar la rentabilidad de dichos planteles.

## **5- OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Determinar la relación entre algunos factores de riesgo y la pérdida embrionaria-fetal entre los 30 y 60 días de gestación en vacas lecheras de la zona central de Chile.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Cuantificar la pérdida embrionaria-fetal entre los 30 y 60 días de gestación en vacas lecheras.
- Identificar factores de riesgo asociados a la pérdida embrionaria-fetal entre los 30 y 60 días de gestación en vacas lecheras.

## **6- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1. Población en estudio y manejo de los rebaños**

Se analizaron datos derivados de las gestaciones diagnosticadas en un lapso de un año y medio, desde el 1 de enero de 2009 hasta el 30 de junio de 2010, de dos lecherías ubicadas en la Región de Valparaíso, tanto en vacas como en vaquillas.

La lechería 1 está situada en la provincia de Valparaíso, en una zona caracterizada por presentar un clima templado cálido con lluvias invernales, estación seca prolongada y amplitudes térmicas moderadas (Dirección Meteorológica de Chile, 2009). El rebaño estaba compuesto por 680 vacas en ordeña, con una producción estandarizada de 12.243 kg. El alojamiento correspondía a un sistema de cubículos individuales techados con cama de arena. La lechería 2 está ubicada en la provincia de San Felipe de Aconcagua, que se caracteriza por presentar un clima templado cálido con lluvias invernales, estación seca prolongada y grandes amplitudes térmicas, con veranos muy calurosos e inviernos más fríos (Dirección Meteorológica de Chile, 2009). Esta lechería tenía un rebaño de 720 vacas en ordeña con una producción estandarizada de 11.604 kg. Las vacas estaban confinadas en un sistema de corrales de tierra con acceso parcial a sombra.

En ambos predios, la ración entregada consistía en alimentos voluminosos como heno de alfalfa y ensilaje de maíz, más soiling de alfalfa en la lechería 2. Estos forrajes se suplementaban con alimentos concentrados y aditivos. Las raciones se formulaban de acuerdo con los estándares del National Research Council (NRC, 2001) y las vacas se ordeñaban tres veces al día.

En los dos rebaños, las vacas se inseminaban después de un periodo de espera voluntario de 50 días posparto, según detección de celo o dentro de protocolos de IATF. Las vaquillas se inseminaban a partir de los 14 meses de edad y con un peso mínimo de 370 kg. La preñez era diagnosticada por ultrasonografía transrectal a los 30-36 días después de la IA. El signo confirmatorio de preñez era la presencia de un embrión con un latido cardiaco visible. Las vacas diagnosticadas como preñadas se sometían a un segundo examen para confirmación de la preñez, que se realizaba a los 60-66 días de gestación a través de palpación transrectal del útero. Aproximadamente a los cinco meses de preñez, se efectuaba un tercer chequeo de la gestación.

## 6.2. Recolección y procesamiento de la información

La recolección de los datos se realizó a través de un programa computacional intrapredial, llamado DairyComp®. La base de datos fue generada en una planilla de Excel sobre la cual se realizaron los posteriores análisis.

Para cada vaca diagnosticada como gestante al examen ultrasonográfico, se registró el predio de origen, la estación del año a la concepción, el NOP, la CC al parto, la CC al posparto (aproximadamente 40 días después del parto), la CC más cercana a la concepción, la producción de leche el día de la concepción, la producción de leche acumulada hasta los 100 días en lactancia, tipo de servicio (con celo detectado o IATF), registrándose además la ocurrencia de mastitis clínica dentro del periodo entre diagnósticos. Para las vaquillas se registró el predio, la estación del año a la concepción y el tipo de inseminación. Finalmente, tanto para vacas como para vaquillas se registró la permanencia o pérdida de la gestación en el segundo examen de preñez.

La CC fue medida con un índice de cinco puntos, con intervalos de 0,25 tal como lo describen Ferguson *et al.* (1994). Para este estudio, las estaciones se definieron como: verano (1 diciembre al 28 de febrero), otoño (1 de marzo al 31 de mayo), invierno (1 de junio al 31 de agosto) y primavera (1 de septiembre al 30 de noviembre).

Debido a la dispersión de los datos y la dificultad de manejo de las variables continuas se prosiguió a una categorización de estas variables, de esta forma se constituyeron las siguientes categorías:

- NOP: Se agruparon en dos categorías: primíparas o multíparas.
- CC al parto: Se agrupó en tres categorías:  $\leq 2,75$ ;  $3,00 - 3,50$ ;  $\geq 3,75$  puntos.
- Pérdida de CC desde el parto hasta el posparto: Se agrupó en tres categorías:  $\leq 0,25$ ;  $0,5 - 0,75$ ;  $\geq 1$  punto.
- CC a la concepción: Se agrupó en tres categorías:  $\leq 2,75$ ;  $3,00 - 3,50$ ;  $\geq 3,75$  puntos.
- Producción de leche el día de la concepción: Se agrupó en cuartiles, y los promedios de cada cuartil fueron: 31 lt.; 37 lt.; 42 lt.; 49lt.
- Producción acumulada de leche hasta los 100 días en lactancia: Se agrupó en cuartiles, y los promedios de cada cuartil fueron: 2.930 lt.; 3.530 lt.; 4.120 lt.; 4.770 lt.

- Días en leche a la concepción: Se agruparon en tres categorías: 50 – 100; 101 – 200 y 201 – 661 días.

### 6.3. Análisis de los resultados

Los análisis estadísticos en este trabajo se efectuaron utilizando el programa estadístico InfoStat®.

La información proveniente de las vacas, fue primeramente analizada a través de una regresión logística binaria univariada, de la cual los datos que presentaron importancia y diferencias significativas fueron incluidos en el modelo de regresión logística binaria multivariada final. El resto de las variables fueron excluidas evitando así un efecto de sobreparametrización.

El modelo utilizado para el análisis final en vacas fue el siguiente:

$$p = \frac{1}{1 + \exp^{-(\alpha + \beta_i P_i + \beta_j C_j + \beta_k E_k + \beta_l T_l)}}$$

donde:

$p$  = Probabilidad de perder la preñez.

$\alpha$  = Intercepto.

$\beta_i$  = Pendiente del Predio.

$P_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo Predio (1 o 2).

$\beta_j$  = Pendiente del cambio de CC desde el parto hasta el posparto.

$C_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima pérdida de CC desde el parto hasta el posparto ( $\leq 0,25$ ;  $0,5 - 0,75$ ;  $\geq 1$  punto).

$\beta_k$  = Pendiente de la estación del año el día de la concepción.

$E_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima estación del año al día de la concepción (Primavera, Verano, Otoño o Invierno).

$\beta_l$  = Pendiente del tipo de inseminación.

$T_l$  = Efecto del  $l$ -ésimo tipo de inseminación (celo detectado o IATF).

En las vaquillas se utilizó una regresión logística binaria multivariada, ocupando sólo como factores de riesgo el predio y la estación del año a la concepción, debido a que para tipo de inseminación tan sólo dos vaquillas recibieron IATF.

El modelo utilizado para el análisis en vaquillas fue el siguiente:

$$p = \frac{1}{1 + \exp^{-(\alpha + \beta_i P_i + \beta_j E_j)}}$$

donde:

$p$  = Probabilidad de perder la preñez.

$\alpha$  = Intercepto.

$\beta_i$  = Pendiente del Predio.

$P_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo Predio ( 1 o 2).

$\beta_j$  = Pendiente de la estación del año el día de la concepción.

$E_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima estación del año al día de la concepción (Primavera, Verano, Otoño o Invierno).

Los resultados obtenidos se expresan con sus respectivas razones de riesgo (*Odd ratio*, OR) y con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC 95 %).

## 7- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Tasas de pérdida embrionaria-fetal en vacas y vaquillas

Los datos se obtuvieron a partir de 3.422 gestaciones; 2.231 en vacas y 1.191 en vaquillas. La pérdida embrionaria-fetal total fue de un 8,27 %, siendo la pérdida gestacional en vacas (10,98 %) significativamente mayor en comparación a la observada en vaquillas (3,19%). En términos de razón de riesgo, las vacas tuvieron 3,74 veces la probabilidad de pérdida gestacional en vaquillas (lo que se muestra en la tabla 1). Estos resultados denotarían un claro incremento en el porcentaje de pérdida embrionaria-fetal en vacas lactantes en comparación con las vaquillas.

Tabla 1: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) para vacas y vaquillas.

Categoría Animal	Nº Animales	Nº Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
Vaquillas	1.191	38	3,19	Referencia		
Vacas	2.231	245	10,98	3,74	2,64 - 5,31	<0,0001

Con respecto al valor encontrado en las vaquillas, este resultó similar al de Silke *et al.* (2002), quienes informaron un 3,75% de pérdida entre los días 28 y 56 de gestación en vaquillas, para rebaños manejados en condiciones básicamente pastoriles en Irlanda. En cambio sería algo menor al obtenido en un estudio realizado sobre 1.358 vaquillas Holstein (Alexander *et al.*, 1995), donde se determinó un 5,3% de pérdida embrionaria-fetal desde los 30 hasta los 60 días de gestación.

Por otra parte la tasa de pérdida embrionaria-fetal en vacas (10,98 %) resultaría levemente menor en comparación a los valores informados en la literatura. Por ejemplo, Santos *et al.* (2009) realizaron un estudio en California con 2.337 vacas preñadas al día 30 de gestación y observaron un 13,2% de pérdida embrionaria-fetal hasta el día 58 de gestación. Otro trabajo realizado por Gümen *et al.* (2003), en un rebaño comercial de 800 vacas Holstein en el estado de Wisconsin, con un manejo y lapso de tiempo muy similar al utilizado en el presente estudio, mostró un 12,8% de pérdida embrionaria-fetal entre los 28 y los 64 días de gestación. Fricke *et al.* (1998), utilizando 237 vacas primíparas y multíparas, en las cuales compararon dos protocolos de IATF, obtuvieron un 13,5 % de pérdida de preñez entre los 28 y 56 días de gestación.

El estado fisiológico que presentan las vacas en lactancia es asociado con una menor eficiencia reproductiva, comparada con la de las vaquillas (Badinga *et al.*, 1985). Las respuestas hormonales y metabólicas durante la lactancia, junto con los manejos de una vaca en lactancia, contribuirían a esta reducción en fertilidad (Thatcher y Santos, 2011). A diferencia de las vaquillas, las vacas lactantes luego del parto entran en un balance energético negativo debido a que su consumo de energía no es capaz de sostener completamente la producción lechera. En este estado de balance energético negativo la glucosa producida es un metabolito clave y escaso, ya que es extraída fuertemente desde el torrente sanguíneo hacia la glándula mamaria para producir lactosa, dejando en desmedro glucosa disponible para el adecuado desarrollo fetal y placentario (Lucy, 2011), lo cual puede estar relacionado con la mayor pérdida embrionaria-fetal de las vacas lactantes. Debido a los elevados niveles de producción lechera, la tasa de metabolización de hormonas importantes para la mantención de la gestación como lo es la progesterona, es mayor, pudiendo este factor también estar implicado en una mayor pérdida de la preñez.

Obtener información de terreno sobre la frecuencia de pérdida embrionaria-fetal en la zona central de Chile es importante. Los resultados del presente estudio pueden contribuir a establecer una base sobre la cual es posible planificar el trabajo y las metas reproductivas en los rebaños lecheros de la zona central del país.

## **7.2. Análisis de los factores de riesgo de pérdida embrionaria-fetal en vacas**

Dentro de un primer análisis de la información en vacas, se realizó una regresión logística binaria univariada entre la variable respuesta “pérdida de la preñez” y cada una de las variables explicatorias propuestas en el estudio.

Al analizar el efecto predio sobre la pérdida embrionaria-fetal, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según predio.

Predio	Nº Vacas	Nº Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
1	1.014	87	8,58	Referencia		
2	1.217	158	12,98	1,59	1,21-2,1	0,001

Se obtuvo una diferencia significativa entre predios, teniendo las vacas del predio 2 1,59 veces la probabilidad de pérdida embrionaria-fetal que las del predio 1. Este resultado concuerda con lo obtenido por Santos *et al.* (2009), quienes determinaron en un predio 2,06 veces la probabilidad de pérdida embrionaria-fetal que en los otros predios en estudio. También sería compatible con los resultados de Humblot (2001) y Chebel *et al.* (2004), que muestran un rango de pérdida embrionaria-fetal muy amplio entre predios.

Puede haber muchas diferencias entre predios en cuanto a factores que afectan la pérdida embrionaria-fetal, tales como el número de ordeñas, la ubicación geográfica que está muy relacionada con la temperatura ambiental, la alimentación, la prevalencia de diversas enfermedades, las condiciones de infraestructura y de confinamiento, el manejo alimentario y los diversos manejos veterinarios. Estos y otros factores, pueden ser los responsables de la variación entre predios. En el presente estudio el predio 2 se ubica en un área geográfica en la cual las temperaturas son muy extremas, tanto en el invierno como en el verano, pudiendo llegar durante el verano a temperaturas sobre los 37 °C a la sombra, los corrales son un tanto pedregosos y con poco acceso a sombra, y las vacas están un mayor tiempo fuera de su corral durante la ordeña y hay una mayor incidencia de mastitis clínica. En el predio 1 las temperaturas son más moderadas, el alojamiento es más confortable, y los manejos cotidianos y veterinarios son más rigurosos.

Los resultados obtenidos en este estudio destacan la importancia de una mayor preocupación por mantener buenas condiciones para los animales, lo que se evidencia en diversos aspectos como por ejemplo, el confort de los animales con un adecuado alojamiento, con buenos pisos, con acceso a sombra y sistemas de mitigación del calor en el verano, especialmente en el patio de espera antes de la ordeña, además una alimentación que cumpla con los requerimientos nutricionales, en especial durante el periodo de transición, junto con estrategias de alimentación que permitan la entrega adecuada del alimento durante este periodo crítico. Son también relevantes los manejos técnicos y veterinarios oportunos para mantener animales en buenas condiciones sanitarias.

Al estudiar la relación entre el NOP (primíparas o multíparas) y la pérdida embrionaria-fetal, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según NOP.

NOP	N° Vacas	N° Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
Primíparas	782	85	10,87	Referencia		
Múltiparas	1.449	160	11,04	1,02	0,77-1,35	0,90

No se observó asociación estadísticamente significativa entre pérdida embrionaria-fetal y NOP. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Chebel *et al.* (2004) y López-Gatius *et al.* (2002), pero difiere de lo encontrado por Santos *et al.* (2009), quienes comprobaron que las vacas primíparas tuvieron un 48% más de probabilidad de mantener su gestación.

En general los resultados obtenidos en el presente estudio son compatibles a los obtenidos en la literatura, dado que se observó una pérdida embrionaria-fetal más elevada en las vacas que en las vaquillas; conjuntamente con un efecto no significativo del NOP como factor de riesgo de pérdida embrionaria-fetal dentro de la categoría de vacas.

Los resultados del análisis de la asociación entre la pérdida embrionaria-fetal y la CC al parto. Se presentan en la tabla 4.

Tabla 4: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según la CC al parto.

CC al parto	N° Vacas	N° Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
≤ 2,75	45	3	6,67	Referencia		
3 - 3,50	855	79	9,24	1,43	0,43-4,7	0,56
≥ 3,75	794	107	13,48	2,18	0,66-7,16	0,19

Aún cuando se observó una tendencia a un aumento de la pérdida embrionaria-fetal en aquellas vacas con una mayor CC al parto, esta asociación no fue significativa. Este resultado sería consistente con lo informado en el estudio de López-Gatius *et al.* (2002), donde la CC al parto no estuvo relacionada con la pérdida embrionaria-fetal, pero no es consistente con lo encontrado por Santos *et al.* (2009), quienes observaron que aquellas vacas con menor CC al parto tuvieron más probabilidad de perder su preñez en la siguiente gestación.

La CC al parto es un factor importante que predice con bastante confianza cuándo ocurrirá el reinicio de la actividad reproductiva después del parto. De hecho, se describe una estrecha asociación de la CC al parto con la tasa de concepción (Santos *et al.*, 2009). Es

posible que las vacas en ambos extremos de CC; es decir, vacas muy flacas u obesas, experimenten un balance energético negativo más agudo, y esto lleve a un deterioro en la calidad del ovocito y posteriormente del embrión. Sin embargo, si el consumo de alimento al inicio de la lactancia es alto, controlaría en cierta medida este balance energético negativo; pudiendo, una vez formado el embrión, desarrollarse de una forma adecuada y no sufrir una pérdida.

Se analizó la relación de la pérdida embrionaria-fetal con la pérdida de CC desde el parto hasta el posparto (40 días posparto), obteniéndose los resultados que se presentan en la tabla 5.

Tabla 5: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según la pérdida de CC desde el parto hasta el posparto.

Pérdida de CC al posparto	N <sup>a</sup> Vacas	N <sup>o</sup> Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
≤ 0,25	184	11	5,98	Referencia		
0,5 - 0,75	595	60	10,08	1,76	0,91-3,43	0,09
≥ 1	525	74	14,1	2,58	1,34-4,98	0,005

Los resultados muestran una clara tendencia a que a medida que la pérdida de CC después del parto va en aumento (0,5-0,75 puntos), la pérdida embrionaria-fetal es mayor, y esta relación se hace altamente significativa cuando esta es igual o mayor a 1 punto de CC, ya que en este caso las vacas tuvieron 2,58 veces la probabilidad de sufrir una pérdida en su gestación, en relación a las vacas que bajaron 0,25 puntos o menos de CC en este periodo. Esto es consistente con lo descrito por López-Gatius *et al.* (2002), Silke *et al.* (2002) y Santos *et al.* (2009), en el sentido que una pérdida de CC en el posparto aumenta notoriamente la pérdida embrionaria-fetal.

De acuerdo a estos resultados y lo establecido en la literatura, los esfuerzos que se hagan para disminuir la pérdida de CC después del parto, se reflejarán en menores pérdidas embrionarias-fetales durante el periodo posparto. Generalmente se considera que la vaca de mayor producción es la que más pierde CC en el posparto, pero por otro lado la vaca de mayor producción tiene una mayor capacidad de consumo de alimento (Harrison *et al.*, 1990), lo que disminuiría la pérdida de CC en el posparto. En general el balance energético, y consiguientemente la CC, están determinados fundamentalmente por el consumo de alimento más que por la producción de leche (Villa-Godoy *et al.*, 1988). Por

tanto, las vacas de mayor producción serían menos propensas a bajar su CC, en relación a las vacas que disminuyen su consumo de alimento; por ejemplo, debido a problemas en el parto o alteraciones en el posparto temprano. Para esto es fundamental la implementación de programas de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que afectan a la vaca recién parida.

Con respecto a la relación entre la pérdida embrionaria-fetal y la CC al momento de la concepción, los resultados de este análisis se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según la CC a la concepción.

CC concepción	N° Vacas	N° Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
≤ 2,75	487	54	11,09	Referencia		
3 - 3,50	328	26	7,92	0,69	0,42-1,13	0,14
≥ 3,75	22	4	18,18	1,78	0,58-5,46	0,31

Los resultados presentados en la tabla anterior no muestran una asociación estadísticamente significativa entre pérdida embrionaria-fetal y CC a la concepción. Estos resultados están en concordancia con los informados por López-Gatius *et al.* (2002), pero difieren de los resultados obtenidos por Santos *et al.* (2009), quienes comprobaron que las vacas con menor CC a la concepción tuvieron más probabilidad de perder su preñez.

Adicionalmente, se utilizó como referencia el grupo de vacas con CC moderada a la concepción, sin encontrarse diferencia estadísticamente significativa con respecto a la pérdida embrionaria-fetal registrada, aun cuando las vacas flacas y obesas tuvieron una mayor pérdida embrionaria-fetal porcentual en comparación con las vacas en moderada CC.

También es interesante notar que sobre el 50 % de las vacas a las cuales se les midió la CC a la concepción, estaban con una CC ≤ 2,75; lo que refleja que muchos animales con moderada o buena CC al parto bajaron drásticamente su CC hasta la fecha de concepción.

En cuanto a la producción lechera como un posible factor de riesgo de pérdida embrionaria-fetal, se consideraron dos variables de clasificación. La primera fue la producción de leche el día de la concepción y la segunda la producción de leche acumulada hasta los 100 días de lactancia. Primero se analizó la asociación entre pérdida embrionaria-

fetal y la producción de leche el día de la concepción; efectuándose el mismo tipo de análisis con la producción de leche acumulada hasta los 100 días de lactancia. Cuyos resultados de ambos análisis se presentan en las tablas 7 y 8 respectivamente.

Tabla 7: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según producción de leche el día de la concepción.

*Producción de Leche (lt.)	N° Vacas	N° Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
Q1, 31	557	52	9,34	Referencia		
Q2, 37	557	65	11,67	1,31	0,9-1,9	0,16
Q3, 42	556	68	12,23	1,23	0,84-1,8	0,28
Q4, 49	557	60	10,77	1,21	0,82-1,77	0,34

\*Agrupada en cuartiles; se muestra el valor promedio para cada cuartil.

Tabla 8: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según producción de leche acumulada hasta los 100 días de lactancia.

* Producción de Leche (lt.)	N° Vacas	N° Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
Q1, 2.930	530	59	11,13	Referencia		
Q2, 3.530	531	51	9,6	0,87	0,59-1,29	0,50
Q3, 4.120	530	59	11,13	0,97	0,66-1,43	0,89
Q4, 4.770	530	67	12,64	1,17	0,8-1,7	0,41

\* Agrupada en cuartiles; se muestra el valor promedio para cada cuartil.

Ninguna de las dos medidas de producción lechera estuvo relacionada significativamente con la pérdida embrionaria-fetal. Estos resultados están de acuerdo con lo informado por la mayoría de los autores (López-Gatius *et al.*, 2002; Silke *et al.*, 2002; Chebel *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2009). Al respecto, es necesario destacar que efectivamente las vacas de mayor producción tienen un metabolismo hepático más alto de hormonas importantes para la reproducción como el estradiol o la progesterona, lo cual ciertamente puede influir en una menor fertilidad. Sin embargo, este efecto es más evidente en los eventos relacionados con la presentación de celo, siendo menos evidente una vez que la preñez está establecida. En consecuencia, las vacas lecheras de alta producción que tienen un consumo adecuado de alimento, que les permita tener un balance energético negativo moderado al posparto, pueden sobrellevar una gestación exitosa. Además, se debe agregar que posiblemente aquellas vacas de menor producción sean también aquellas que sufrieron más enfermedades al parto y al posparto, con el consiguiente deterioro en su fertilidad posterior.

En la tabla 9 se muestran los resultados del análisis de regresión logística entre la pérdida embrionaria-fetal y la variable días en leche a la concepción o lapso parto-concepción.

Tabla 9: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según días en leche a la concepción.

Días en leche a la concepción	N° Vacas	N° Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
50-100	985	104	10,56	Referencia		
101-200	885	106	11,98	1,15	0,86-1,54	0,33
201-661	358	35	9,78	0,92	0,61-1,37	0,68

No se observó una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables, lo que es consistente con lo informado en otros estudios (Silke *et al.*, 2002; Chebel *et al.*, 2004). Por lo tanto, es posible afirmar que pasado el tiempo de involución uterina fisiológica, es decir después de aproximadamente 45 días posparto, una vaca que parió sin problemas puede ser inseminada y no tener ningún problema en cuanto a sobrevivencia embrionaria-fetal. Estos resultados podrían considerarse consistentes también con lo observado en estudios prediales de características similares, donde no se han determinado diferencias importantes en las tasas de concepción a los días en leche que se realizaron las inseminaciones (Chebel *et al.*, 2004).

Los resultados del análisis de la relación de la pérdida embrionaria-fetal con la estación del año al día de la concepción, se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según la estación del año al día de la concepción.

Estación	N° Vacas	N° Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
Primavera	387	27	6,98	Referencia		
Verano	607	79	13,01	1,99	1,26-3,15	0,003
Otoño	759	85	11,2	1,68	1,07-2,64	0,02
Invierno	478	54	11,3	1,7	1,05-2,75	0,03

En la tabla 10 se observa que la probabilidad de pérdida embrionaria-fetal fue significativamente mayor para las vacas que iniciaron su gestación en otoño (1,68 veces), en invierno (1,7 veces) y en verano (1,99 veces), comparadas con aquellas que comenzaron su gestación en primavera. En la literatura consultada, hay un trabajo en que no se determinó una relación entre la pérdida embrionaria-fetal con la estación del año (Santos *et al.*, 2009). Sin embargo, en dicho estudio se consideró como variable la estación del año al parto anterior, la

cual no estaría muy relacionada con el desarrollo embrionario, ya que este es muy posterior al parto. En otro trabajo, realizado por Chebel *et al.* (2004), estudiaron la asociación entre el posible stress por calor y la pérdida embrionaria-fetal, concluyéndose que las altas temperaturas ambientales no influyeron en la pérdida embrionaria-fetal. Sin embargo, y con respecto a este último trabajo, cabe destacar que la estación del año no implica solamente la temperatura ambiental, sino también involucra otros múltiples factores. Un trabajo realizado por García-Ispuerto *et al.* (2006) demostró que en el verano la probabilidad de pérdida gestacional es mayor.

Las altas temperaturas ambientales son un factor de riesgo muy importante en la pérdida embrionaria temprana, pero en una gestación posterior a los 30 días no debiera provocar mayores problemas, a menos que las temperaturas y la duración de ellas sean muy extremas (Ealy *et al.*, 1993).

Por lo tanto, es posible que en verano las altas temperaturas, en especial del predio 2, donde las vacas se alojan en corrales de tierra con acceso a sombra sólo parcial, hayan originado mermas en la mantención normal de la preñez. Por otro lado, las condiciones adversas durante el invierno, como el barro, caminos deteriorados y la mayor incidencia de mastitis clínica y subclínica, podrían reflejarse en una mayor probabilidad de pérdidas embrionaria-fetales en esa estación.

En la tabla 11 se presentan los resultados del análisis de la asociación entre la presencia de mastitis clínica dentro del periodo en estudio con la pérdida embrionaria-fetal.

Tabla 11: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según la presentación de mastitis clínica durante los 30 - 60 días posparto.

Presentación de mastitis clínica	Nº Vacas	Nº Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	p
No	2.018	215	10,65	Referencia		
Si	213	30	14,08	1,37	0,91-2,07	0,13

Se observó una tendencia a que las vacas afectadas por mastitis clínica en el periodo comprendido entre ambos controles de la gestación, tuviesen una mayor pérdida embrionaria-fetal. Sin embargo, no se encontró en este estudio una asociación estadísticamente significativa. Chebel *et al.* (2004) observaron que las vacas que sufrían de mastitis clínica entre la inseminación y el diagnóstico de preñez tuvieron 2,8 veces la

probabilidad de perder la gestación, comparadas con aquellas que no experimentaron mastitis. Por otro lado, López-Gatius *et al.* (2002) no observaron una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la pérdida de la preñez, entre las vacas con enfermedades clínicas (mastitis o laminitis) y las que no fueron afectadas por estas patologías.

El diseño del presente estudio es similar al del realizado por López-Gatius *et al.* (2002), en el sentido que se analizaron las mastitis ocurridas solamente dentro del periodo en estudio (30-60 días de gestación). Es posible que al momento de la presentación de la mastitis clínica hubiera un embrión desarrollado y relativamente resistente a los procesos inflamatorios, lo que se traduciría en una menor pérdida embrionaria-fetal en comparación a lo que ocurre en el periodo anterior, es decir desde la inseminación al primer diagnóstico de la gestación. El efecto significativo de la mastitis sobre pérdida de la gestación se ha demostrado en estudios que consideran este periodo previo al diagnóstico de la gestación.

Finalmente, se analizó la relación entre la pérdida embrionaria-fetal y la variable tipo de inseminación; es decir, si la gestación se inició a partir de una inseminación a celo natural o posterior a una IATF. Los resultados se muestran en la tabla 12.

Tabla 12: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) según tipo de inseminación.

Tipo de inseminación	Nº Vacas	Nº Pérdidas	Pérdida (%)	O.R.	IC 95%	P
Celo natural	1.613	155	9,61	Referencia		
IATF	610	87	14,26	1,56	1,18-2,07	0,002

Se encontró una asociación significativa entre las variables tipo de inseminación y pérdida embrionaria-fetal, donde las vacas inseminadas bajo protocolos de IATF tuvieron 1,56 veces la probabilidad de pérdida gestacional que aquellas inseminadas bajo detección de celo. En general, no se describe en la literatura una asociación entre estas variables (Gümen *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2009). Sin embargo, es posible que protocolos de sincronización que limiten el largo del proestro o resulten en folículos incompetentes, puedan comprometer la fertilidad por incremento en la pérdida de preñez (Santos *et al.*, 2004). Es por esto último que los protocolos de IATF se deben aplicar en lecherías donde el personal sea muy responsable y riguroso en los tiempos de administración de las diferentes hormonas y el posterior tiempo de inseminación.

Posterior a la evaluación estadística de cada variable por separado, se realizó un análisis de regresión logística binaria multivariada. En este modelo, se incluyeron todas las variables explicatorias que fueron estadísticamente significativas al ser analizadas individualmente en los análisis univariados. El análisis multivariado es muy importante, ya que al considerar múltiples variables independientes en conjunto se logra determinar aquellos factores que realmente influyen en la variable respuesta. Los resultados del modelo aplicable a las vacas se muestran en la tabla 13.

Tabla 13: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) en vacas según posibles factores de riesgo.

<b>Variable</b>	<b>O.R.</b>	<b>IC 95%</b>	<b>P</b>
Predio 2	1,53	0,94 - 2,49	0,09
Pérdida CC posparto de 0,5 a 0,75 puntos	1,52	0,77 - 2,98	0,23
Pérdida CC posparto $\geq 1$ punto	2,02	1,02 - 4	0,04
Otoño	1,54	0,87 - 2,73	0,14
Invierno	2,03	1,12 - 3,7	0,02
Verano	1,84	1,03 - 3,3	0,04
IATF	1,34	0,93 - 1,95	0,12

Del análisis multivariado en vacas los resultados muestran una tendencia a una mayor pérdida embrionaria-fetal en el predio 2 que en el predio 1; observándose además que la pérdida embrionaria-fetal es significativamente mayor en las vacas que comienzan su gestación en invierno (2,03 veces) y verano (1,84 veces), comparadas con aquellas que comienzan su gestación en primavera. Los resultados también indican que las vacas que pierden 1 punto o más de CC desde el parto hasta el posparto (alrededor de los 40 días posparto), tienen 2,02 veces la probabilidad de perder su gestación en comparación con aquellas que bajaron 0,25 puntos o menos de CC en este periodo.

Por otra parte de los resultados obtenidos en la tabla 13 se desprende que, la pérdida de CC entre 0,5 - 0,75 en el posparto, inseminación fértil durante otoño y la IATF no constituirían factores de riesgo de pérdida embrionaria-fetal en vacas.

### 7.3. Análisis de los factores de riesgo de pérdida embrionaria-fetal en vaquillas

A continuación se realizó una regresión logística binaria multivariada con la población de vaquillas en estudio, y utilizando las variables aplicables para ellas, las cuales fueron predio y estación, ya que el tipo de inseminación no fue posible incluirlo en el modelo, porque sólo en dos vaquillas se usaron protocolos de IATF. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Riesgo de pérdida embrionaria-fetal (30-60 ds) en vaquillas según posibles factores de riesgo.

Variable	O.R.	IC 95%	p
Predio 2	1,87	0,94 - 3,73	0,08
Otoño	1,90	0,72 - 5,01	0,19
Invierno	1,74	0,61 - 5,02	0,30
Verano	1,06	0,36 - 3,11	0,91

Estos resultados reflejan una tendencia a una mayor posibilidad de pérdida embrionaria-fetal en el predio 2, probablemente por las mismas razones expuestas para las vacas. Además, no se observó una asociación significativa de la pérdida embrionaria-fetal con la estación del año en que ocurrió la concepción, debido posiblemente a que la capacidad de termorregulación en vaquillas y la habilidad para adaptarse a las condiciones ambientales son mejores que en las vacas, debido a que estos animales están sometidos a un menor stress de manejo y de producción.

A modo de resumen podría señalarse que los resultados obtenidos en este estudio constituyen una fuente de información que puede contribuir al mejoramiento de la eficiencia de producción lechera, en el sentido de identificar algunos factores de riesgo, que al ser bien manejados podrían permitir disminuir el porcentaje de pérdida embrionaria-fetal entre los 30 y 60 días de gestación. En general, se observó que la pérdida embrionaria-fetal alcanza una frecuencia similar a la observada en sistemas de producción equivalentes, en otras partes del mundo. Esta pérdida afecta en forma importante la eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros de alta producción. Sin embargo, identificando los factores de riesgo mencionados se puede mejorar la fertilidad de las vacas

en relación a la pérdida embrionaria-fetal. Dentro de los factores más importantes destacan la estación del año y particularmente la alta pérdida de CC de las vacas después del parto.

Por lo tanto, es importante emprender acciones que minimicen el efecto de estos factores, tales como el adecuado manejo durante el periodo de transición, la implementación de protocolos de manejo en la vaca recién parida, y proveer las mejores condiciones posibles de alojamiento, alimentación y confort, especialmente en el periodo de transición. Otras medidas complementarias deben incluir el uso de una ración balanceada, con una alta calidad de insumos, adecuadas técnicas de alimentación, chequeo de la densidad animal para el evitar la competencia en los comederos, proveer condiciones adecuadas de alojamiento y confort (especialmente camas), proveer agua limpia y a libre disposición, y mejorar la calidad de los caminos y lugares de circulación de las vacas. En lo ambiental, es importante contemplar medidas para combatir el stress calórico en verano, como utilización de sombras e incluso ventiladores o aspersores, en especial en el patio de espera previo a la ordeña, así como diseño de mecanismos para la protección del barro en el invierno. El aspecto humano incluye el buen trato del personal a los animales y la formación de personal bien capacitado y motivado. Finalmente, el establecimiento de un programa de mejoramiento de la calidad de leche y de la prevención de alteraciones podales, junto con la incorporación de protocolos para el manejo al parto y posparto, son algunos puntos importantes para mejorar la fertilidad de la vaca lechera, lo que se verá traducido en mayores retornos económicos.

## 8- IMPLICANCIAS

En las últimas décadas se ha observado un descenso en la fertilidad del ganado lechero. Este desmejoramiento en la fertilidad tiene consecuencias económicas importantes, las que no siempre son evidentes, ya que representan dinero que el productor deja de ganar y no dinero tangible como el que recibe un productor por la leche vendida. Al calcular el valor de una preñez, o el costo de perder una gestación o de los días abiertos excesivos es cuando se logra percibir la magnitud del problema y las pérdidas económicas elevadas asociadas. Por lo tanto, al cuantificar la pérdida embrionaria- fetal tanto en vacas como en vaquillas, en un grupo de animales de la zona central, es posible estimar en algún grado la magnitud de las pérdidas y de acuerdo a ello establecer objetivos y metas de mejoramiento. En segundo lugar, la identificación e importancia relativa de algunos factores de riesgo implicados en la pérdida de la gestación, permite elaborar un plan de mejoramiento de la fertilidad donde se consideren estos factores.

El aumento progresivo en la producción lechera por vaca descrito en la literatura internacional, también se observa en las lecherías de la zona central de nuestro país. Sin embargo, en el presente trabajo, se demostró que las vacas de baja y alta producción tuvieron la misma probabilidad de perder su gestación, lo cual refleja que hay otros factores involucrados más relevantes en la pérdida embrionaria-fetal, y que con un adecuado manejo y alimentación, el nivel productivo elevado no sería un problema en la mantención de la gestación.

Por otra parte este estudio permitió comprobar que un factor asociado a la pérdida embrionaria-fetal es el descenso marcado en la CC desde el parto hasta el posparto. Una pérdida de CC al posparto, junto con un balance energético negativo, dentro de ciertos rangos, es normal; debido a que la vaca no es capaz de consumir todos los nutrientes que requiere para la biosíntesis de leche. Sin embargo, esta pérdida de CC puede ser atenuada con un manejo alimentario que incluya raciones bien elaboradas y adecuadamente repartidas a lo largo del día, además de proveer buenas condiciones ambientales. La estación del año en que ocurre la concepción también fue un factor asociado a pérdida gestacional, observándose que en la primavera ocurre una menor pérdida embrionaria-fetal, en comparación a las demás estaciones. Es en esta estación del año, donde las temperaturas son más bien moderadas y por lo general los pisos y corrales se encuentran secos y en buen estado. De esta manera, si se imitara en algo las condiciones de confort de las vacas en

primavera, sería posible lograr una mayor mantención de la preñez en aquellas vacas que comienzan su gestación durante el verano o el invierno. Algunas herramientas útiles y rentables, con el objetivo de combatir las altas temperaturas ambientales de verano, pueden ser las sombras, los ventiladores o los rociadores; ubicando estos últimos en especial en el patio de espera de la sala de ordeña. También es clave el mantenimiento adecuado de las camas, pisos y corrales; los cuales deben tener buenos drenajes, pendientes adecuadas y extracción frecuente del material fecal, para de esta manera otorgar a las vacas áreas de descanso secas, cómodas y limpias.

Por lo tanto, es posible aplicar manejos criteriosos y relativamente sencillos de implementar, tanto en la alimentación como en el confort de las vacas, los cuales generarán un mayor retorno económico para los planteles lecheros, debido a una menor pérdida gestacional. Se destaca que estas mismas recomendaciones son válidas para prácticamente cada aspecto del sistema de producción lechero.

## 9- CONCLUSIONES

La pérdida embrionaria-fetal entre los 30 y 60 días de gestación fue de 8,27 %, siendo significativamente mayor en vacas (10,98 %) que en vaquillas (3,19 %); determinándose 3,74 veces la probabilidad de pérdida de gestación en las vacas en comparación con las vaquillas.

El análisis mediante regresión logística binaria univariada no demostró una asociación estadísticamente significativa de la pérdida embrionaria-fetal en vacas con las variables NOP, CC al parto, CC a la concepción, nivel de producción lechera (a la concepción y acumulada hasta los 100 días de lactancia), días en leche a la concepción y presentación de mastitis clínica.

Al incluir las variables aparentemente asociadas a pérdidas embrionarias-fetales en vacas según los análisis de regresión logística binaria univariada, en el modelo de regresión logística binaria multivariada, se corroboró que la pérdida marcada de CC en el posparto y la estación del año a la concepción constituyen factores de riesgo de pérdida embrionaria-fetal, observándose sólo tendencias para los factores predio y tipo de inseminación.

Las vacas que perdieron  $\geq 1$  punto de CC durante el posparto tuvieron 2,02 veces la probabilidad de perder su gestación, en comparación a aquellas que bajaron 0,25 puntos o menos de CC en el mismo periodo.

La pérdida embrionaria-fetal fue significativamente mayor en las vacas que comenzaron su gestación en invierno (2,03 veces) y verano (1,84 veces), en relación a aquellas que la iniciaron en primavera.

El modelo de regresión logística binaria multivariada en vaquillas, no demostró una relación significativa de la estación del año al momento de la concepción con la pérdida embrionaria-fetal, observándose una tendencia del efecto predio.

## 10- BIBLIOGRAFÍA

**ALEXANDER, B.; JOHNSON, M.; GUARDIA, R.; VAN DE GRAAF, W. SENGHER, P.; SASSER, R.** 1995. Embryonic loss from 30 to 60 days post breeding and the effect of palpation per rectum on pregnancy. *Theriogenology*. 43: 551 - 556.

**BADINGA, L.; COLLIER, R.; THATCHER, W.; WILCOX, C.** 1985. Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 68: 78 - 85.

**BARTOLOMÉ, J.** 2011. Manejo farmacológico para reducir las pérdidas gestacionales tempranas en vacas lecheras. *Memorias del I Simposio Latinoamericano de Reproducción Animal*. Viña del Mar, Chile. 7 - 8 noviembre. pp 263 - 272.

**BRITT, J.; SCOTT, R.; ARMSTRONG, J.; WHITACRE, M.** 1986. Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 69: 2195 - 2202.

**BUTLER, R.** 2003. Nutrition and reproduction loss – can we feed our way out of it?. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> bi-annual W.E. Petersen Symposium “Reproductive Loss in Dairy Cows: Is the Trend Reversible?”*. University of Minnesota. April 8. pp 22 - 30.

**CARTMILL, J.; EL-ZARKOUNY, S.; HENSLEY, B.; ROZELL, T.; SMITH, J.; STEVENSON, J.** 2001. An alternative AI breeding protocol for dairy cows exposed to elevated ambient temperatures before or after calving or both. *J. Dairy Sci.* 84: 799 - 806.

**CERRI, R.; JUCHEM, S.; CHEBEL, R.; RUTIGLIANO, H.; BRUNO, S.; GALVAO, K.; THATCHER, W.; SANTOS, J.** 2009. Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92 : 1520 - 1531.

**CHEBEL, R.; SANTOS, J.; REYNOLDS, J.; CERRI, R.; JUCHEM, S.; OVERTON, M.** 2004. Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 84: 239 - 255.

**COMMITTEE ON BOVINE REPRODUCTIVE NOMENCLATURE.** 1972. Recommendations for standardizing bovine reproductive terms. *Cornell Vet.* 62: 216 - 237.

**DE RENSIS, F.; SCARAMUZZI, R.** 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow- a review. *Theriogenology* 60: 1139 - 1151.

**DE VRIES, A.** 2006a. Economic value of pregnancy in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89: 3876 - 3885.

**DE VRIES, A.** 2006b. Determinants of the cost of days open in dairy cattle. 11<sup>th</sup> International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. Cairns, Australia. Disponible en [www.sciquest.org.nz](http://www.sciquest.org.nz).

**DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. DGAC.** 2009. Climas de Chile. Región de Valparaíso. Disponible en <http://www.meteochile.cl/>.

- EDMONSON, A.; LEAN, I.; WEAVER, L.; FARVER, T.; WEBSTER, G.** 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72: 68 - 78.
- EALY, A.; DROST, M.; HANSEN, P.** 1993. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *J. Dairy Sci.* 76: 2899 - 2905.
- FERGUSON, J.; GALLIGAN, D.; THOMSEN, N.** 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77: 2695 - 2703.
- FRICKE, P.; GUENTHER, J.; WILTBANK, M.** 1998. Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 50:1275 - 1284.
- FRICKE, P.** 2002. Scanning the future-ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85: 1918 - 1926.
- GARCÍA-ISPIERTO, I.; LÓPEZ-GATIUS, F.; SANTOLARIA, P.; YÁNIZ, J.; NOGAREDA, C.; LÓPEZ-BÉJAR, M.; DE RENSIS, F.** 2006. Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. *Theriogenology* 65: 799 - 807.
- GRÖHN Y., RAJALA-SCHULTZ P.** 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 605 - 614.
- GÜMEN, A.; GUENTHER, J.; WILTBANK, M.** 2003. Follicular size and response to ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86: 3184 - 3194.
- HAHN, G.** 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Anim. Sci.* 77: 10 - 20.
- HARRISON, R.; FORD, S.; YOUNG, J.; CONLEY, A.; FREEMAN, A.** 1990. Increased milk production versus reproductive and energy status of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 2749 - 2758.
- HEERSCHE, G.; NEBEL, R.** 1994. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J. Dairy Sci.* 77: 2754 - 2761.
- HUMBLOT, P.** 2001. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants. *Theriogenology* 56: 1417 - 1433.
- LÓPEZ-GATIUS, F.; SANTOLARIA, P.; YÁNIZ, J.; RUTLLANT, J.; LÓPEZ-BÉJAR, M.** 2002. Factors affecting pregnancy loss from gestation day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. *Theriogenology* 57: 1251 - 1261.
- LOPEZ, H.; SATTER, L.; WILTBANK, M.** 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 81: 209 - 223.
- LUCY, M.** 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end?. *J. Dairy Sci.* 84: 1277 - 1293.

**LUCY, M.** 2011. Mecanismos asociados con la nutrición y la actividad reproductiva. Memorias del I Simposio Latinoamericano de Reproducción Animal. Viña del Mar, Chile. 7 - 8 noviembre. pp 119 - 127.

**MOORE, D.; O'CONNOR, M.** 1993. Coliform mastitis: its posible effects on reproduction in dairy cattle. *In*: Proceedings of the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting of the National Mastitis Council. Kansas City, MO, USA. pp 162 - 166.

**MOREIRA, F.; ORLANDI, C.; RISCO, C.; MATTOS, R.; LOPES, F.; THATCHER, W.** 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84: 1646 - 1659.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC)** 2001. Nutrient requirements of dairy cattle: 7<sup>th</sup> revised edition. National Academy Press. Washington DC. 408 p.

**PACE, M.** 2003. Has the fertilizing capacity of bovine spermatozoa changed?. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> bi-annual W.E. Petersen Symposium "Reproductive Loss in Dairy Cows: Is the Trend Reversible?". University of Minnesota. April 8. pp 13 - 21.

**PEÑA, S.** 2010. Relación entre temperatura ambiental y tasa de concepción en vacas lecheras de la zona central de Chile. Memoria de Título Médico Veterinario. Universidad de Chile. Chile. 54 p.

**PURSLEY, J.; MEE, M.; WILTBANK, M.** 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2a and GnRH. *Theriogenology* 44: 915 - 923.

**PUTNEY, D.; DROST, M.; THATCHER, W.** 1988. Embryonic development on superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology* 30: 195 (abstract).

**RISCO, C.; DONOVAN, G.; HERNANDEZ, J.** 1999. Clinical mastitis associated with abortion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1684 - 1689.

**RIVERA, H.; LOPEZ, H.; FRICKE, P.** 2004. Fertility of Holstein dairy heifers after synchronization of ovulation and timed AI or AI after removed tail chalk. *J. Dairy Sci.* 87: 2051 - 2061.

**ROMAN-PONCE, H.; THATCHER, W.; CATON, D.; BARRON, D.; WILCOX, C.** 1978. Thermal stress effects on uterine blood flow in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 46: 175 - 180.

**RYAN, D.; PRICHARD, J.; KOPEL, E.; GODKE, R.** 1993. Comparing early embryo mortality in dairy cows during hot and cool seasons of the year. *Theriogenology* 39: 719 - 737.

**SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L.; WILTBANK, M.** 2002. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 $\beta$  in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85: 2831 - 2842.

**SANTOS, J.; THATCHER, W.; CHEBEL, R.; CERRI, R.; GALVAO, K.** 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim. Reprod. Sci.* 82 - 83: 513 - 535.

**SANTOS, J.; RUTIGLIANO, H.; SÁ FILHO, M.** 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 110: 207 - 221.

**SARTORI, R.; SARTOR-BERGFELT, R.; MERTENS, S.; GUENTHER, J.; PARRISH, J. WILTBANK, M.** 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J. Dairy Sci.* 85: 2803 - 2812.

**SCHRICK, F.; HOCKETT, M.; SAXTON, A.; LEWIS, M.; DOWLEN, H.; OLIVER, S.** 2001. Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *J. Dairy Sci.* 84: 1407 - 1412.

**SILKE, V.; DISKIN, M.; KENNY, D.; BOLAND, M.; DILLON, P.; MEE, J.; SREENAN, J.** 2002. Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 71: 1 - 12.

**STEVENSON, J.** 2001. Reproductive management of dairy cows in high milk-producing herds. *J. Dairy Sci.* 84 (Suppl.): E128 - E143.

**THATCHER, W.; SANTOS, J.** 2011. Nuevas estrategias para prevenir la mortalidad embrionaria en el ganado lechero. *Memorias del I Simposio Latinoamericano de Reproducción Animal. Viña del Mar, Chile. 7 - 8 noviembre.* pp 15 - 34.

**VILLA-GODOY, A.; HUGHES, T.; EMERY, R.; CHAPIN, L.; FOGWELL, R.** 1988. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71: 1063 - 1072.

**WILDMAN, E.; JONES, G.; WAGNER, P.; BOMAN, R.** 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65: 495 - 501.