

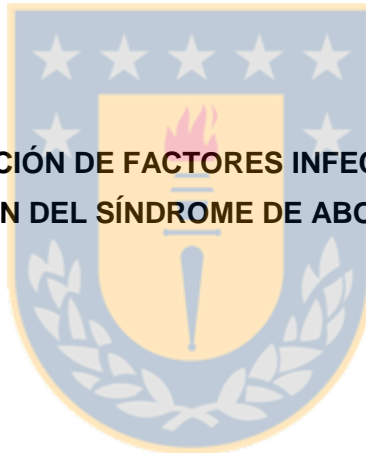
**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**Dirección de Postgrado - Programa de Magíster en Ciencias Veterinarias con  
mención en Calidad e Inocuidad de Alimentos de Origen Animal**



**ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE FACTORES INFECCIOSOS Y NO INFECCIOSOS  
CON LA PRESENTACIÓN DEL SÍNDROME DE ABORTO BOVINO EN LECHERÍAS**



**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGISTER EN CIENCIAS  
VETERINARIAS, MENCIÓN EN  
CALIDAD E INOCUIDAD DE  
ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL.**

**LEONARDO SEBASTIÁN ALBÁN ALBÁN  
CHILLÁN-CHILE  
2015**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**Dirección de Postgrado - Programa de Magíster en Ciencias Veterinarias con  
mención en Calidad e Inocuidad de Alimentos de Origen Animal**

**ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE FACTORES INFECCIOSOS Y NO INFECCIOSOS  
CON LA PRESENTACIÓN DEL SÍNDROME DE ABORTO BOVINO EN LECHERÍAS**



**LEONARDO SEBASTIÁN ALBÁN ALBÁN**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGISTER EN CIENCIAS  
VETERINARIAS, MENCIÓN EN  
CALIDAD E INOCUIDAD DE  
ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL.**

**CHILLÁN-CHILE  
2015**

**ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE FACTORES INFECCIOSOS Y NO  
INFECCIOSOS CON LA PRESENTACIÓN DEL SÍNDROME DE ABORTO  
BOVINO EN LECHERÍAS**

**Aprobado por:**

**Dra. Paula Gädicke L'Huissier.**

**Médico Veterinario M. Cs. Dr. MV.**

---

**Profesora Guía**

**Dr. Ricardo Chihuailaf Vivanco.**

**Médico Veterinario M. Cs. Dr. MV.**

---

**Evaluador Externo**

**Dr. Pedro Rojas García.**

**Médico Veterinario Dr. *Med. Vet.***

---

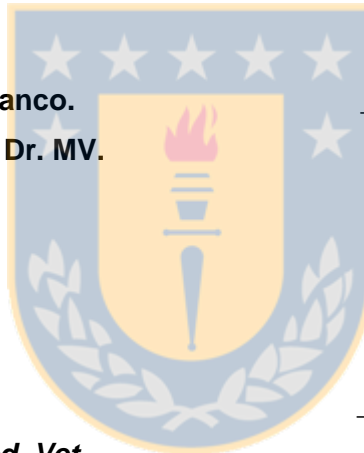
**Evaluador Interno**

**Dra. Juana López Martín.**

**Médico Veterinario M. Cs. Vet.**

---

**Directora del Programa**



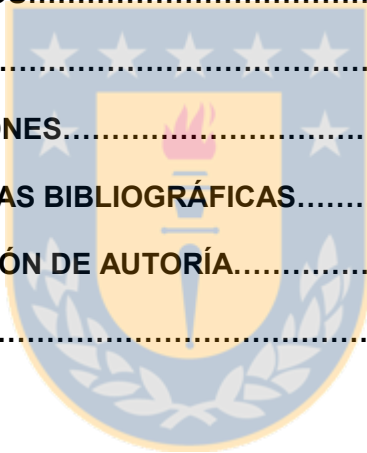
## RECONOCIMIENTOS

- Esta investigación fue financiada a través del proyecto FONDECYT de iniciación N° 11110090 titulado “Bovine abortion syndrome: Relationships of infectious and non-infectious causes” (“Síndrome de aborto Bovino: Relaciones entre causas infecciosas y no infecciosas”), que se enmarca dentro de la etapa II del proyecto, cuyo investigador responsable es la Dra. Paula Gädicke L’H.
- El agradecimiento al Dr. Nicolás Letelier por la colaboración, apoyo y predisposición a lo largo del estudio.
- A mis padres, hermana y sobrina por ser el soporte mental e incondicional fuera de mi país.



## TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO	PÁGINA
I. RESUMEN.....	1
II. SUMMARY.....	2
III. INTRODUCCIÓN.....	3
IV. MATERIAL.....	8
V. MÉTODOS.....	8
VI. RESULTADOS.....	14
VII. DISCUSIÓN.....	50
VIII. CONCLUSIONES.....	62
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	71
APÉNDICE.....	72



## INDICE DE TABLAS

N°		PÁGINA
1	Determinación del grado de claudicación	9
2	Tasa de incidencia acumulada (%) de abortos y el número de vacas con aborto del total de vacas preñadas según predio y mes de gestación	14
3	Porcentaje de animales (%) según puntaje de BCS en el primer tercio de lactancia (1 - 105d.) en vacas sin (N) y con aborto (Ab), durante la gestación	18
4	Porcentaje de animales (%) según puntaje de BCS en el segundo tercio de lactancia (106–210d.) en vacas sin (N) y con aborto (Ab), durante la gestación	19
5	Porcentaje de animales (%) según puntaje de BCS en el tercer tercio de lactancia (> 210d.) en vacas sin (N) y con aborto (Ab), durante la gestación	20
6	Porcentaje de animales y n, según variación en el BCS en vacas con aborto y vacas sin aborto entre los muestreos en el predio A	21
7	Porcentaje de animales y n, según variación en el BCS en vacas con aborto y vacas sin aborto entre los muestreos en el predio B	21
8	Porcentaje de animales y n, según variación en el BCS en vacas con aborto y vacas sin aborto entre los muestreos en el predio A+B	21
9	Número de animales y tasa de incidencia (TI%) según grado de cojeras por mes de gestación y predio	36
10	Porcentaje de animales y n, según diferencias en el grado de claudicación en vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), entre meses de gestación en el predio A	37
11	Porcentaje de animales y n según diferencias en el grado de claudicación en vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), entre meses de gestación en el predio B	37
12	Porcentaje de animales y n según diferencias en el grado de claudicación en vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), entre meses de gestación del predio A+B	37
13	Resumen del análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis) entre grupos de vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), clasificado por predio	40
14	Número y porcentaje de muestras positivas, sospechosas y negativas a kit ELISA/Ac para VDVB por predio en vacas con aborto (Ab) y sin aborto (N)	41
15	Número de animales positivos y negativos a ELISA/Ac para <i>Neospora caninum</i> por predio en vacas con aborto (Ab) y vacas son aborto (N)	44
16	Seropositividad a leptospirosis según prueba MAT, en vacas sin y con aborto durante la gestación	46

17	Resultados del regresión logística de variables infecciosas y no infecciosas de aborto	47
18	Resultados del modelo de sobrevivencia-regresión de Cox de variables infecciosas y no infecciosas para la presentación de aborto	47
19	Detalle de análisis de cada caso de aborto, según patrón causal y predio	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°		PÁGINA
1	Calificación de condición corporal de vacas lecheras	9
2	Curva de sobrevivencia fetal desde la confirmación de preñez por predio	15
3	Producción de leche en litros del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	15
4	Producción de leche en litros del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	16
5	Producción de leche en litros del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	16
6	Concentración de colesterol en mmol/L según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en el predio A+B	17
7	Concentración plasmática de $\beta$ -hidroxibutirato según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en el predio A+B	18
8	Concentración de plasmática de urea del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	22
9	Concentración de plasmática de urea del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	23
10	Concentración plasmática de urea del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	23
11	Concentración plasmática de proteínas totales según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en el predio A+B	24
12	Concentración plasmática de albumina según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en el predio A+B	25

13	Concentración plasmática de globulinas según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	25
14	Concentración plasmática de fibrinógeno del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	26
15	Concentración plasmática de fibrinógeno del predio B, según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	26
16	Concentración plasmática de fibrinógeno del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	27
17	Concentración plasmática de calcio según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en el predio A+B	28
18	Concentración plasmática de fósforo del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en los predios A+B	28
19	Actividad plasmática de la glutatión peroxidasa según mes de gestación en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en los predios A+B	29
20	Actividad plasmática de AST en U/L del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	30
21	Actividad plasmática de AST en U/L del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	30
22	Actividad plasmática de AST en U/L del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	31
23	Concentración plasmática de retinol del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	32
24	Concentración plasmática de retinol del predio B, según mes de gestación en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	33
25	Concentración plasmática de retinol de los predios A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	33



26	Concentración plasmática de $\alpha$ -tocoferol del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	34
27	Concentración plasmática de $\alpha$ -tocoferol del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	34
28	Concentración plasmática de $\alpha$ -tocoferol de los predios A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	35
29	Recuento de células somáticas (x1000) del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	38
30	Recuento de células somáticas (x1000) del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	38
31	Recuento de células somáticas (x1000) del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	39
32	Títulos de anticuerpos para VDVB del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	42
33	Títulos de anticuerpos para VDVB del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	42
34	Aumento del título de anticuerpos para diarrea viral bovina del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	42
35	Aumento del título de anticuerpos para diarrea viral bovina del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	43
36	Títulos de anticuerpos para <i>Neospora caninum</i> del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	44
37	Títulos de anticuerpos para <i>Neospora caninum</i> del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	44
38	Aumento del título de anticuerpos para <i>N. caninum</i> del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3)	45
39	Aumento del título de anticuerpos para <i>N. caninum</i> del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).	45

## I. RESUMEN

### ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE FACTORES INFECCIOSOS Y NO INFECCIOSOS CON LA PRESENTACIÓN DEL SÍNDROME DE ABORTO BOVINO EN LECHERÍAS

### ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN INFECTIOUS AND NON-INFECTIOUS FACTORS TO THE OCCURRENCE OF BOVINE ABORTION SYNDROME IN DAIRIES.

El síndrome de aborto bovino (SAB) impacta significativamente en las lecherías y la tasa de observación de abortos varía entre el 2 al 20%, además existe escasa información sobre los factores no infecciosos que afectan al feto a lo largo de la gestación. Se analizó la relación que existe entre factores infecciosos y no infecciosos con la probabilidad de aborto en vacas de leche. Se utilizaron animales de lecherías de la provincia del Ñuble (n=148) con 42 días de gestación confirmada, a las que se tomó muestras de sangre mensualmente hasta el momento del parto o aborto para determinar la concentración plasmática de: aspartato amino transferasa (AST), albúmina (Alb), colesterol (Col), globulina (Glo), fibrinógeno (Fib)  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB), retinol (Ret),  $\alpha$ -tocoferol (To), calcio (Ca), fósforo (P), glutatión peroxidasa (GPx), proteínas totales (Pt) y urea (U), además que se realizó exámenes serológicos para enfermedades infecciosas: diarrea viral bovina (BVDV), leptospirosis, brucelosis y neosporosis. Adicionalmente se registró el grado de cojeras, la condición corporal (BCS), conteo de células somáticas de la leche (RCS). El análisis de la asociación de las variables con el riesgo de aborto se realizó mediante un modelo de regresión logística multivariada y la asociación del riesgo de aborto en el tiempo de aborto se realizó mediante un análisis de sobrevivencia. Hubo una asociación ( $p < 0,05$ ) de factores infecciosos por la presencia de *Neospora caninum* en el cuarto mes de gestación (OR= 4,27) y *Leptospira interrogans* (HR=94,35), con las bajas concentraciones plasmáticas del colesterol ( $p < 0,05$ ) en el cuarto mes de gestación (OR=0,61), y la disminución de condición corporal del mes 3 al 4 (OR=0,32) con la presentación de SAB. En conclusión, el SAB se asocia con el balance energético negativo y con el efecto protector de las mayores concentraciones plasmáticas de colesterol en el primer tercio de gestación y con la incidencia de *Neospora caninum* y *Leptospira interrogans*, además no se encontró una asociación de los procesos inflamatorios no específicos con la ocurrencia de SAB.

**Palabras clave:** Colesterol, aborto, condición corporal.

## II. SUMMARY

### ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN INFECTIOUS AND NON-INFECTIOUS FACTORS TO THE OCCURRENCE OF BOVINE ABORTION SYNDROME IN DAIRIES.

Bovine abortion syndrome (SAB) significantly impacts dairies and observing the rate of abortions varies from 2 to 20%, there is also little information on non-infectious factors that affect the fetus throughout pregnancy. The relationship between infectious and non-infectious factors with the likelihood of bovine abortion was analyzed. We were used animals from dairies of the province of Ñuble (n=148) with 42 days of gestation confirmed, then we blood sampled monthly until the time of calving or abortion, to determine the plasma concentration of: aspartate amino transferase (AST), albumin (Alb), cholesterol (Col), globulin (Glo), fibrinogen (Fib)  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHB), retinol (R), tocopherol (To), calcium (Ca), phosphorus (P), glutation peroxidase (GPx), total protein (Pt) and urea (U), in addition to serological tests for infectious diseases was conducted: bovine viral diarrhea (BVDV), leptospirosis, brucellosis and neosporosis. Additionally, the degree of lameness, body condition score (BCS), somatic cell count in milk (RCS) was recorded. The analysis of variables relationship with the risk of abortion was performed using a multiple logistic regression, and the association of risk of abortion at the time of abortion was made using a survival analysis. There was an association ( $p<0.05$ ) of infectious factors by the presence of *Neospora caninum* in the fourth month of pregnancy (OR = 4.27) and *Leptospira interrogans* (HR=94.35), an association with low cholesterol concentrations ( $p<0.05$ ) at fourth month of pregnancy (OR = 0.61), and the variation in body condition of the month 3 to 4 (OR = 0.32) with the presentation of SAB. In conclusion, SAB is associated with negative energy balance and the protective effect of lower plasma cholesterol levels in the first third of gestation and the incidence of *Neospora caninum* and *Leptospira interrogans*, also there was not an association of non-specific inflammatory processes with the occurrence of SAB.

**Key words:** Cholesterol, abortion, corporal condition.

### III. INTRODUCCIÓN

Los abortos son definidos por una pérdida gestacional ocurrida en la etapa de feto, de bovinos entre 42 y 260 días de gestación (Fetrow *et al.*, 1990; Thurmond y Picanso, 1990; Forar *et al.*, 1996; Rivera, 2001) cuando las vacas están en el segundo trimestre de lactancia (Skidmore *et al.*, 1996). Los abortos son a menudo el resultado de un incidente (infeccioso o no infeccioso) que puede ocurrir en semanas o meses después que el aborto fuere diagnosticado o fuere observado, la tasa de observación de los abortos varían entre 2-5% (Kirkbridge, 1992) a 20% (Forar *et al.*, 1996). Existe escasa información sobre los factores que afectan el desarrollo del embrión y el feto (López-Gatius *et al.*, 2002), se presume que la pérdida de la gestación es de origen multifactorial (Van Roose *et al.*, 2000), por lo tanto, establecer la causalidad del aborto es complejo debido a que puede presentarse de forma esporádica, endémica o en forma de brote y pueden ser de origen infeccioso o no infeccioso (Rivera, 2001).

**Situación de la producción lechera en Chile.** La población de bovinos de acuerdo al censo de 1997 en Chile es 4,1 millones. Esto ha declinado cada año, en el 2005 se estimó 3.8 millones según Velis *et al.* (2005). La recepción de leche en planta en el año 2007 llegó a 7083 millones de litros. Sin embargo, la recepción anual de leche ha venido creciendo desde el año 2003. La estimación total de leche producida en el año 2003 ha alcanzó los 2450 millones de litros (Velis, 2008). La región “Metropolitana” contribuye con el 7,7% de la producción, mientras que el 92,35% proviene del sur del país. La región de “Los Ríos y Los Lagos” son las regiones de mayor productividad, tienen el 44,5% de la masa bovina y produce el 69,4% de leche entregada en las plantas, la región de la “Araucanía” tiene el 17,9% de la masa bovina y contribuye el 12,8% de la producción (Velis, 2008). De las regiones australes (BíoBío, Araucanía, Los Lagos y Los Ríos), la región del BíoBío es la que tiene la mayor proporcionalidad de hatos con 55 - 99 bovinos por predio (21%) (Velis *et al.*, 2005). De acuerdo con los registros del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de la región del Bío-Bío, entre el año 2005 y 2010 registró un total de 12700 predios y de estos 12040 se dedican a la actividad lechera, el 28% tienen más de 10 vacas, los cuales corresponden a 3367. Unos 2452 predios con 11 a 50 vacas; 406 con 51 a 300 y solo 25 predios con más de 300. La distribución de los predios con más de 10 vacas (3367) por provincias de la región del Bío-Bío es: Ñuble con 44,5%, Bío-Bío 40,8%, Arauco 13,4% y Concepción 1,3%.

**Situación del síndrome de aborto bovino en Chile.** El SAG cuenta con registros sobre enfermedades reproductivas infecciosas en animales, y recibe esta información mediante un activo sistema de denuncias. Durante los años 1999 y 2004, el 30,6% de las denuncias por aborto bovino se relacionaron con diarrea viral bovina, brucelosis y leptospirosis (Galleguillos *et al.*, 2005), que son enfermedades endémicas (Méndez, 2006). En el año 2000, aumentaron las denuncias por aborto bovino, cuya conclusión diagnóstica fue neosporosis (Galleguillos *et al.*, 2005). Durante el año 2010, la mayoría de las denuncias realizadas al SAG por aborto bovino se realizaron en la Región del Maule, Región del Biobío y Región de Los Lagos, estableciéndose una relación con diarrea viral bovina, leptospirosis, neosporosis, brucelosis y rinitis infecciosa bovina (SAG, 2011). Por lo tanto, los laboratorios de diagnóstico veterinario en Chile incluyen en sus protocolos la detección del virus de la diarrea viral bovina, *L. interrogans*, *N. caninum* o *B. abortus*. De estos agentes o enfermedades únicamente la *B. abortus* es una enfermedad de denuncia obligatoria al (SAG, 2014) y ante la Organización Mundial de Salud Animal (OIE, 2015).

**El aborto y el impacto económico en lecherías.** Los brotes esporádicos y epidémicos de abortos en lecherías son un problema que ha crecido de manera importante y que impacta significativamente en la productividad del hato, reduciendo su viabilidad y rendimiento productivo. También reduce el número potencial de vaquillas de reemplazo y la producción de leche, además de incrementar los costos asociados con alimentación, tratamientos, inseminación y sacrificio de animales (Hovingh, 2002; Thurmond y Picanso, 1990). La eliminación de las vacas por aborto se debe principalmente a que se encuentran en etapa posteriores a la curva más alta de producción de lactancia, lo cual conduce a días abiertos largos, disminuye la producción de leche y el período seco aumenta (Bascom y Young, 1998) e incrementa los costos de alimentación, tratamientos, inseminación y descarte anticipado de animales, con un costo por aborto de 144 USD por animal (Gädicke y Monti, 2008).

**Enfermedades prevalentes.** De acuerdo a los resultados presentados por Lobos (2013) en la provincia del Ñuble la seroprevalencia del virus de la diarrea viral bovina fue 97,1% (predial aparente), 60% y 62,1% (aparente y verdadera animal); de *Neospora caninum* fue 87,5% (predial aparente), 23% y 22,4% (aparente y verdadera animal); y de *Leptospira interrogans* fue 53,6% (predial aparente), 12,5% y 12,2% (aparente y verdadera animal). No hubo seropositividad para *Brucella abortus* debido a la implementación del Programa

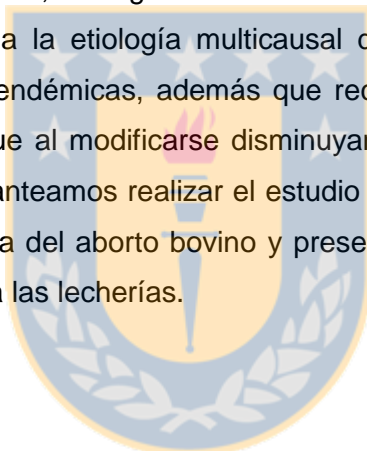
Nacional de Erradicación de Brucelosis Bovina del SAG. Algunos de los manejos relevantes que podrían favorecer la diseminación de agentes infecciosos abortigénicos dentro de los rebaños o afectar la serodetección son el tamaño del rebaño, la reposición animal y el uso de vacunas en el predio (Letora *et al.*, 2003; Anderson, 2007) lo que se debería tener en cuenta para el análisis de factores infecciosos.

**Factores no infecciosos.** Dentro de estos factores están los nutricionales, desbalances metabólicos y hormonales, ya que las vacas experimentan cambios bruscos de requerimientos energéticos para su mantenimiento que deben sobrellevar durante la gestación y lactancia (Penner *et al.*, 2007). Donde requieren mayor demanda energética es en el periodo de transición (3 semanas antes y después del parto), y se indica que necesitan un triple de demanda de glucosa, doble de aminoácidos, y cinco veces de ácidos grasos (Overton y Waldron, 2004). Por lo mismo, se ha descrito que en la dieta se debe dar una mayor ingesta de energía 2 – 3 semanas antes del parto (Guo *et al.*, 2007). El alto nivel de producción láctea en los animales, ha llevado a una mayor exigencia en el rebaño teniendo un mayor riesgo de generar alteraciones metabólicas, por ende, se requieren mayores ingestas alimentarias donde todos estos factores pueden estar relacionados con la subfertilidad (Wittwer, 2000). Para ello se debe tener una estrategia alimentaria equilibrada que sea favorable para la función reproductiva compatible con una alta productividad (Chagas *et al.*, 2007).

Meléndez y col (2003) propusieron tres hipótesis para evaluar el efecto negativo de la cojera en la fertilidad, la primera fue que la histamina y endotoxinas liberadas durante el descenso del pH ruminal en los animales que sufren acidosis ruminal actúan indirectamente destruyendo la microvasculatura del corion causando laminitis. Estas sustancias también pueden potenciar sus efectos a nivel neuroendocrino y de ovario comprometiendo los niveles de LH; La segunda hipótesis fue que las hormonas liberadas por el estrés pueden alterar la GnRH y/o incrementar los niveles de LH y la tercera fue que el grado de balance energético negativo (BEN) puede ser mayor en vacas cojas y por lo tanto afectar el eje somatotrópico.

La deficiencia de minerales y vitaminas también causan problemas reproductivos (Aytekin y Aypak, 2011; Cattaneo *et al.*, 2013; Jacobsson *et al.*, 1992; Rosol y Capen, 1997; Wagemann *et al.*, 2014) por lo que se debería evaluar y analizar estos elementos y relacionarlos con la ocurrencia de aborto en vacas de leche.

**Factores de riesgo asociados al aborto.** Entre los agentes infecciosos más comunes están los de tipo viral, bacteriano, parasitario y micótico (Rivera, 2001). Ciertas prácticas de manejo se asocian además al aborto bovino, como el acceso al agua potable, un hato cerrado, vacunación contra leptospirosis, el uso exclusivo de pastos para los animales, la densidad del hato y el tiempo que el ternero permanece con su madre y el tipo de raza fueron asociados con un mayor riesgo de aborto (Gädicke y Monti, 2013). Existen estudios similares en el que analizaron varios factores en relación al aborto bovino, en el caso de Waldner (2014) que identificó características de los animales y del manejo del rebaño y encontró que las vaquillas de reemplazo, las vacas con más de 10 años de edad, los animales con condición corporal inferior a 5 (escala 1 a 9) y preñez gemelar tienen mayor probabilidad de abortar. Sin embargo, Meléndez *et al.* (2010) analizó si algunos factores relacionados al hato o a los animales en lecherías se relacionan al incremento de abortos bovinos, sin lograr determinar una asociación entre algunos de los factores de riesgo debido a la etiología multicausal del aborto o por la existencia de enfermedades infecciosas endémicas, además que recomienda monitorear la presencia de agentes involucrados que al modificarse disminuyan la ocurrencia del aborto bovino. Con estos antecedentes planteamos realizar el estudio y así identificar factores de riesgo que inciden en la ocurrencia del aborto bovino y presentar información útil para prevenir estos eventos que afectan a las lecherías.



## Hipótesis

H<sub>1</sub>. El aborto bovino se asocia con desbalances metabólicos en vacas de leche.

H<sub>2</sub>. El aborto bovino se asocia con procesos inflamatorios no específicos en vacas de leche.

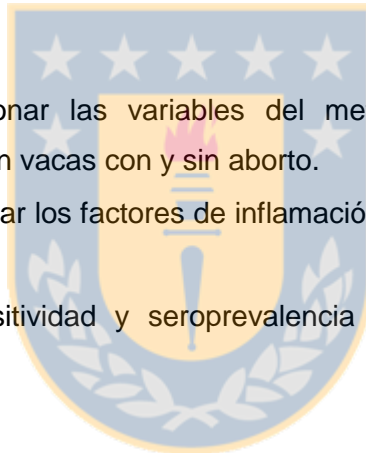
H<sub>3</sub>. El aborto bovino se asocia con algunas enfermedades prevalentes en vacas de leche.

## Objetivo general

Identificar el grado de asociación de factores infecciosos y no infecciosos en la presentación del síndrome de aborto bovino (SAB) en vacas de leche.

## Objetivos específicos

- Comparar y relacionar las variables del metabolismo energético, proteico y vitamínico mineral en vacas con y sin aborto.
- Comparar y relacionar los factores de inflamación no específica en vacas con y sin aborto.
- Analizar la seropositividad y seroprevalencia de enfermedades causantes de aborto.





#### IV. MATERIAL

**Selección, características y ubicación de los animales.** Dos lecherías de la comuna de Bulnes, Provincia del Ñuble, VIII Región fueron seleccionadas para el estudio. Cada bovino de raza Hosltein-Friesian se seleccionó cuando tenía al menos 42 días de gestación calculados a partir de la fecha de su última inseminación artificial. La preñez se pudo comprobar en cada ocasión por ecografía y palpación rectal. Para esto se utilizó un ecógrafo transductor multifrecuencia convexo Honda Electronics® Ltd. HS-1500. Cabe mencionar que las vacas ingresadas tenían en promedio  $\pm 2,3$  partos y una edad promedio de  $\pm 4,2$  años.

#### V. MÉTODOS

**Diseño del estudio.** Se desarrolló un estudio prospectivo observacional de cohorte para analizar las posibles asociaciones entre las condiciones infecciosas y no infecciosas con el síndrome de aborto bovino. Las vacas fueron monitoreadas y muestreadas con una frecuencia mensual, hasta el período de secado o aborto con un muestreo adicional respectivamente.

**Tamaño de la muestra.** Se calculó un número mínimo de 140 animales, basados en un estimado que considera una prevalencia esperada de aborto de 10%, 5% de error aceptado y 95% de nivel de confianza (Win Episcopo 2.0). Los dos predios que participaron en el estudio fueron (Predio A y B) seleccionados por conveniencia de acuerdo al consentimiento del propietario (Anexo 1), tasa de aborto en los anteriores años ( $\geq 8\%$ ), parámetros reproductivos y facilidad para el acercamiento.

**Evaluación de locomoción.** En cada una de las visitas mensuales, a cada bovino se le evaluó el grado de cojera, observando la marcha desde la sala de ordeña hacia y/o salida de la manga y durante el procedimiento de manejo, que luego se clasificó de acuerdo a una escala de 0 a 4 grados (Tabla 1) según Sprecher *et al.* (1997).

**Tabla 1.** Determinación del grado de claudicación, Sprecher *et al.* (1997).

Claudicación				
Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
Vaca sin ninguna alteración aparente a la marcha.	Vaca parada normalmente, pero arquea el lomo al caminar, presenta una claudicación apenas perceptible al desplazarse y trata de disminuir la fuerza de apoyo con el miembro afectado.	Al estar parada o caminando arquea el lomo (claudicación evidente), la disminución de la fuerza de apoyo se hace más evidente, demostrando una claudicación manifiesta al desplazamiento.	Dificultad para caminar, e intenta no apoyar el miembro afectado, es una claudicación grave.	Rehúsa levantarse o caminar por iniciativa propia y prefiere el decúbito, claudicación severa.

**Evaluación de la condición corporal.** Para ello se clasificó en la escala de 5 puntos considerando el grado de grasa subcutánea, de acuerdo al Gráfico 1, considerando la condición 1 vacas emaciadas y huesudas, mientras la condición 5 muestra un mayor depósito graso que es muy evidente (Edmonson *et al.*, 1989).

BCS	Vertebra en el medio de la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

**Gráfico 1.** Calificación de condición corporal de vacas lecheras (adaptado de Edmonson *et al.*, 1989).

**Obtención de muestras de leche.** Se tomaron 30 ml de muestra de leche por vaca de acuerdo a las técnicas de muestreo descritas por el National Mastitis Council (2004), para luego ser almacenadas a temperatura de congelación y enviadas para su análisis en el Laboratorio de Calidad de Leche del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) – Centro Regional Carillanca, en donde se determinó el número de células somáticas (RCS) de acuerdo al método Fluoro opto electrónico (Fossomatic 5000).

**Obtención de muestras sanguíneas.** Se extrajeron muestras de sangre de cada vaca mediante veno-punción coccígea, utilizando tubos para sangre Venoject®, dos tubos sin anticoagulante y uno con anticoagulante (5mL de sangre en cada tubo), identificándolos por vaca y predio. Dentro del mismo día, se transportaron las muestras dentro de una nevera portátil a 5°C hacia el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción - Campus Chillán. Las muestras se centrifugaron a 1800 rpm durante 10 minutos para separar el suero del coágulo, obteniéndose alícuotas del suero para ser congeladas a -18°C. En el caso de que no hubiera una separación completa entre el suero y el coágulo, se centrifugaron las muestras a 2500 rpm durante 5 minutos.

**Análisis de enfermedades infecciosas.** Para el diagnóstico de DVB se utilizó el test IDEXX BVDV Total Ab® (Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) Antibody Test Kit); para Neosporosis se utilizaron el test IDEXX Neospora X2® (*Neospora caninum* Antibody Test Kit), mediante el protocolo recomendado por el fabricante (IDEXX y Test With Confidence de IDEXX Laboratories, Inc), y para la lectura se empleó el escáner modelo Multiskan EX (©2010 Thermo Fisher Scientific Inc.). Con las densidades ópticas obtenidas se procedió a realizar un cálculo ponderado según recomendaciones del fabricante para obtener los límites de corte.

Para diagnosticar Leptospirosis (*Leptospira interrogans*) se utilizó el test MAT (Microscopic Agglutination Test) para 8 serovares de *Leptospira interrogans*: Grippotyphosa (Gr), Canícola (C), Tarassovi (T), Hardjo (H), Pomona (P), Ballum (B), Autumnalis (A), Copenhageni (Co) de acuerdo a Suwimonteerabutr et al.(2005).

Para analizar la enfermedad de la brucelosis, se utilizó el test diagnóstico Rosa de Bengala, de acuerdo al instructivo técnico para el análisis de Rosa de Bengala del Servicio Agrícola y Ganadero.

**Análisis de perfiles metabólicos.** Muestras de suero sanguíneo fueron enviadas y analizadas en el Laboratorio Clínico de la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Católica de Temuco para determinar la concentración plasmática de:

- **Aspartato aminotransferasa (AST):** Se determinó mediante el método cinético colorimétrico usando un reactivo comercial (GOT AST®, Wiener Lab.) en espectrofotómetro. La concentración se expresó en UI/L.
- **Albúmina:** se realizó en suero mediante el método colorimétrico del verde bromocresol y medida en un autoanalizador a 550 nm, y su concentración se expresó en g/L.
- **Colesterol:** mediante el método cinético colorimétrico usando un reactivo comercial (Cholesterol®, Human) en espectrofotómetro Metrolab 2300 plus. Su concentración se expresó en mmol/L.
- **Globulina:** se estimó mediante el cálculo de la diferencia entre las concentraciones plasmáticas de proteína total y albúmina. Su concentración se expresó en g/L.
- **$\beta$ -hidroxibutirato:** método enzimático 3-betahidroxibutirato deshidrogenasa-dependiente usando un reactivo comercial y medido a 340 nm, su concentración se expresó en mmol/L.
- **$\alpha$ -tocoferol y retinol:** las muestras se analizaron por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) en fase reversa en un cromatógrafo Perkin Elmer acoplado a un detector de UV, previa extracción de lípidos, según la metodología indicada por Chihuailaf (2008). Para esto se utilizó una columna Kromasil C18, de 150 x 4,6 mm x 5  $\mu$ m y metanol 100% como fase móvil a un flujo de 1,5 mL/minuto los primeros 4 minutos y de 2 mL/minuto hasta los 10 minutos. Los resultados se expresaron en  $\mu$ g/mL de plasma.
- **Calcio:** mediante técnica colorimétrica O - cresoltaleína complexota usando un reactivo comercial. El método de determinación es a 578 nm y a una temperatura de 37° C. La concentración se expresó en mmol/L.
- **Fosfato inorgánico:** Se llevó a cabo por el método reacción de molibdato/vanadato a 340 nm, y a una temperatura de 37° C. La concentración se expresó en mmol/L.
- **Selenio:** la concentración de selenio se estimó a través de la medición de la actividad sanguínea de la enzima glutatión peroxidasa (GPx), mediante una técnica cinética NADPH-dependiente usando un reactivo comercial a 340 nm. Los valores fueron expresados en U/g de Hemoglobina.

- **Proteína total:** mediante el método de Biuret en un autoanalizador a 550 nm y su concentración se expresó en g/L; la albúmina por el método colorimétrico del verde bromocresol y medida en un autoanalizador a 550 nm, y su concentración se expresó en g/L.
- **Urea:** mediante método enzimático cinético de GLDH y medida en un autoanalizador a 340 nm y la concentración se expresó en mmol/L.

Para realizar la comparación de resultados se utilizó la tabla de los valores bioquímicos de referencia para bovinos de Wittwer (2012).

**Registros reproductivos y productivos.** Se solicitó los registros reproductivos y de producción de leche por predio, además adjuntaron información sobre el manejo zootécnico y sanitario para tomar en cuenta en el análisis de datos.

**Análisis estadístico.** Se realizó la estadística descriptiva de la cinética de los anticuerpos, variables bioquímicas del perfil metabólico, conteo de células somáticas de la leche, de los perfiles metabólicos, la variación del grado de cojeras, la variación de la condición corporal, recuento de células y producción de leche. Las variables continuas se grafican, indicando para todas ellas las medianas de los valores correspondientes a las vacas con aborto (Ab) en línea continua de color rojo y vacas sin aborto (N) en línea continua color azul, los cuartiles de los valores para cada grupo de vacas se indican en línea punteada en orden de abajo hacia arriba Q1 y Q3, además los intervalos de referencia superior (IRs) e inferior (IRi) para las concentraciones plasmáticas del perfil metabólico, se muestran en línea continua de color verde. Las diferencias de las variables continuas entre los grupos de vacas que presentaron aborto y las que no presentaron aborto, se analizaron mediante la prueba de Kruskal Wallis.

La presentación de resultados se muestran por separado el predio A, el predio B y predio A+B, en el caso de existir diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre vacas con y sin aborto según el mes de gestación. Cuando los predios A y B fueron similares se muestran sólo en conjunto como predio A+B.

Para la evaluación de los factores de riesgo, se realizó en primera instancia un análisis univariado de regresión logística, identificando las variables con OR  $P < 0,20$ , luego se realizó el análisis multivariado “paso a paso hacia adelante” (forward stepwise) para elaborar un modelo de predicción para identificar los factores de riesgo asociados al aborto. La asociación del riesgo de aborto en el tiempo se realizó un modelo de

sobrevivencia mediante regresión de Cox. En los modelos de regresión logística y de supervivencia se evaluaron factores de confusión y la interacción entre variables. Se utilizó un nivel de significancia de 95% (Dohoo *et al*, 2003). El manejo de datos y el análisis estadístico fue desarrollado en el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015).

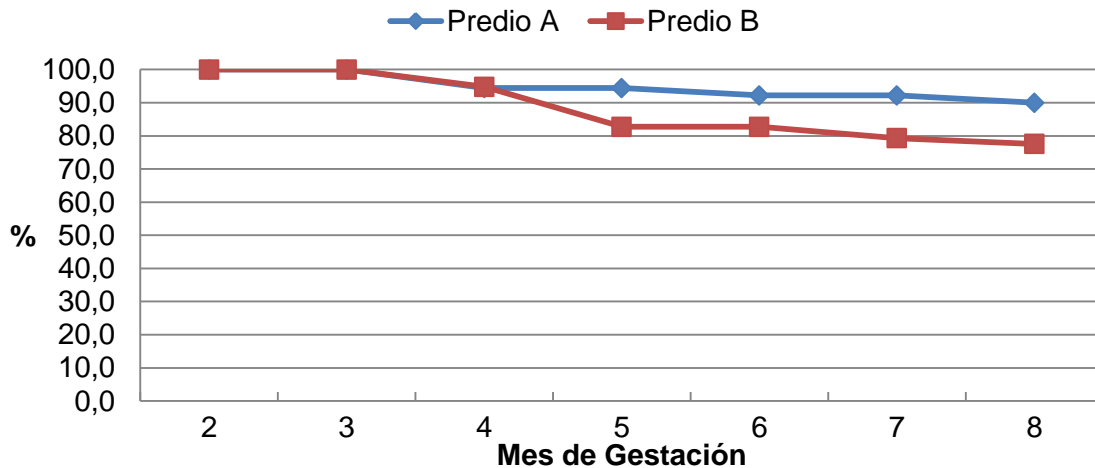


## VI. RESULTADOS

**Características de los animales y rebaños.** Las dos lecherías evaluadas pertenecen a la comuna de Bulnes, provincia de Ñuble Región del Biobío y poseen animales de raza Holstein Friesian con 750 y 500 animales respectivamente en el predio A y B. El tamaño muestral calculado como mínimo fue de 140 vacas, no obstante, por la posible pérdida de vacas en seguimiento, se monitorearon 148 proporcionalmente al tamaño total de cada rebaño (90 predio A y 58 predio B), de estas 130 terminaron la gestación, 82 del predio A (91% de sobrevivencia fetal) y 48 del predio B (82,8% se sobrevivencia fetal) respectivamente, tal como lo indica el Gráfico 2. Se registraron 18 casos de aborto en total, que corresponden a una tasa de incidencia acumulada (TI) de 12,2%. Del total de abortos, 8 ocurrieron en el predio A, que corresponde a una TI de 8,9%, mientras que en el predio B abortaron en 10 casos que corresponde a una TI de 17,2%. Los abortos se concentraron en los meses 3-4 y 7-8 de gestación, siendo la proporción siempre mayor en el predio B. En el mes 3 se reportó una TI de 3,4%, en el mes 4 un 5% de TI, en el mes 7 y 8 una TI de 2,3% del total de casos de aborto, lo que detalla de mejor manera la Tabla 2.

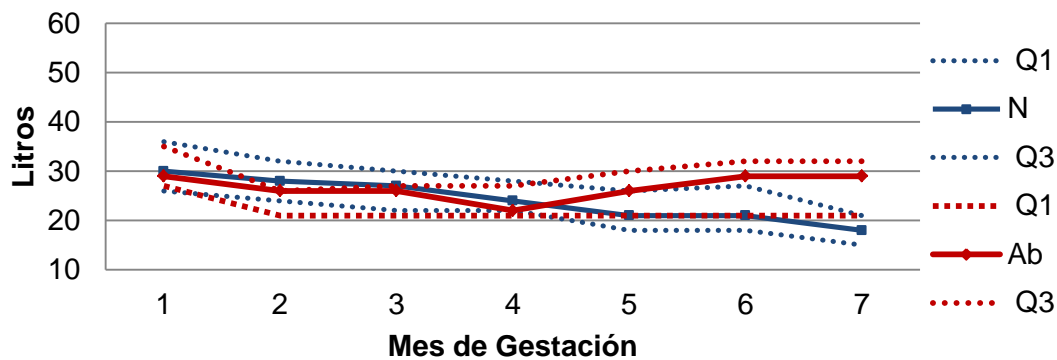
**Tabla 2.** Tasa de incidencia acumulada (%) de abortos y el número de vacas con aborto del total de vacas preñadas según predio y mes de gestación.

Predio	Meses de Gestación							%
	2	3	4	5	6	7	8	
A	0 (0/90)	5,6 (5/90)	0 (0/85)	0 (0/85)	0 (0/83)	2,4 (2/83)	1,2(1/81)	<b>8,9 (8/90)</b>
B	0 (0/58)	0 (0/58)	12,7(7/55)	0 (0/48)	0 (0/48)	2,2 (1/46)	4,4 (2/45)	<b>17,2 (10/58)</b>
Total	0 (0/148)	3,4 (5/148)	5 (7/140)	0 (0/133)	0 (0/133)	2,3 (3/129)	2,3(3/126)	<b>12,2(18/148)</b>



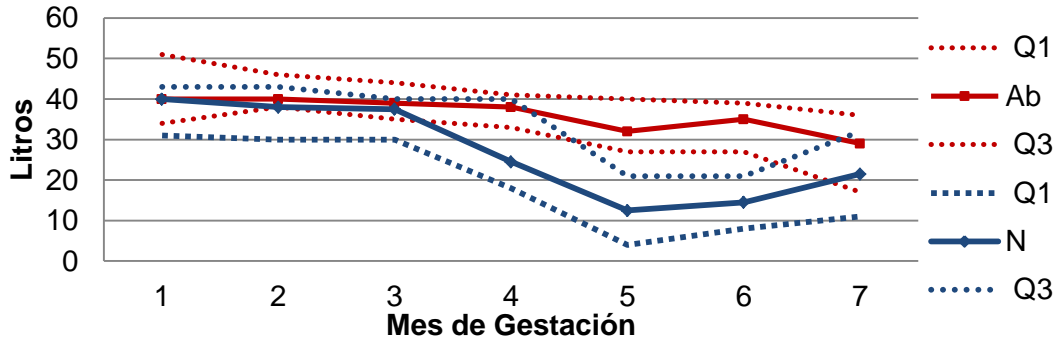
**Gráfico 2.** Curva de sobrevivencia fetal desde la confirmación de preñez por predio.

**Producción Láctea.** Desde el inicio del seguimiento, en el predio A hubo 22 animales en el primer tercio, 51 en el segundo tercio y 17 en el tercer tercio de la lactancia; en el predio B 14 estaban en el primer tercio, 29 en el segundo tercio y 14 en el tercer tercio. Al analizar la producción de leche mediante el análisis de varianza no paramétrico entre vacas con aborto y sin aborto por mes, y de acuerdo al tercio de lactancia en las que estaban los animales al momento del muestreo, no se encontró diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). Se indica además la curva de lactancia para el grupo de vacas con aborto y sin aborto por predio y por mes (Gráficos 3, 4 y 5). Aunque no hay diferencia significativa, se observa una tendencia a que las vacas después del aborto mantienen un nivel de producción mayor, especialmente en el predio B (Gráfico 4).

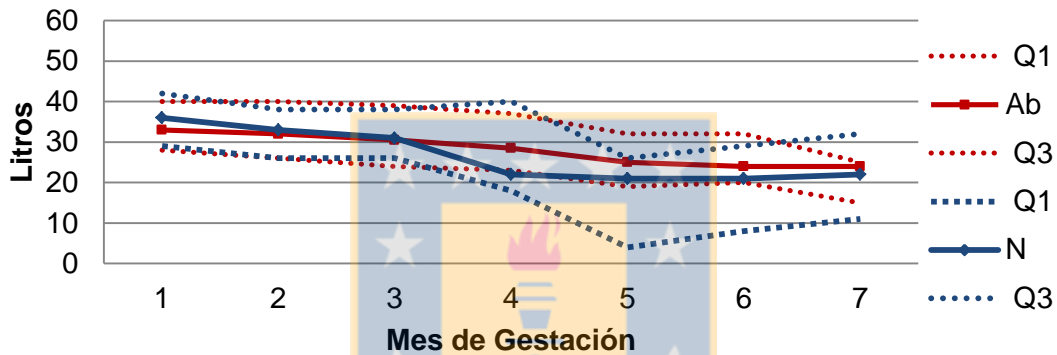


**Gráfico 3.** Producción de leche en litros del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).





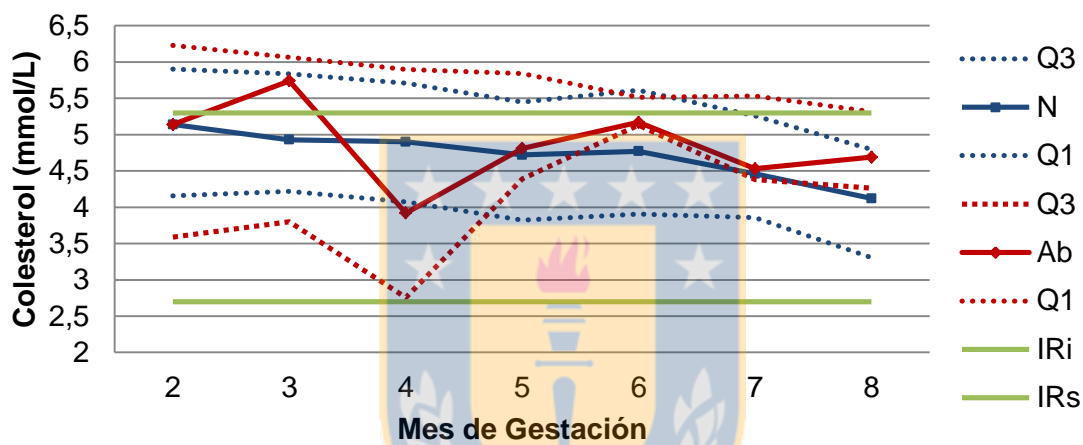
**Gráfico 4.** Producción de leche en litros del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



**Gráfico 5.** Producción de leche en litros del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

## METABOLISMO ENERGÉTICO

**Colesterol (Col).** Se tomó como referencia para la concentración plasmática de colesterol el intervalo de 2,7 – 5,3 mmol/L, se obtuvo las vacas con aborto presentaron concentraciones plasmáticas de colesterol sobre el intervalo de referencia al tercer mes de gestación, el resto de meses las concentraciones plasmáticas de colesterol estuvieron dentro del intervalo de referencia y en vacas sin aborto las concentraciones plasmáticas permanecieron dentro del IR a lo largo de la gestación (Gráficos 6), patrón similar en predios A y B. No se encontró diferencia significativa ( $p>0,05$ ) entre las vacas con y sin aborto según mes de gestación.



**Gráfico 6.** Concentración de colesterol en mmol/L según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en predios A + B.

**$\beta$ -hidroxibutirato (BHB).** El intervalo de referencia de la concentración plasmática de  $\beta$ -hidroxibutirato en bovinos está entre 0,1 y 0,6 mmol/L, en las vacas sin aborto se obtuvo que en el mes 6 las concentraciones plasmáticas de  $\beta$ -hidroxibutirato se registraron por encima del intervalo de referencia (IR) el resto de meses permanecieron dentro del IR; en vacas con aborto en los meses 2 y 8 presentaron valores por encima del IR y el resto de meses permanecieron dentro del IR (Gráfico 7), patrón similar en predios A y B. Además no se encontró diferencia significativa ( $p<0,05$ ) por mes de gestación entre vacas con y sin aborto.



**Vacas en lactancia entre 106 – 210 días.** En la Tabla 4 se indica el porcentaje de animales de acuerdo a la BCS de los animales que no presentaron aborto y que estaban en el segundo tercio de la lactancia (106-210 días), se obtuvo que en el mes 5 se obtuvo el mayor porcentaje de BCS entre 2 a 2,5 puntos con un 50%, el mayor porcentaje de condiciones corporales entre 3 – 3,5 puntos se registró en el mes 4 con 82,9% de los animales; el mayor porcentaje de BCS entre 3 a 3,5 puntos se registró en el mes 6 con un 10% de animales. En vacas que presentaron aborto se registró que en el mes 4 hubo el mayor porcentaje con un 55,6% con BCS entre 2 a 2,5; y un menor porcentaje (44,4%) del total de animales tuvieron con BCS entre 3 – 3,5 puntos.

**Tabla 4.** Porcentaje de animales (%) según puntaje de BCS en el segundo tercio de lactancia (106–210d.) en vacas sin (N) y con aborto (Ab), durante la gestación. (\*) Significa diferencia significativa entre vacas con y sin aborto según BCS por mes de gestación.

BCS	Mes de gestación							
	2	3	4	5	6	7	8	
<b>N</b>	2 - 2,5	27,1%	17,1%	11,4%	50,0*	25,7%	20,0%	17,1%
	3 - 3,5	68,6%	78,6%	82,9%*	47,1%	64,3%	72,9%	78,6%
	4	4,3%	4,3%	5,7%	2,9%	10,0%*	7,1%	4,3%
<b>Ab</b>	2 - 2,5	0,0%	11,1%	55,6%*	44,4%	0,0%	0,0%	0,0%
	3 - 3,5	100%	88,9%	44,4%	55,6%	88,9%	100%	100%
	4	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%

**Vacas en lactancia de más de 210 días.-** En la Tabla 5 se indica el porcentaje de animales de acuerdo a la BCS de los animales que no presentaron aborto y que estaban en el tercer tercio de la lactancia (>210 días), se obtuvo que en el mes 6 hubo el mayor porcentaje de animales con BCS entre 2 a 2,5 puntos con un 36%, los mayores porcentajes de las BCS entre 3 – 3,5 puntos se registró en el mes 8 con un 96%. El mayor porcentaje de animales con BCS de 4 puntos se registró en los meses 4 y 6 con un 12% de animales en cada caso. En vacas que presentaron aborto se registró que el mes 5 hubo el 50% de animales con BCS entre 2 - 2,5; y el otro 50% presentaban BCS entre 3 – 3,5 puntos.

**Tabla 5.** Porcentaje de animales (%) según puntaje de BCS en el tercer tercio de lactancia (> 210d.) en vacas sin (N) y con aborto (Ab), durante la gestación. (\*) Significa diferencia significativa entre vacas con y sin aborto según BCS por mes de gestación.

BCS	Mes de Gestación							
	2	3	4	5	6	7	8	
N	2 - 2,5	24,0%	12,0%	20,0%	32,0%	36,0%*	8,0%	0,0%
	3 - 3,5	68,0%	88,0%	68,0%	64,0%	52,0%	84,0%	96,0%*
	4	8,0%	0,0%	12,0%*	4,0%	12,0%*	8,0%	4,0%
Ab	2 - 2,5	33,3%	0,0%	0,0%	50,0%*	0,0%	0,0%	16,7%
	3 - 3,5	50,0%	100%	100%	50,0%*	83,3%	100%	83,3%
	4	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%

**Variación de condición corporal.** Se indica la diferencia de condición corporal que hubo entre los grupos de vacas con aborto y las vacas sin aborto a lo largo de la gestación, se categorizaron en los animales que disminuyeron su BCS en menos de 0,5 puntos entre los muestreos, las que no tuvieron diferencia entre muestreos y las que incrementaron su BCS en más de 0,5 puntos. En el predio A al pasar del mes 4 al 5 el grupo de vacas que presentaron aborto tuvieron un mayor porcentaje (67%; 2/3) que disminuyeron su BCS en más de 0,5 puntos, frente a las que no presentaron aborto (49%; 40/82) de acuerdo a la Tabla 6. En el predio B al pasar del mes 3 al 4 las vacas que presentaron aborto hubo un porcentaje mayor (30%; 3/10) que disminuyeron su BCS en más 0,5 puntos, frente al grupo de las que no presentaron aborto (21%; 10/48), algo similar sucedió al pasar del mes 6 al 7 en el grupo de vacas con aborto (33%; 1/3) frente a las vacas que no abortaron (10%; 5/48) de acuerdo a la Tabla 7. Al analizar los animales de los predio A+B, se registró que en los animales que presentaron aborto, al pasar del mes 3 al 4 (BCS 3-4) hubo un mayor porcentaje de animales que disminuyó su condición corporal en más de 0,5 puntos (22%; 4/18) con respecto al grupo que no abortaron (17%; 22/130) de acuerdo a la Tabla 8.

**Tabla 6.** Porcentaje de animales y n, según variación en el BCS en vacas con aborto y vacas sin aborto entre los muestreos en el predio A.

Mes Gestación	↓ BCS				Mantuvieron BCS				↑ BCS			
	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n
2-3	0%	0	22%	18	88%	7	55%	45	13%	1	23%	19
3-4	13%	1	15%	12	88%	7	61%	50	0%	0	24%	20
4-5	67%*	2	49%	40	0%	0	41%	34	33%	1	10%	8
5-6	0%	0	22%	18	67%	2	35%	29	33%	1	43%	35
6-7	0%	0	26%	21	100%	3	41%	34	0%	0	33%	27
7-8	0%	0	17%	14	100%	3	57%	47	0%	0	26%	21

\*Diferencia significativa  $p < 0,05$  según condición de aborto.

**Tabla 7.** Porcentaje de animales y n según variación en el BCS en vacas con aborto y vacas sin aborto entre los muestreos en el predio B.

Mes Gestación	↓ BCS				Mantuvieron BCS				↑ BCS			
	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n
2-3	20%	2	25%	12	40%	4	44%	21	40%	4	31%	15
3-4	30%*	3	21%	10	60%	6	33%	16	10%	1	46%	22
4-5	30%	3	63%	30	70%	7	29%	14	0%	0	8%	4
5-6	0%	0	19%	9	67%	2	46%	22	33%	1	35%	17
6-7	33%*	1	10%	5	67%	2	58%	28	0%	0	31%	15
7-8	0%	0	15%	7	100%	3	71%	34	0%	0	15%	7

\*Diferencia significativa  $p < 0,05$  según condición de aborto.

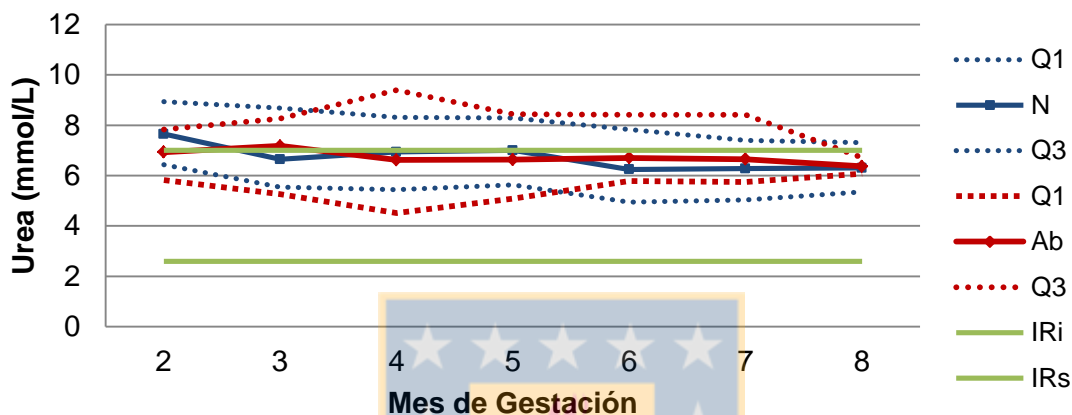
**Tabla 8.** Porcentaje de animales y n, según variación en el BCS en vacas con aborto y vacas sin aborto entre los muestreos en el predio A+B.

Mes Gestación	↓ BCS				Mantuvieron BCS				↑ BCS			
	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n
2-3	11%	2	23%	30	61%	11	51%	66	28%	5	26%	34
3-4	22%*	4	17%	22	72%	13	51%	66	6%	1	32%	42
4-5	38%	5	54%	70	54%	7	37%	48	8%	1	9%	12
5-6	0%	0	21%	27	67%	4	39%	51	33%	2	40%	52
6-7	17%	1	20%	26	83%	5	48%	62	0%	0	32%	42
7-8	0%	0	16%	21	100%	6	62%	81	0%	0	22%	28

\*Diferencia significativa  $p < 0,05$  según condición de aborto.

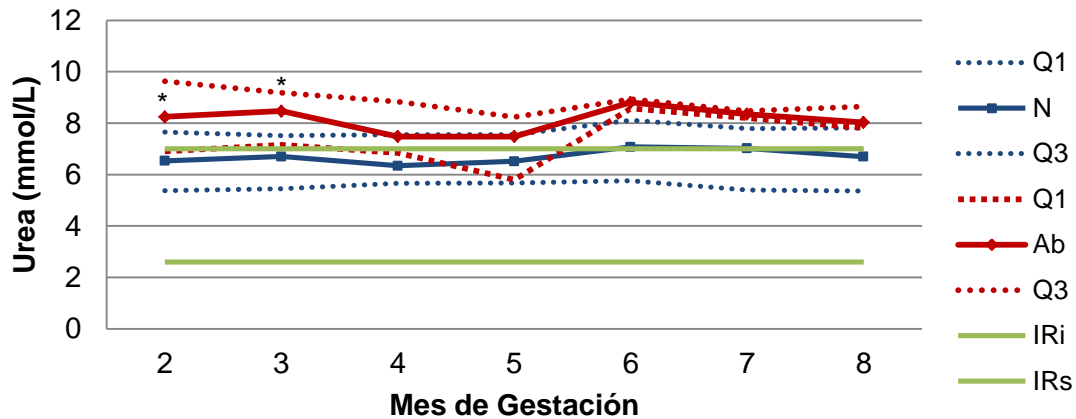
## METABOLISMO PROTEICO

**Urea (U).** En el Gráfico 8 se indica que la concentración plasmática de urea en el predio A en el grupo de vacas que no abortaron se mantuvieron dentro del intervalo de referencia (2,6 – 7 mmol/L) a excepción del mes 2. En el grupo de vacas que abortaron la concentración plasmática tuvo valores dentro del IR, únicamente en el muestreo 2 los valores se registraron por encima del IR.



**Gráfico 8.** Concentración de plasmática de urea del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

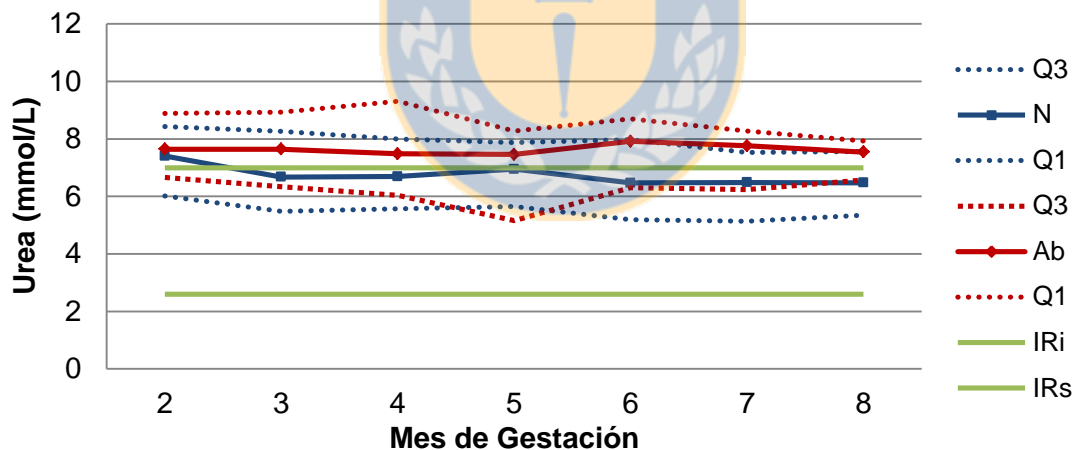
En el predio B en el grupo de vacas que no abortaron las concentraciones plasmáticas de urea se mantuvieron dentro del intervalo de referencia a lo largo de la gestación, en el grupo de vacas que abortaron la concentración plasmática de urea los valores estuvieron por encima del IR a lo largo de toda la gestación (Gráfico 9). Además se registró una diferencia significativa en el mes 2 y 3 de gestación en vacas con y sin aborto.



**Gráfico 9.** Concentración de plasmática de urea del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

(\*) Señala diferencia significativa de la mediana  $p < 0,05$  en el mes correspondiente.

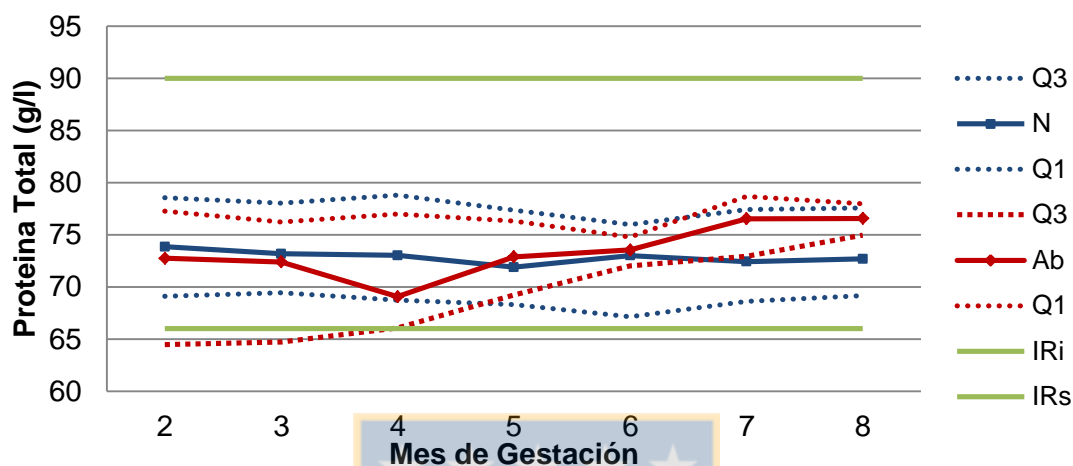
En el predio A+B, las vacas que no abortaron los valores de urea se mantuvieron dentro del IR, a excepción del mes 2 que estuvo por encima del IR. En el grupo de vacas que abortaron la concentración plasmática de urea tuvo valores por encima del IR en todos los muestreos (Gráfico 10).



**Gráfico 10.** Concentración plasmática de urea del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

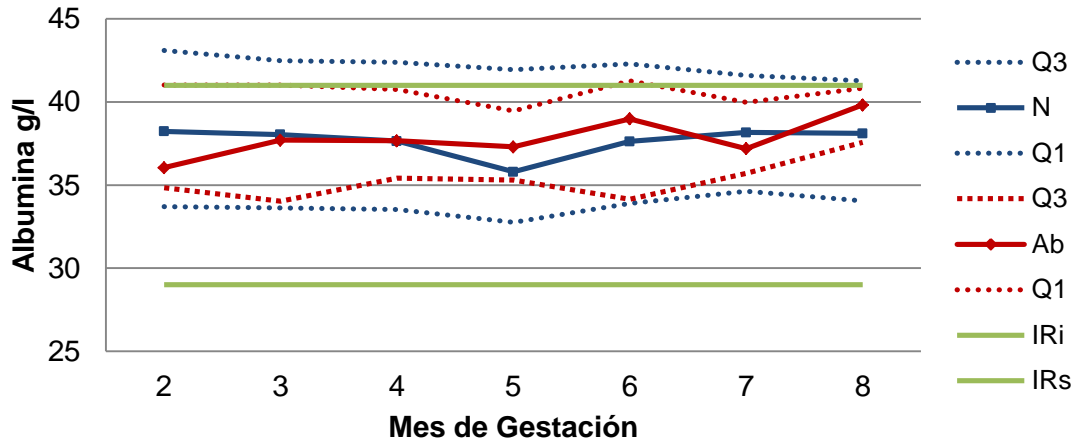


**Proteína Total (Pt).** El Gráfico 11 indica que las concentraciones plasmáticas de proteína total en vacas con y sin aborto se mantuvieron dentro del IR a lo largo de la gestación (66 – 90 g/L), patrón similar en predios A y B. Además no se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) por mes de gestación entre vacas con y sin aborto.



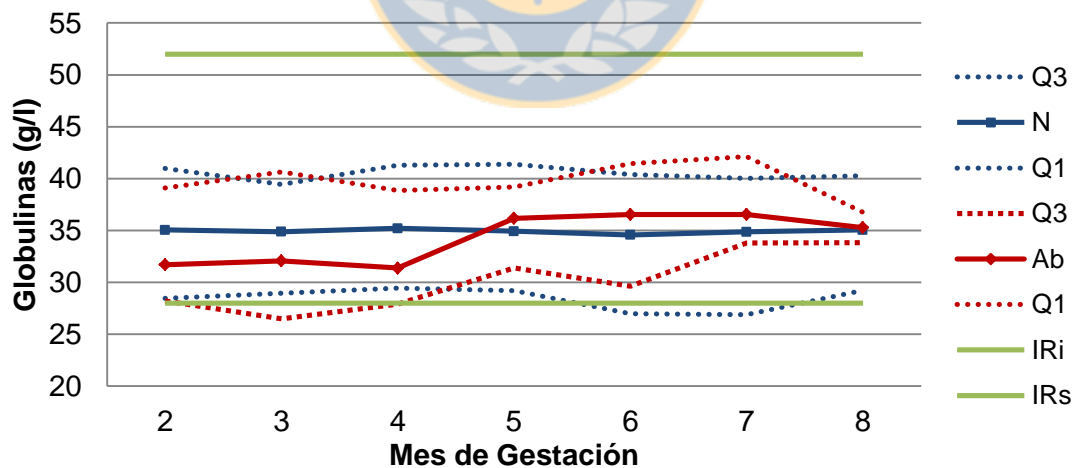
**Gráfico 11.** Concentración plasmática de proteínas totales según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en los predios A+B.

**Albumina (Alb).** El intervalo de referencia (IR) de la concentración de albúmina plasmática con que se trabajó fue de 29 – 41 g/L y de acuerdo al Gráfico 12 la mediana de concentraciones de albúmina en animales con y sin aborto se mantuvieron dentro del IR en toda la gestación, patrón similar en predios A y B. Además no se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) por mes de gestación entre vacas con y sin aborto.



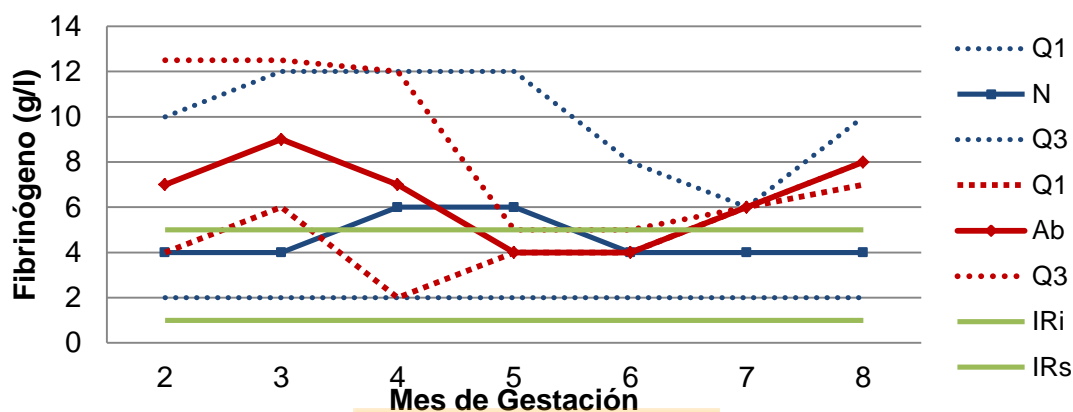
**Gráfico 12.** Concentración plasmática de albumina según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en los predios A+B.

**Globulinas (Glob).** El IR de la concentración de globulinas plasmáticas es de 28 – 52 g/L, y las vacas con y sin aborto se mantuvieron dentro del IR a lo largo de la gestación (Gráfico 13), patrón similar en predios A y B. Además no se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) por mes de gestación entre vacas con y sin aborto.



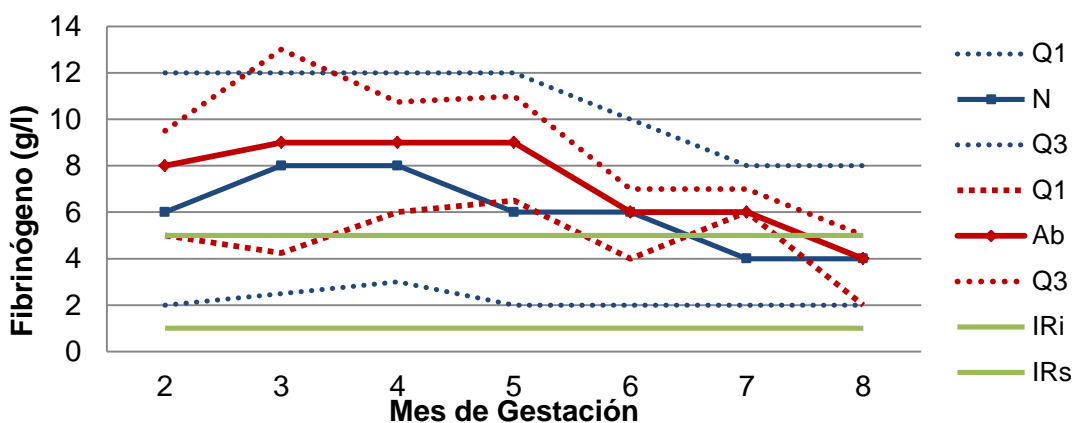
**Gráfico 13.** Concentración plasmática de globulinas según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

**Fibrinógeno (Fib).** De acuerdo al Gráfico 14, las concentraciones plasmáticas de fibrinógeno tuvieron valores por encima del IR (1 - 5 g/L) en los meses 2, 3, 4, 7 y 8 en el grupo de vacas con aborto; en el grupo de vacas sin aborto se obtuvo concentraciones plasmáticas por encima del IR en los meses 4 y 5.



**Gráfico 14.** Concentración plasmática de fibrinógeno del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

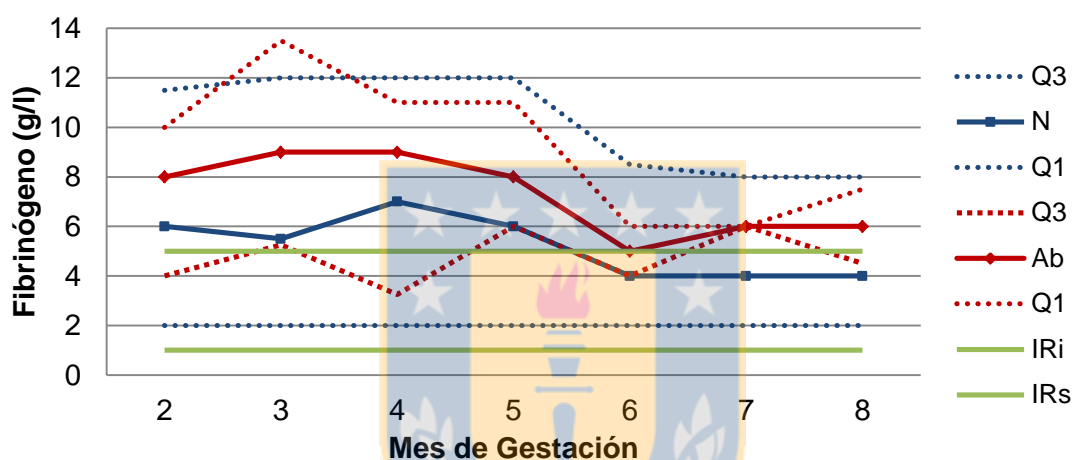
En grupo de vacas que presentaron aborto del predio B (Gráfico 15), las concentraciones plasmáticas de fibrinógeno se registraron por encima del IR en los meses 2, 3, 4, 5, 6 y 7; en el grupo de vacas que no presentaron aborto de este predio, se obtuvo concentraciones plasmáticas por encima del IR en los meses 2, 3, 4, 5 y 6.



**Gráfico 15.** Concentración plasmática de fibrinógeno del predio B, según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

Al comparar los grupos de vacas con aborto y vacas sin aborto del predio A+B, se aprecia que en el grupo de vacas con aborto la concentración plasmática presenta valores por encima del IR en los muestreos 2, 3, 4, 5, 7 y 8; en el grupo de vacas que no abortaron la concentración plasmática de fibrinógeno en los muestreos 2, 3, 4 y 5 tuvieron valores por encima del IR (Gráfico 16).

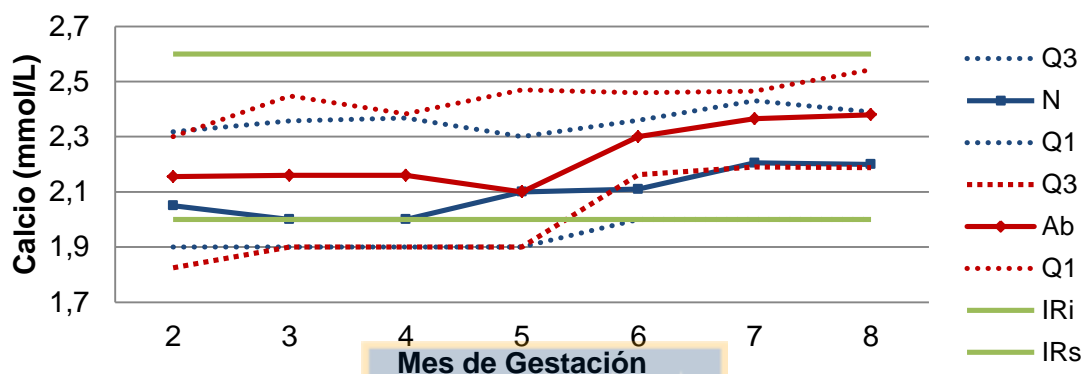
Además no se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) por mes de gestación y predio, entre vacas con y sin aborto.



**Gráfico 16.** Concentración plasmática de fibrinógeno del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

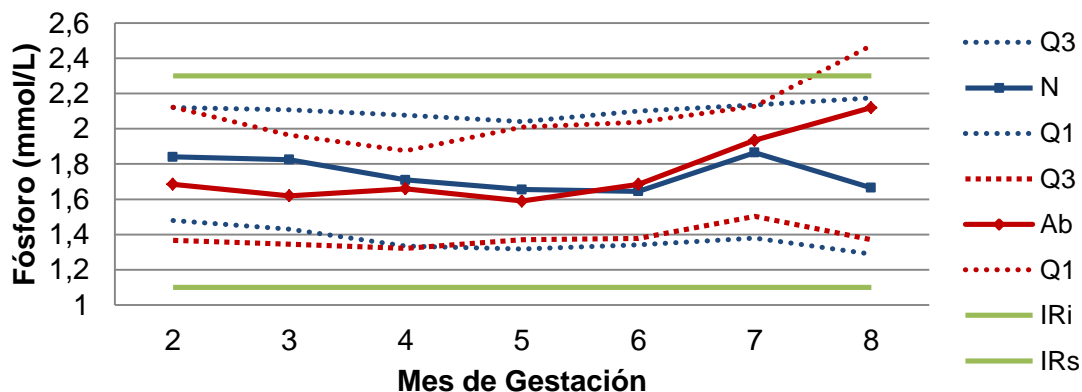
## METABOLISMO DE MINERALES

**Calcio (Ca).** En vacas con y sin aborto se registraron concentraciones plasmáticas de calcio dentro del IR (2–2,6 mmol/L) a lo largo de la gestación (Gráfico 17), patrón similar en predios A y B. Además no se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) por mes de gestación entre vacas con y sin aborto.



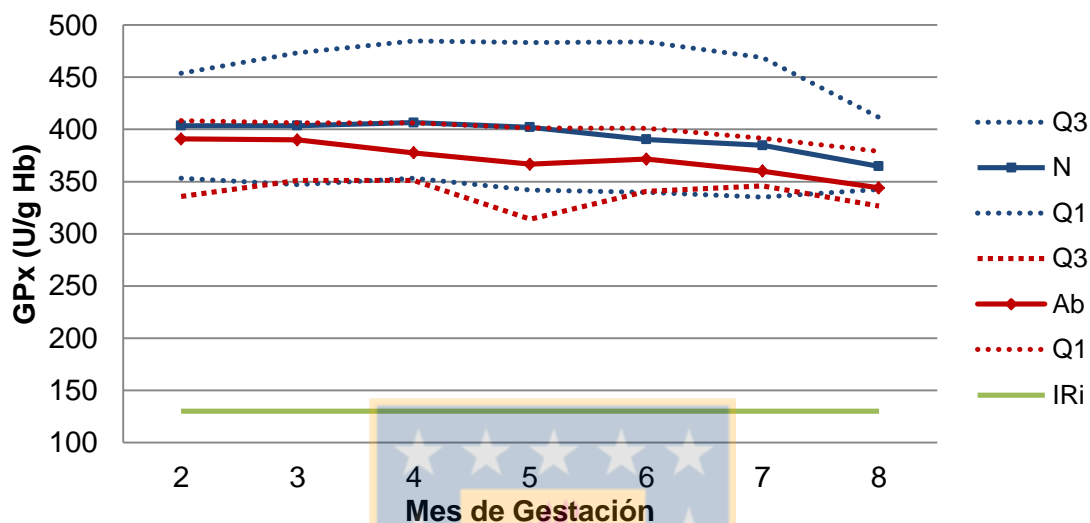
**Gráfico 17.** Concentración plasmática de calcio según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en los predios A+B.

**Fósforo (P).** En vacas con y sin aborto se registraron concentraciones plasmáticas de calcio dentro del IR (1,10 – 2,30 mmol/L) a lo largo de la gestación (Gráfico 18), patrón similar en predios A y B. Además no se encontró diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) por mes de gestación entre vacas con y sin aborto.



**Gráfico 18.** Concentración plasmática de fósforo del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en los predios A+B.

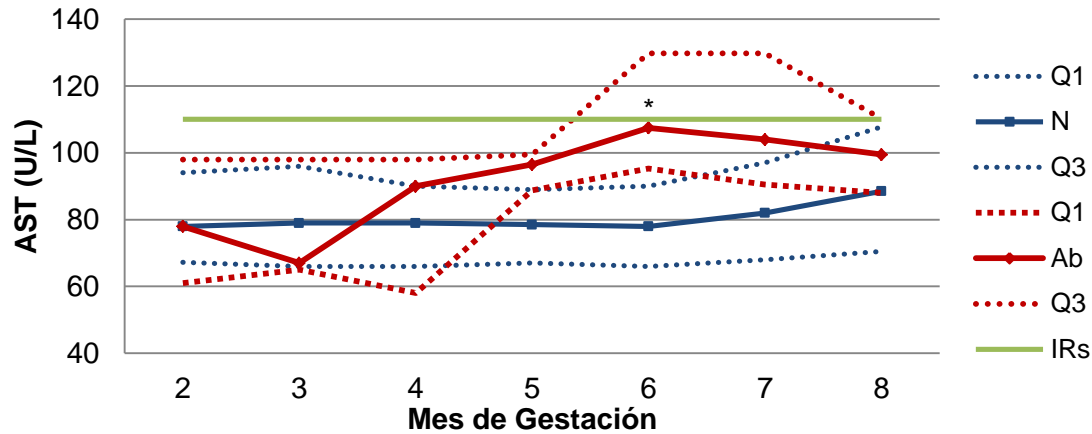
**Glutación Peroxidasa (GPx).** La actividad plasmática de GPx ( $>130$  U/g de hemoglobina) en vacas con y sin aborto estuvieron dentro del IR a lo largo de la gestación (Gráfico 19), patrón similar en predios A y B. Además no se encontró diferencia significativa ( $p<0,05$ ) por mes de gestación entre vacas con y sin aborto.



**Gráfico 19.** Actividad plasmática de la glutación peroxidasa según mes de gestación en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3), en los predios A+B.

## INTEGRIDAD HEPATOCELULAR

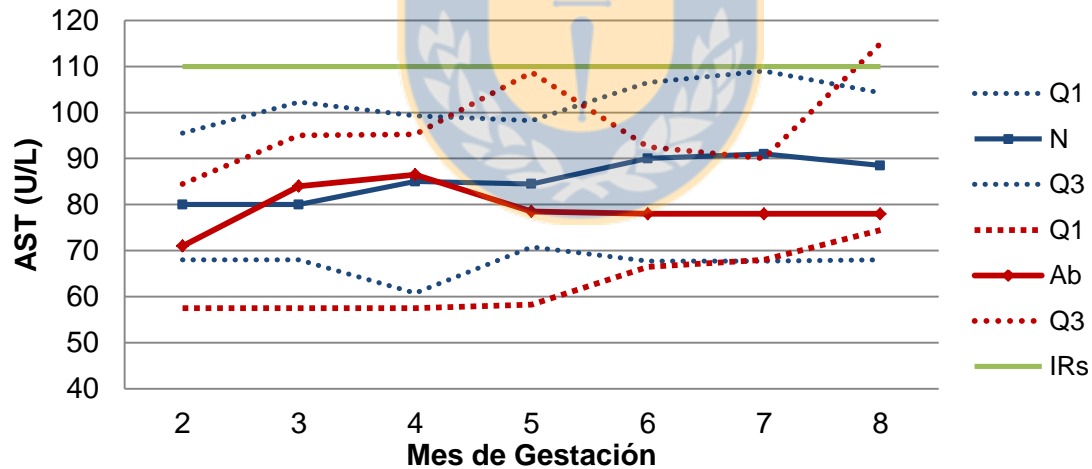
**Aspartato amino transferasa (AST).** Al evaluar la actividad plasmática de AST (IR  $<110$  U/L) entre vacas con aborto y vacas sin aborto del predio A se obtuvo que los valores se mantienen dentro del IR en todos los meses de gestación (Gráfico 20), patrón similar en predios A y B. Sin embargo en este predio hubo una diferencia significativa ( $p<0,005$ ) en la actividad plasmática de AST, entre vacas con y sin aborto, en el mes 6 de gestación.



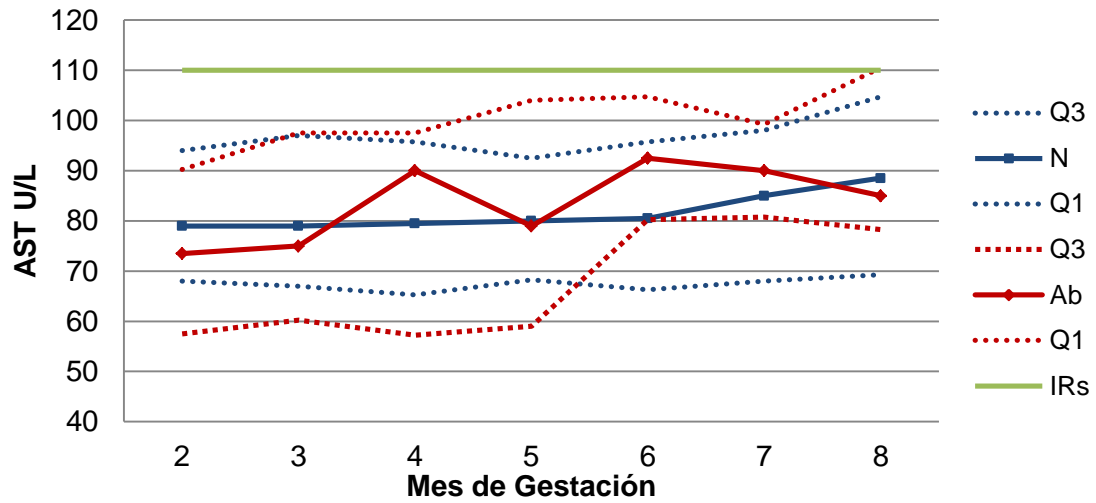
**Gráfico 20.** Actividad plasmática de AST en U/L del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

(\*) Señala diferencia significativa de la mediana  $p < 0,05$  en el mes correspondiente.

En el predio B y en conjunto A+B, vacas con y sin aborto mantuvieron valores dentro IR a lo largo de la gestación (Gráfico 21 y 22).



**Gráfico 21.** Actividad plasmática de AST en U/L del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



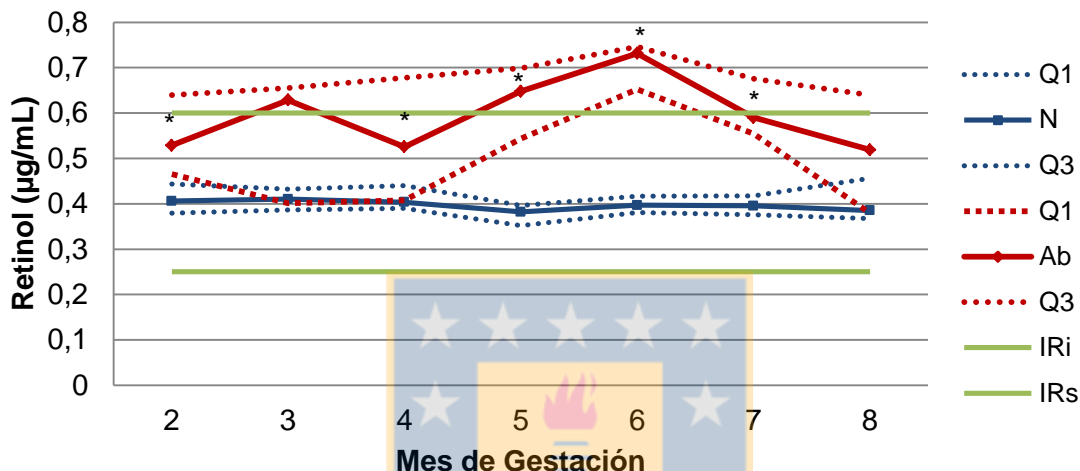
**Gráfico 22.** Actividad plasmática de AST en U/L del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).





## METABOLISMO DE VITAMINAS LIPOSOLUBLES

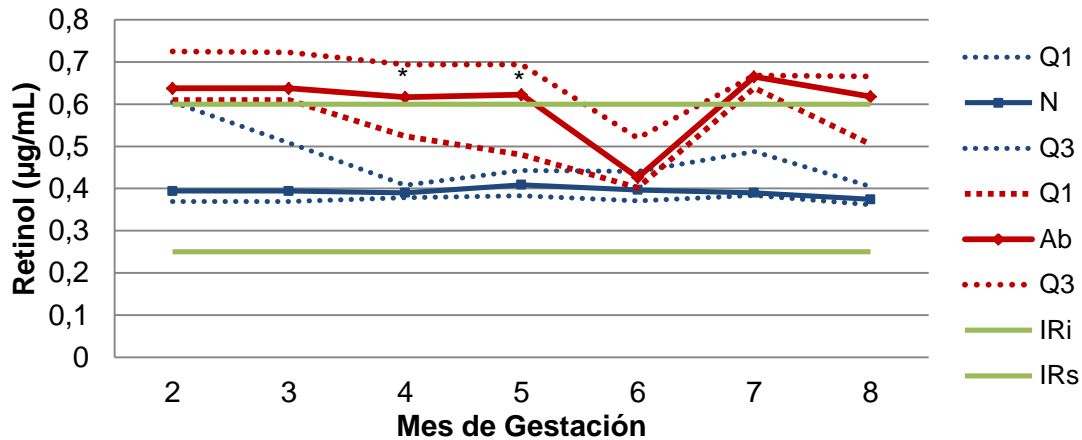
**Retinol (Ret).** En el predio A las concentraciones plasmáticas de retinol en vacas con aborto sobrepasaron el IR (0,25 - 0,6  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) en el mes 3, 5 y 6; en las vacas sin aborto, las concentraciones plasmáticas se mantuvieron dentro del IR a lo largo de la gestación, además hubo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre vacas con aborto y sin aborto en los meses 2, 4, 5, 6 y 7 (Gráfico 23).



**Gráfico 23.** Concentración plasmática de retinol del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

(\*) Señala diferencia significativa de la mediana  $p < 0,05$  en el mes correspondiente.

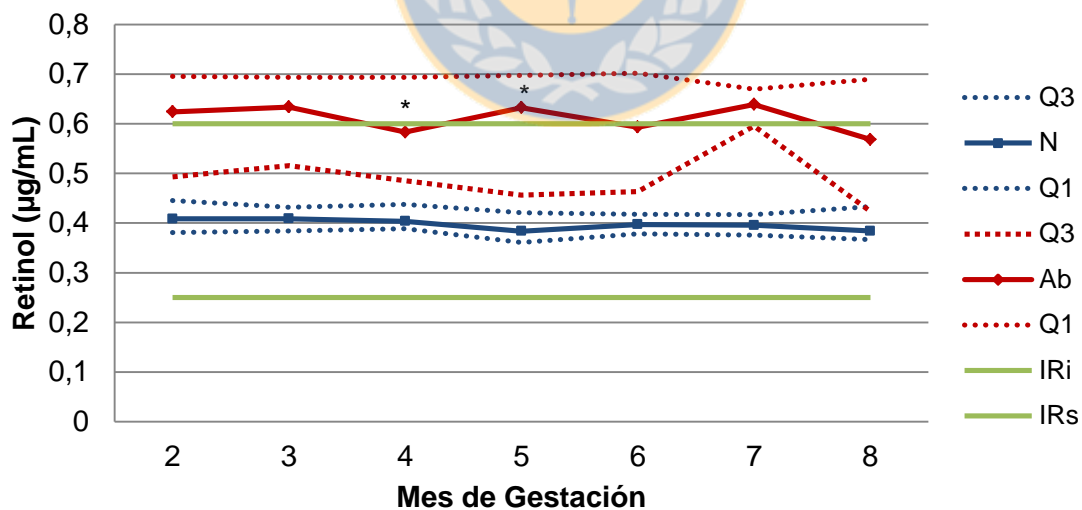
En el predio B en vacas con aborto se registraron concentraciones plasmáticas de retinol por encima del IR en el mes 2, 3, 4, 5, 7 y 8; en vacas sin aborto los niveles permanecieron dentro del IR a lo largo de la gestación, además se encontró diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) entre vacas con y sin aborto en los meses 4 y 5 (Gráfico 24).



**Gráfico 24.** Concentración plasmática de retinol del predio B, según mes de gestación en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

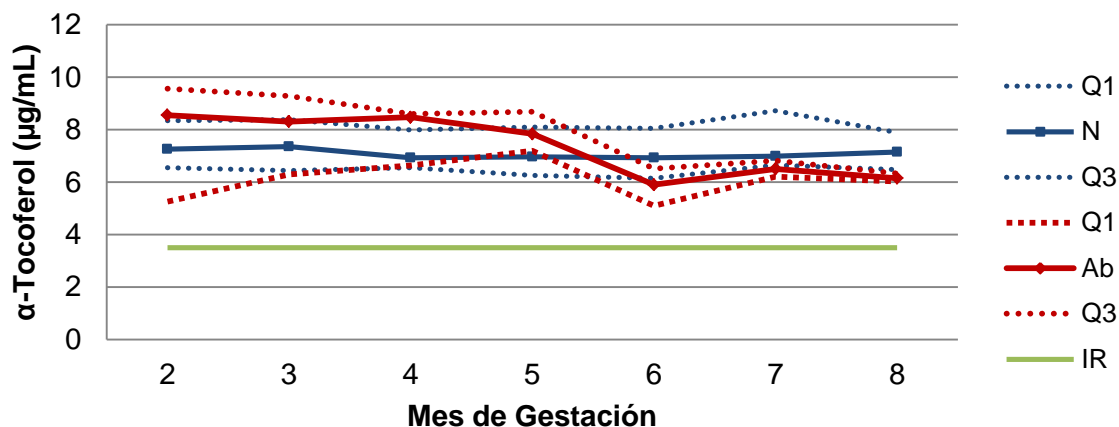
(\*) Señala diferencia significativa de la mediana  $p < 0,05$  en el mes correspondiente.

Al analizar los predios A+B en conjunto se obtuvo que las vacas con aborto presentaron concentraciones plasmáticas de retinol por encima del IR en los meses 2, 3, 4, 5 y 7; las vacas sin aborto permanecieron dentro del IR lo largo de la gestación, además se encontró diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) entre vacas con y sin aborto en los meses 4 y 5 (Gráfico 25).



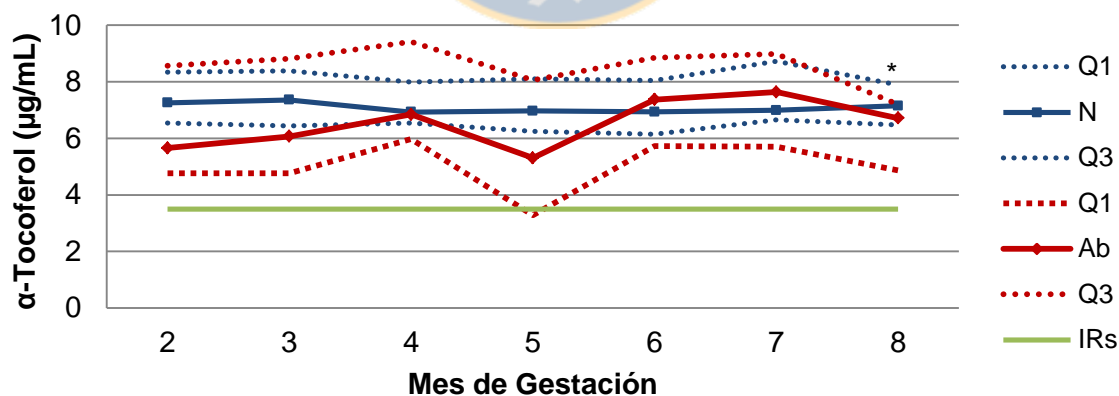
**Gráfico 25.** Concentración plasmática de retinol de los predios A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3). (\*) Señala diferencia significativa de la mediana  $p < 0,05$  en el mes correspondiente.

**$\alpha$ -Tocoferol (Toc).** La concentración plasmática de  $\alpha$ -tocoferol en el predio A en vacas con y sin aborto estuvieron por dentro del IR ( $3,5 \mu\text{g/mL}$ ) a lo largo de la gestación (Gráfico 26).

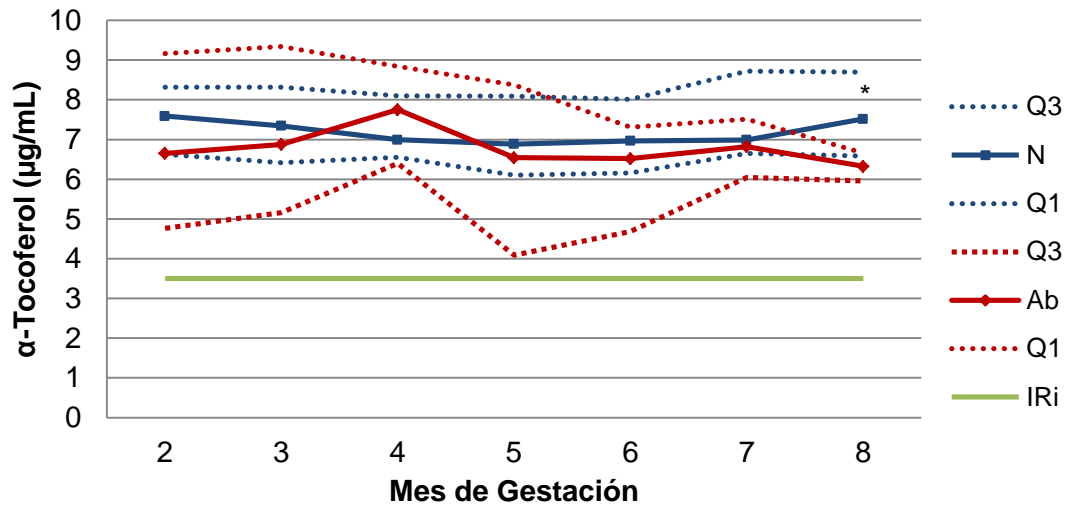


**Gráfico 26.** Concentración plasmática de  $\alpha$ -tocoferol del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

La concentración plasmática de  $\alpha$ -tocoferol en el predio B y en conjunto A+B, en vacas con y sin aborto estuvieron por dentro del IR ( $3,5 \mu\text{g/mL}$ ) a lo largo de la gestación, sin embargo hubo diferencia significativa entre vacas con y sin aborto en el mes 8 (Gráfico 27 y 28).



**Gráfico 27.** Concentración plasmática de  $\alpha$ -tocoferol del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3). (\*) Señala diferencia significativa de la mediana  $p < 0,05$  en el mes correspondiente.



**Gráfico 28.** Concentración plasmática de  $\alpha$ -tocoferol de los predios A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3). (\*) Señala diferencia significativa de la mediana  $p < 0,05$  en el mes correspondiente.



## PROCESOS INFLAMATORIOS NO ESPECIFICOS

**Evaluación de la locomoción.** Se realizaron evaluaciones de la locomoción mensualmente a los 148 individuos monitoreados, los que corresponden a 90 animales al predio A y 58 animales del predio B en un inicio con un total de 887 evaluaciones, obteniendo que en el A el 90,2% de animales en promedio no presentaban alteraciones visibles en la marcha y un 9,8% presentaban algún tipo de alteración visible en la marcha. Se observó una mayor tasa de incidencia de cojeras grado 1 en el mes 5 con el 23,8% y en el mes 8 con el 12,7%; para grados de cojeras igual o mayor a 2, se obtuvo una mayor tasa de incidencia en el mes 2 con 2,2%, mes 8 con 1,6% y en el mes 6 con 1,3% frente a los otros meses (Tabla 9).

En el predio B el 84,4% del rebaño en promedio no presentó alteraciones a la vista en la locomoción, y una media del 15,6% presentó algún grado de alteración en la marcha observable. El mes 2 con el 27,6% y el mes 5 con 32,7% presentan las mayores tasas de incidencia de cojeras grado 1, sin embargo en las tasas de incidencias de grado mayor o igual a 2 se registraron en los meses 7 y 8 con 2,7% y 3,3% respectivamente (Tabla 9).

**Tabla 9.** Tasa de incidencia (TI%) de cojeras por mes de gestación, predio y grado de cojera.

Grado Cojera	Mes de Gestación													
	2		3		4		5		6		7		8	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	82	42	83	54	76	48	61	33	75	41	73	33	55	25
TI (%)	91,1	72,4	93,3	94,7	92,7	90,6	76,3	67,3	94,9	93,2	97,3	89,2	85,9	83,3
1	6	16	6	3	6	4	19	16	3	3	2	3	8	4
TI (%)	6,7	27,6	6,7	5,3	7,3	7,5	23,8	32,7	3,8	6,8	2,7	8,1	12,5	13,3
≥ 2	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
TI (%)	2,2	0	0	0	0	1,9	0	0	1,3	0	0	2,7	1,6	3,3

**Variación del grado de claudicación.** Se analizó la variación en el grado de claudicación que hubo entre los meses y grupos de vacas con (Ab) y sin aborto (N) del predio A, predio B y predio A+B. En el predio A se observó que las vacas que incrementaron en más de un grado en la escala de evaluación de claudicación, fueron las vacas con aborto (12,5%, 1/8) frente a las vacas que no abortaron (6,1%, 5/82) en el paso del mes 2 al 3 (Tabla 10). En el predio B en el paso del mes 6 al 7 un 10% de vacas que presentaron aborto (1/10)

incrementaron el grado de claudicación en más de 1 grado en la escala, siendo mayor que el grupo de las vacas que no presentaron aborto con un 6,3% (3/48) (Tabla 11).

Al comparar los animales del predio A+B y obtener mayor representatividad en el estudio se observó la misma tendencia que los predios A y B por separado (Tabla 12).

**Tabla 10.** Porcentaje de animales y n, según diferencias en el grado de claudicación en vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), entre meses de gestación en el predio A.

Meses	Disminuyeron				Mantuvieron				Incrementaron			
	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n
2-3	12,50%	1	8,50%	7	75,00%	6	85,40%	70	12,50%*	1	6,10%	5
3-4	0,00%	0	4,90%	4	100,00%	8	87,80%	72	0,00%	0	7,30%	6
4-5	0,00%	0	6,10%	5	87,50%	7	73,20%	60	12,50%	1	20,70%	17
5-6	12,50%	1	20,70%	17	87,50%	7	74,40%	61	0,00%	0	4,90%	4
6-7	0,00%	0	4,90%	4	100,00%	8	92,70%	76	0,00%	0	2,40%	2

\* Diferencia significativa  $p < 0,05$  según condición de aborto.

**Tabla 11.** Porcentaje de animales y n, según diferencias en el grado de claudicación en vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), entre meses de gestación en el predio B.

Meses	Disminuyeron				Mantuvieron				Incrementaron			
	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	n
2-3	30,00%	3	22,90%	11	70,00%	7	75,00%	36	0,00%	0	2,10%	1
3-4	0,00%	0	6,30%	3	100,00%	10	83,30%	40	0,00%	0	10,40%	5
4-5	0,00%	0	6,30%	3	90,00%	9	68,80%	33	10,00%	1	25,00%	12
5-6	10,00%	1	27,10%	13	90,00%	9	68,80%	33	0,00%	0	4,20%	2
6-7	0,00%	0	0,00%	0	90,00%	9	93,80%	45	10,00%*	1	6,30%	3

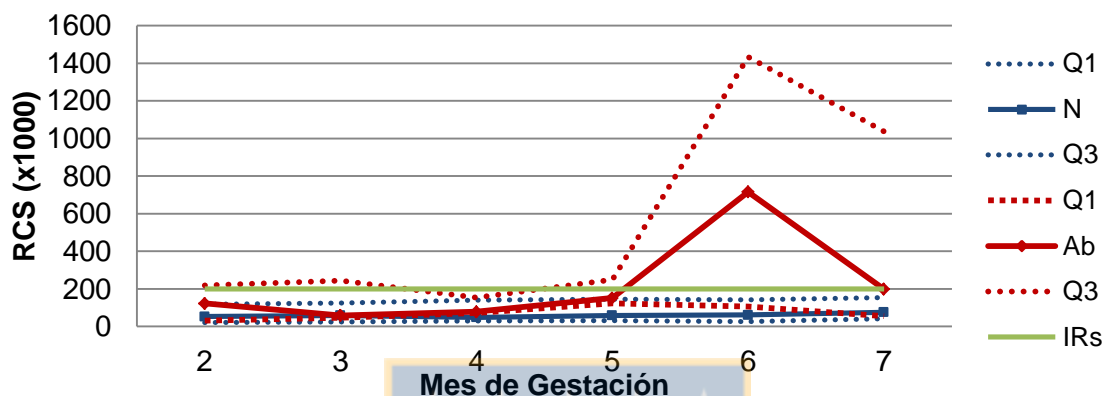
\* Diferencia significativa  $p < 0,05$  según condición de aborto.

**Tabla 12.** Porcentaje de animales y n según diferencias en el grado de claudicación en vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), entre meses de gestación de los predios A+B.

Meses	Disminuyeron				Mantuvieron				Incrementaron			
	(Ab)	n	(N)	n	(Ab)	n	(N)	N	(Ab)	n	(N)	n
2-3	22,20%	4	13,80%	18	72,20%	13	81,50%	106	5,60%*	1	4,60%	6
3-4	0,00%	0	5,40%	7	100,00%	18	86,20%	112	0,00%	0	8,50%	11
4-5	0,00%	0	6,20%	8	88,90%	16	71,50%	93	11,10%	2	22,30%	29
5-6	11,10%	2	23,10%	30	88,90%	16	72,30%	94	0,00%	0	4,60%	6
6-7	0,00%	0	3,10%	4	94,40%	17	93,10%	121	5,60%*	1	3,80%	5

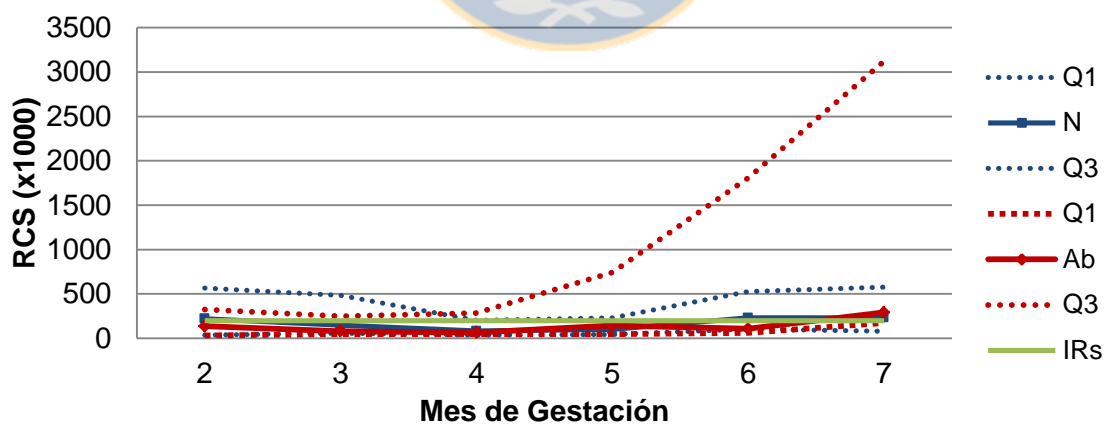
\* Diferencia significativa  $p < 0,05$  según condición de aborto.

**Recuento de células somáticas en leche (RCS).** En el predio A el número de células somáticas por mililitro de leche en el grupo de vacas que presentaron aborto mostraron valores por encima del IR en el mes 6 frente al grupo de vacas que no presentaron aborto que mantuvieron su recuento de células dentro del IR (200.000 células/mL); en vacas sin aborto, el RCS estuvo dentro del IR a lo largo de la gestación (Gráfico 29).

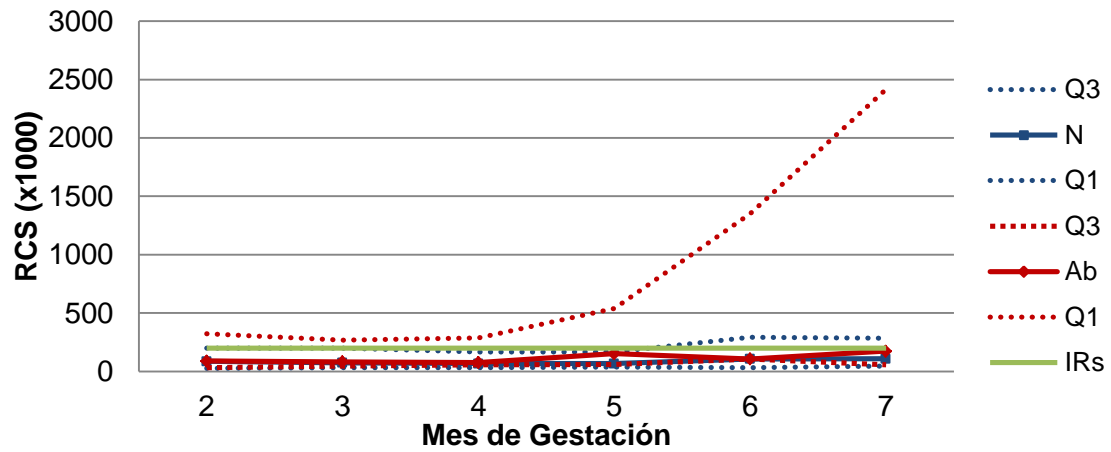


**Gráfico 29.** Recuento de células somáticas (x1000) del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

En el predio B y en conjunto A+B, el recuento de células somáticas en leche estuvieron dentro del IR en vacas con y sin aborto (Gráficos 30 y 31).



**Gráfico 30.** Recuento de células somáticas (x1000) del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



**Gráfico 31.** Recuento de células somáticas (x1000) del predio A+B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).





### Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza no paramétrico por que los valores de las variables no tenían distribución normal, por lo que se procedió a comparar los grupos de vacas que presentaron aborto con las que no abortaron, primero el predio A, luego el predio B y posteriormente se analizó el predio A+B, obteniendo los resultados que indican en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Resumen del análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis) entre grupos de vacas con aborto (Ab) y vacas sin aborto (N), clasificado por predio. (\*) Significa diferencia significativa  $p < 0,05$  entre vacas con y sin aborto, según mes de gestación.

Variable metabólica	Predio A (Ab vs N)	Predio B (Ab vs N)	Predios A+B (Ab vs N)
Colesterol	Col7*	-	Col7*
	-	-	Col8*
β-hidroxibutirato	BHB3*	-	BHB4*
	BHB5*	-	BHB5*
	-	-	BHB8*
Fibrinógeno	Fib6*	-	Fib6*
Aspartato Amino transferasa	-	-	AST8*
Glutación Peroxidasa	-	-	Gpx8*
Urea	U1*	U1*	-
	U2*	U2*	-
	-	-	U3*
Retinol	Ret1* Ret2*	-	Ret1* Ret2*
	Ret3* Ret4*	Ret3* Ret4*	Ret3* Ret4*
	Ret5* Ret6*	Ret7*	Ret5* Ret6*
Tocoferol	Toc7*	Toc7*	Toc7*

## FACTORES INFECCIOSOS

**Virus de la Diarrea Viral Bovina.** Se realizó el test de ELISA para anticuerpos de la enfermedad de la diarrea viral bovina tanto a los animales del predio A como el predio B durante la gestación (n=1003 muestras).

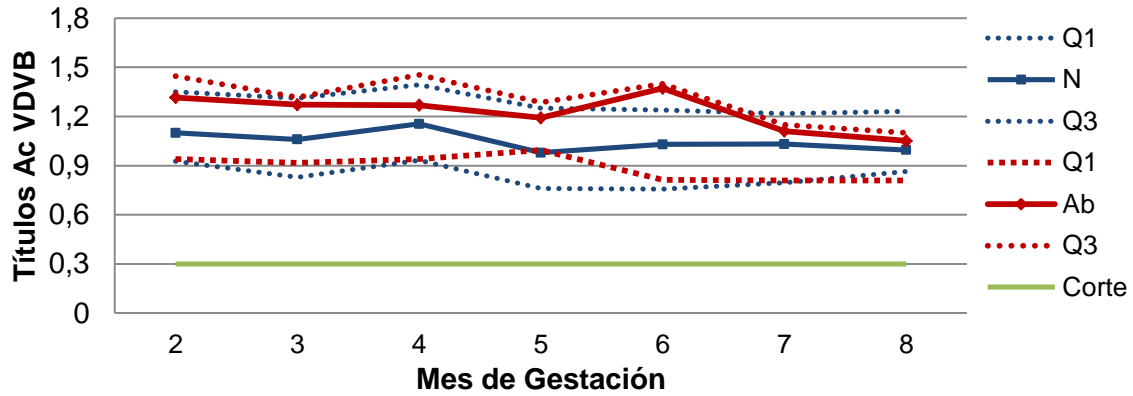
En el predio A del grupo de vacas sin aborto el Q1 del título de anticuerpos se mantuvo sobre el valor de 0,7. Del mismo modo, la mediana de estas vacas fluctuó entre 1 y 1,2 en valores de ELISA ponderado. En las vacas abortadas, se aprecia que los tres primeros meses supera los valores de ELISA del Q3; los valores de las demás vacas abortadas se mantienen alrededor de la mediana (1,2 en la escala) de las vacas sin aborto, además la curva general de anticuerpos (Gráfico 32) no presenta un aumento de la mediana ni cuartiles (Q1 y Q3) en vacas que presentaron aborto como de las que no tuvieron aborto; no se registraron alzas que pudieron registrar seroconversiones mayores a 2,0 en todo el tiempo de estudio (Gráfico 34).

En el predio B los valores ponderados para el título de anticuerpos vacas con aborto y sin aborto, estuvieron entre 0,9 y 1,5 del valor ponderado (Gráfico 33). Tampoco se pudo observar alzas de seroconversión a lo largo de la gestación (Gráfico 35).

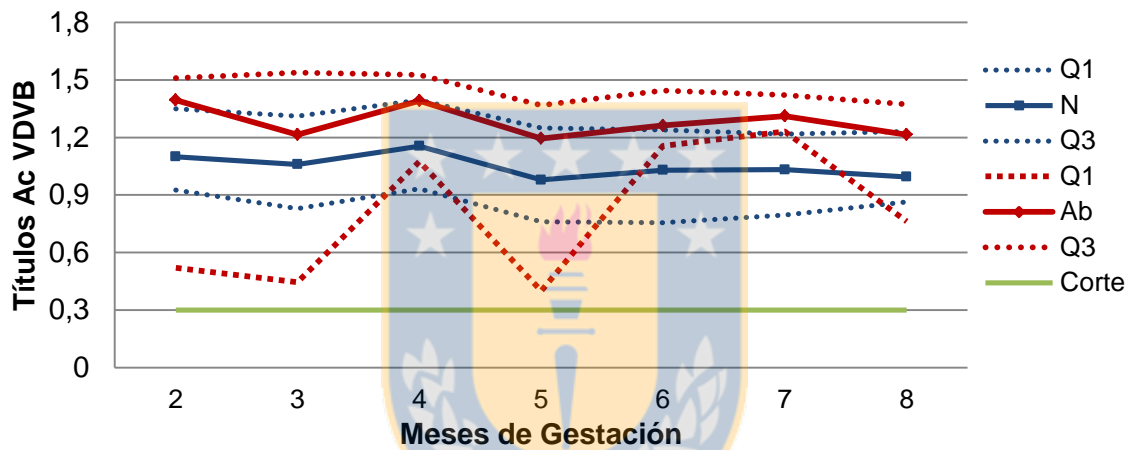
**Tabla 14.** Número y porcentaje de muestras positivas, sospechosas y negativas a kit ELISA/Ac para VDVB por predio en vacas con aborto (Ab) y sin aborto (N).

Muestras	PREDIO A		PREDIO B	
	N (%)	Ab (%)	N (%)	Ab (%)
Positivos	594* (97,7%)	28 (100%)	282* (89%)	39 (80%)
Sospechosos	2 (0,3%)	0 (0%)	6 (2%)	3 (6%)
Negativos	12 (2%)	0 (0%)	30 (9%)	7 (14%)
<b>Total</b>	<b>608</b>	<b>28</b>	<b>318</b>	<b>49</b>

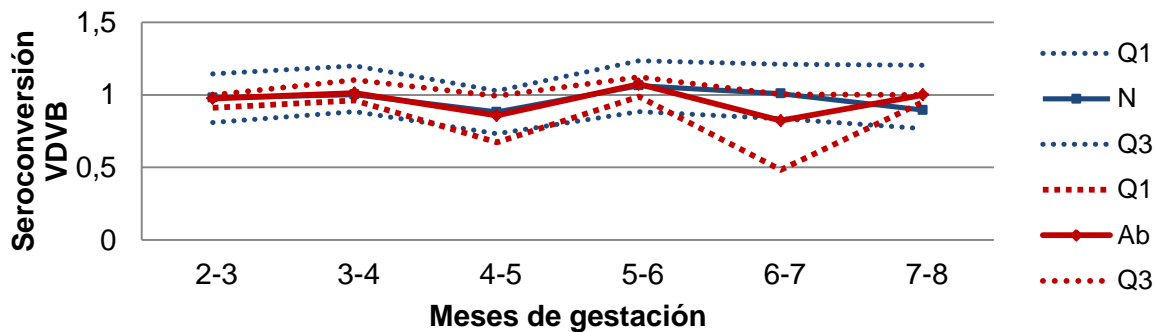
\*Diferencia significativa  $p < 0,05$



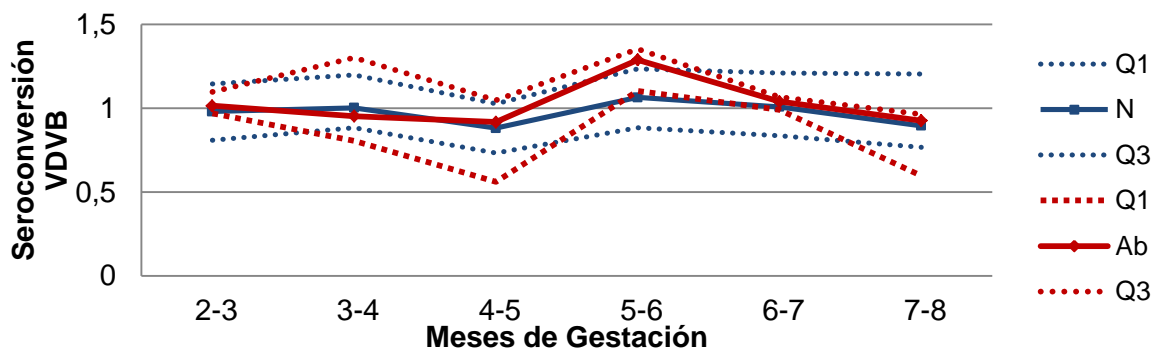
**Gráfico 32.** Títulos de anticuerpos para VDVB del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



**Gráfico 33.** Títulos de anticuerpos para VDVB del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



**Gráfico 34.** Aumento del título de anticuerpos para diarrea viral bovina del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



**Gráfico 35.** Aumento del título de anticuerpos para diarrea viral bovina del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

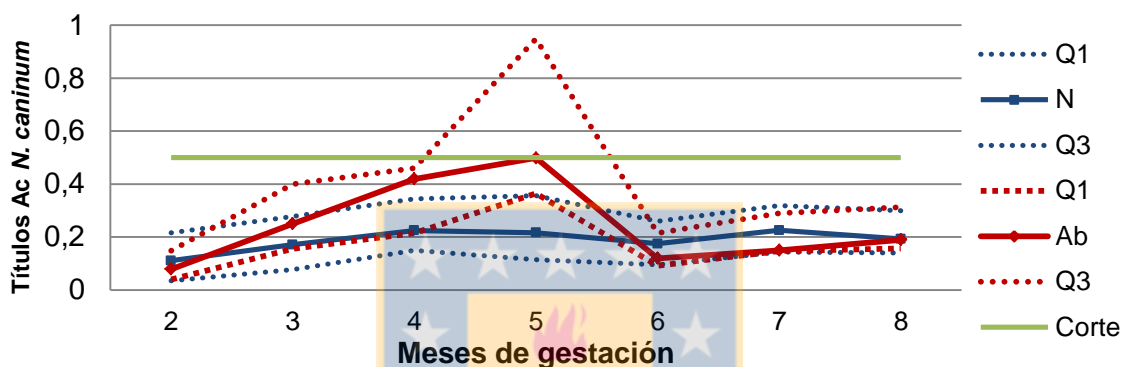
***Neosporora caninum* (Neosporosis).** Se realizó el test de ELISA para anticuerpo para *Neospora caninum* tanto a los animales del predio A como el predio B (n=1070 muestras); en el predio A se analizaron 617 muestras de las cuales 95 fueron positivas (15,4%), 522 muestras fueron negativas (84,6%) en el grupo de animales que no presentaron aborto; 4 muestras de las 35 analizadas fueron positivas (11,4%) y 31 muestras fueron negativas (88,6%) en el grupo de vacas con aborto. En el predio B se analizaron 362 muestras de vacas que no abortaron, de las cuales dieron como positivas 107 (29,5%) y 255 muestras fueron negativas (70,5%); en el grupo de vacas que tuvieron aborto 19 muestras dieron positivas (33,9%) y 37 muestras resultaron negativas (14,3%) de acuerdo a la Tabla 15.

Los títulos de anticuerpos en vacas que presentaron aborto del predio A tendieron a incrementar los títulos en el primer tercio de gestación alcanzando valores positivos ponderados ( $>0,5$ ) en el mes 4; en el grupo de vacas que no presentaron aborto se mantienen bajo el valor de corte en toda la gestación (Gráfico 36).

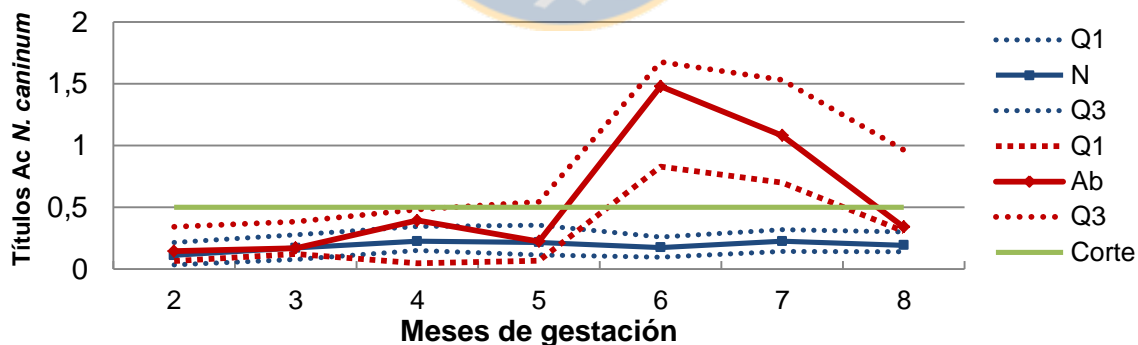
En el predio B se registró un incremento de los títulos de anticuerpos para *Neospora caninum* a partir del mes 4 y llegando a títulos altos en el mes 5 y 6 (Gráfico 37).

**Tabla 15.** Número de animales positivos y negativos a ELISA/Ac para *Neospora caninum* por predio en vacas con aborto (Ab) y vacas son aborto (N).

Muestras	PREDIO A		PREDIO B	
	N (%)	Ab (%)	N (%)	Ab (%)
Positivos	95 (15%)	4 (11%)	107 (30%)	19 (34%)
Negativos	522 (85%)	31 (89%)	255 (70%)	37 (66%)
Total	617	35	362	56



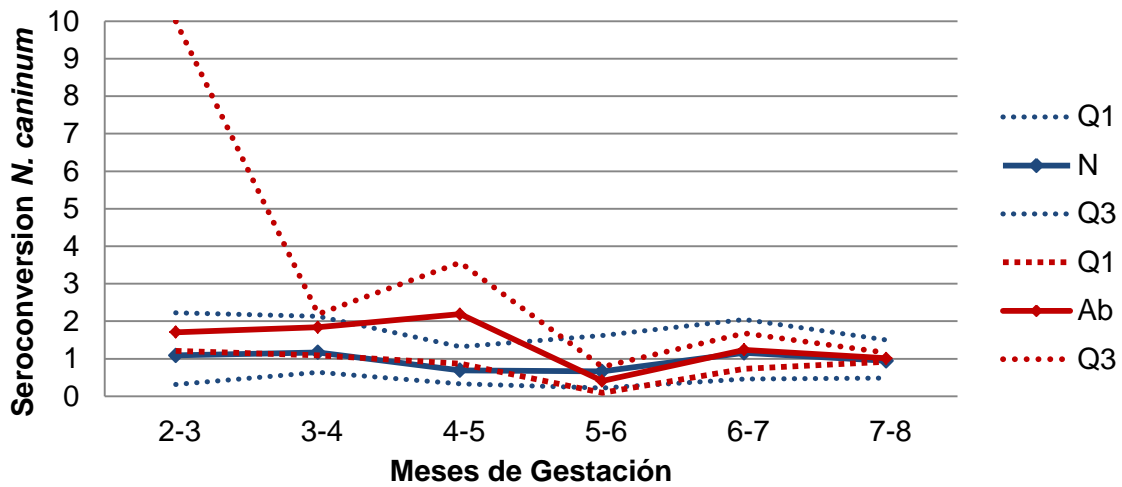
**Gráfico 36.** Títulos de anticuerpos para *Neospora caninum* del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



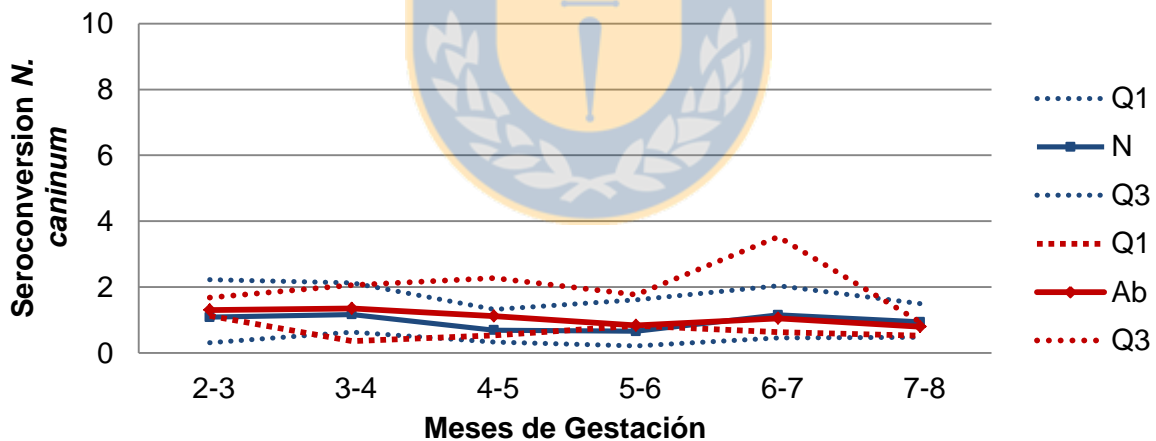
**Gráfico 37.** Títulos de anticuerpos para *Neospora caninum* del predio B según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).

**Análisis de seroconversión para *Neospora caninum*.** En el predio A en el grupo de vacas que presentaron aborto se observó una seroconversión positiva en el muestreo 3

(Gráfico 38), indicando que hubo la manifestación de enfermedad. El predio B no registra alzas de seroconversión en el grupo de animales que abortaron (Gráficos 39).



**Gráfico 38.** Aumento del título de anticuerpos para *N. caninum* del predio A según mes de gestación, en vacas abortadas (Ab) y no abortadas (N) y su respectiva mediana y cuartiles (Q1 y Q3).



**Gráfico 39.** Aumento del título de anticuerpos para *N. caninum* calculados al pasar de un muestreo al siguiente en vacas del predio B. El conjunto de vacas con aborto y sin aborto está representado por cuartiles (Q1 y Q3) y la mediana.

**Leptospirosis.** En el predio A se evaluó un total de 90 vacas. Resultaron positivas 4 vacas de 82 vacas que no presentaron aborto y de las 8 vacas que abortaron ninguna resultó positiva, dando una incidencia acumulada (IA) de 4,44% en vacas sin aborto y 0% para vacas con aborto; los serovares que se halló fueron: 2 a (Gr), 1 a (Ha) y 1 a (Po).

En el predio B se realizó el seguimiento a 48 vacas, de las cuales 32 no abortaron pero 2 animales reaccionaron a la prueba como positivas (6,25% de IA) de estas, dos serovares (Gr y Ca) tuvo un solo animal y (Gr) otro animal, de las 10 vacas que presentaron aborto en este predio hubo 2 reaccionantes positivas (20% de IA) a la serovar (Gr) con títulos uniformes y bajos, la otra fue reaccionante positiva al serovar (Ha). En las vacas reaccionantes los títulos de anticuerpos fueron homogéneos en el tiempo. En la Tabla 16 se indica la incidencia de leptospirosis de los grupos de vacas con y sin aborto en la gestación, con las serovares y los títulos de anticuerpos.

**Tabla 16.** Seropositividad a leptospirosis según prueba MAT, en vacas sin y con aborto durante la gestación.

	Meses de gestación						
	2	3	4	5	6	7	8
<b>Sin aborto (+) Leptospirosis</b>	Gr/100	Gr/100	Gr/100	Gr/50	Gr/50	Gr/50	Gr/50
	Ha/200	Ha/200	Ha/100	Ha/100	Ha/100	Ha/100	Ha/50
	Po/400	Po/200	Po/200	Po/100	Po/100	Po/100	Po/100
	Gr/100	Gr/100	Gr/50	Gr/50	Gr/50	Gr/50	Gr/50
	Gr/100	Gr/50	Gr/50				
	Ca/200	Ca/100	Ca/100	Ca/100	Ca/100	Ca/100	Ca/100
	Gr/100	Gr/100	Gr/100	Gr/100	Gr/50	Gr/50	Gr/50
<b>% Incidencia</b>	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>	<b>4.9</b>
<b>Con aborto (+) Leptospirosis</b>	Ha/200	Ha/200	Ha/200	Ha/100	Ha/100		
	Gr/200	Gr/100	Gr/100	Gr/100	Gr/100		
<b>% Incidencia</b>	<b>11.1</b>	<b>11.1</b>	<b>11.1</b>	<b>11.1</b>	<b>11.1</b>		

Abreviaturas: Gr: Griphotyphosa, Ha: Hardjo, Po: Pomona, Ca: Canícola

**Brucella abortus.** Todas las muestras analizadas con la prueba Rosa de Bengala, resultaron negativas en ambas predios lecheros.

## Análisis Multivariado

Las variables que se tomaron en cuenta para elaborar el modelo de regresión logística fueron aquellas que tuvieron una diferencia significativa y altamente significativa en el análisis de varianza no paramétrico (Kruskal Wallis), priorizando los meses en los que se presentaron los abortos. De acuerdo con la Tabla 17 las concentraciones plasmáticas de colesterol en el mes 4 tiene un efecto protector para el aborto (OR=0,61), al igual que el incremento de condición corporal del mes 3 al (OR=0,32) y los títulos de anticuerpos para *Neospora caninum* en el mes 4 (OR=0,18); en cambio en el mes 5 esta variable fue un factor de riesgo ya que hubo 4 veces más probabilidad de aborto (OR= 4,27). En el análisis de sobrevivencia-regresión de Cox para el tiempo de ocurrencia de aborto se obtuvo que el colesterol en el mes 4 fue un factor de protección, pero para neosporosis en el mes 5 y leptospirosis en el mes 6 fueron factores de riesgo para la presentación de aborto (Tabla 18).

**Tabla 17.** Resultados del regresión logística de variables infecciosas y no infecciosas de aborto bovino.

	<b>OR</b>	<b>[ IC 95% ]</b>		<b>p-valor</b>
Col4	0,61	0,4	0,93	<b>0,021</b>
Var CC3-4	0,32	0,1	0,99	<b>0,048</b>
Neo4	0,18	0,04	0,89	<b>0,0358</b>
Neo5	4,27	1,36	13,44	<b>0,0131</b>

**Tabla 18.** Resultados del modelo de sobrevivencia-regresión de Cox de variables infecciosas y no infecciosas para la presentación de aborto bovino.

	<b>Hazard Ratio</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>[IC95%]</b>	
Predio	0.00	0.078	3.98E-07	2.17
Col4	0.21	<b>0.015</b>	0.06	0.74
Prod4	1.21	0.116	0.95	1.55
Neo5	25.44	<b>0.033</b>	1.30	496.63
Lepto6	94.35	<b>0.005</b>	4.00	2222.32



### Resumen de casos de abortos.

En los predios utilizados para realizar el estudio se evidenció diferentes situaciones de causalidad, en el predio A predominan los factores no infecciosos (desequilibrios energéticos, proteicos integridad hepatocelular, procesos inflamatorios), salvo el caso de un aborto que se identificó la seropositividad para Neosporosis. En el predio B los factores que predominaron son los infecciosos relacionados a Leptospirosis y Neosporosis. Sin embargo en ambos predios se registraron balances energéticos negativos y que la condición factor de protección de colesterol como predictor en el mes 4 de gestación junto con la evaluación de la BCS serían una herramienta útil para evaluar los desequilibrios energéticos en el rebaño lechero.

En detalle la causalidad de abortos en el predio A en el primer tercio de gestación indicaron desequilibrios energéticos (Col,  $\beta$ -OH), proteicos (Pt), daño hepatocelular (AST), procesos inflamatorios no específicos (RCS, Fib); en el segundo tercio hubo procesos inflamatorios no específicos (Cojeras, Fib), desequilibrios energéticos ( $\beta$ -OH), daño hepatocelular (AST) y en el último tercio se evidenció la presencia de enfermedades infecciosas prevalentes como la Neosporosis. En el predio B los abortos ocurridos en el primer tercio de gestación se presentaron desequilibrios energéticos (Col,  $\beta$ -OH), procesos inflamatorios no específicos (RCS, Fib, Cojeras) y enfermedades infecciosas prevalentes como la *Neospora caninum* y *Leptospira interrogans* (serovares Grippotyphosa y Harjo); en el último tercio se registraron desequilibrios energéticos ( $\beta$ -OH), procesos inflamatorios no específicos (Alb, RCS) y a *Neospora caninum* (Tabla 19).

**Tabla 19.** Detalle de análisis de cada caso de aborto, según patrón causal y predio.

N° Ab	Predio	Mes/Ab	Col	β-OH	Pt	Alb	Glob	Fib	Urea	AST	Cojeras	RCS	Neo	Lepto	Observación
2	A	3	B*	A**				A							Deseq. Energético, Inflamación
3		3	B		B			A	A			A			Deseq. Proteico, Inflamación
8		3				A				A	A				Daño Hepatocelular, Inflamación
4		3		A			A					A			Deseq. Energético, Inflamación
5		3				B						A			Inflamación
1		7		A				A			A				Deseq. Energético, Inflamación
7		7				B	A				A		+		Inflamación, Neosporosis
6		8									A				Daño Hepatocelular, Inflamación
12		B	4	B	A									Gr/200	
9	4							A					+		Inflamación, Neosporosis
14	4										A				Inflamación
15	4					B		A							Inflamación
11	4											A			Inflamación
17	4											A			Inflamación
10	4											A		Ha/200	Inflamación, Leptospirosis
18	7			A						A			+		Deseq. Energético, Daño Hepatocelular, Neosporosis
13	8										A	A	+		Inflamación, Neosporosis
16	8		A			A					A			Deseq. Energético, Inflamación	

B\*=Concentración plasmática bajo el IR para la especie.

A\*\* =Concentración plasmática sobre el IR para la especie.

## VII. DISCUSION

El presente estudio reporta los resultados del análisis de los factores no infecciosos e infecciosos que tienen relación con el síndrome del aborto bovino, monitoreados desde el segundo mes hasta el término de gestación. Se debe considerar que los animales que ingresaron al estudio estuvieron en dos etapas fisiológicas y productivas simultáneamente, siendo éstos el período de lactancia y gestación, lo cual es lo esperado en un rebaño de producción de leche para obtener índices reproductivos adecuados y representativos (Rollin *et al.*, 2010; Piccione *et al.*, 2012).

La tasa de incidencia de aborto en el estudio fue de 12,2%, valor similar al que estimó Gädicke (2008) en un estudio en el sur de Chile. Las tasas más altas de incidencia fueron en los meses 3 y 4 de gestación (3,4% y 5% respectivamente) de acuerdo a la Tabla 2. Esto concuerda con Gädicke y Monti (2013) que indican que los abortos se producen con más frecuencia durante el primer trimestre que durante otros períodos. Valores distintos se encontraron en el estudio similar de Markusfeld-Nir, (1997), en el que las probabilidades de aborto en el primer trimestre fueron mayores, y las que abortaron en el segundo trimestre las probabilidades fueron inferiores a las de los otros trimestres en conjunto, con 44,1 %, 0,9 % y 18,9 %, respectivamente.

### FACTORES BIOQUIMICOS

**Metabolismo energético.** La concentración plasmática de colesterol fue significativamente menor ( $p < 0,05$ ) en el muestreo 4 en las vacas con aborto frente a las vacas sin aborto, sin embargo las medianas de colesterol en este mes en ambos grupos (Grafico 6) estuvieron dentro del intervalo de referencia (IR). Adicionalmente, los resultados de la regresión logística (Tabla 17 y 18) demostraron que esta variable posee un efecto protectorio ( $OR = 0,61$   $p < 0,05$ ) para la probabilidad de aborto, lo que indica que las vacas con mayor nivel de colesterol tendrían menos probabilidad de abortar. Este metabolito puede considerarse como un indicador nutricional en bovinos (Coppo *et al.*, 2003) y fisiológicamente se podría relacionar que ciertas vacas tienen diferente adaptación a cambios de exigencia productiva y algunas no pueden manejarlos, siendo más susceptible a presentar desbalances metabólicos. Las concentraciones plasmáticas del colesterol dependen de la dieta, especialmente del tipo y cantidad de grasa consumida, y aumenta cuando la ingesta es rica en grasas sobre todo del tipo insaturadas

y que disminuye en estados de desnutrición (Coppo *et al.*, 2003). Las lecherías en las que se realizó el estudio son asesoradas por el mismo nutricionista, y las dietas fueron formuladas de acuerdo a las etapas de lactancia de las vacas.

Según Duffield (2009) la habilidad de la vaca para manejar la ingesta y la demanda de energía en períodos críticos de producción es lo más importante para mantener una buena lactancia saludable y productiva, mientras que una pobre respuesta a los requerimientos energéticos puede conducir a una multitud de problemas, incluyendo enfermedades clínicas y bajas producciones de leche; además se encuentra en un mayor riesgo de desarrollar trastornos metabólicos (Cameron *et al.*, 1998; Drackley, 1999; Herdt, 2000, Shin, 2015). Un indicador de esta pobre respuesta adaptativa son las elevaciones en las concentraciones circulantes de cuerpos cetónicos (Herdt, 2000) o cetonemia. Dentro de estos metabolitos está el  $\beta$ -hidroxibutirato que se evaluó y cuyas concentraciones plasmáticas en el mes 2 (Grafico 7) en vacas con y sin aborto estuvieron sobre 0,6 mmol/L, indicando un proceso de movilización de tejido adiposo por un desbalance energético significativo a nivel del hato (Fernandes *et al.*, 2012). Además, en el transcurso del estudio se pudo registrar casos de desplazamiento de abomaso, frecuente trastorno metabólico en vacas lecheras (Koek *et al.*, 2013). La interpretación para la urea sanguínea en rumiantes, depende del consumo de proteína y energía, demostrando que el organismo no tiene un fuerte mecanismo de homeostasis para mantener constantes los niveles de urea en la sangre, lo cual dificulta los niveles normales o de referencia (Álvarez, 2001). En este estudio se analizaron vacas en gestación, y sus concentraciones de urea en plasma se mantuvieron elevadas a lo largo de este período en los cuartiles 3 de vacas con y sin aborto del predio A, y únicamente en las vacas que presentaron aborto del predio B la mediana estuvo notoriamente por encima del intervalo de referencia, esta tendencia posiblemente se debe al aumento de consumo proteico, o suministro en la dieta con proteína fácilmente digestibles o alto nivel de nitrógeno no proteico, donde hay una mayor absorción en el rumen de amoníaco, y por tanto una mayor síntesis de urea en el hígado. En el estudio de Piccione *et al.*, (2012), las concentraciones de urea mostraron un aumento estadísticamente significativo en la etapa final de la gestación frente a las otras etapas y al inicio de la lactancia en comparación con lo que resta de la lactancia. Se reporta en un estudio en rumiantes menores que durante el período de lactancia aumentan las concentraciones de urea por los mayores requerimientos energéticos, y al final de la gestación la concentración depende netamente de la ingesta de proteína (Roubies *et al.*, 2006). Además, no se encontró una relación

entre la probabilidad de ocurrencia de los abortos con la concentración plasmática de urea ( $p>0,05$ ), y tampoco en el tiempo en que estos abortos ocurren, de acuerdo a los resultados de la regresión logística detallados en las Tablas 17 y 18; sin embargo autores indican que las elevadas concentraciones de urea plasmática afectan el ambiente uterino, lo que podría ocasionar un efecto tóxico metabólico llevando a muerte embrionaria (Hernández, 2000; Wittwer, 2000), lo que puede ser un factor de riesgo importante en la etapa temprana de gestación.

En los predios A y B se evidenció diferencias significativas ( $p<0,05$ ) en concentraciones plasmáticas de  $\beta$ -hidroxibutirato en el segundo tercio de gestación y de urea en el primer tercio de gestación al comparar en vacas con y sin aborto, además los valores en vacas con y sin aborto están cerca del límite superior del intervalo de referencia, lo que demuestra que los rebaños atraviesan por cuadros de balance energético negativo que afectan la salud del animal (Bertoni *et al.*, 2009), sin embargo los balances energéticos negativos no afectarían a los metabolismos energético, proteico, mineral y hepático de algunos animales (Cattaneo *et al.*, 2013) ya que algunos animales no toleran los cambios fisiológicos y nutricionales, y que por la acción de los mecanismos de la homeostasis y de homeorresis se regulan (Bauman, 2010).

De acuerdo con algunos autores, metabolitos sanguíneos como los ácidos grasos no esterificados (NEFA) son útiles para medir el balance energético en rumiantes, ya que indican la movilización de grasa y puede ser el indicador más sensitivo de balance energético negativo (Jackson *et al.*, 2011; Wathes *et al.*, 2007), de modo que estos metabolitos deberían ser tomados en cuenta en futuros estudios con respecto a los disturbios metabólicos respecto a la pérdida de gestación en vacas de lechería .

**Condición corporal.** Al realizar un análisis de la condición corporal de los grupos de animales que presentaron aborto (Ab) en este estudio, un mayor porcentaje de animales tenían menor condición corporal (más de 0,5 puntos en la escala de BCS) frente al otro grupo de vacas que no tuvieron aborto (N) antes de los meses en lo que los abortos se manifestaron. Lo que coincide con autores que indican que la pérdida de la condición corporal en posparto parece afectar el curso de la posterior gestación (López-Gatius *et al.*, 2002) y que animales con baja condición corporal poseen altas pérdidas de la gestación frente a vacas que tuvieron una condición corporal alta (Thangavelu *et al.*, 2015).

**Metabolismo proteico.** En este estudio, los niveles de proteínas totales en ambos predios se mantuvieron dentro del IR durante los meses de muestreo, y en las vacas que presentaron aborto en el cuartil 1 presentaron bajas concentraciones de proteína total en el primer tercio de la gestación de acuerdo al Gráfico 11. Estudios indican que las proteínas totales se van incrementando conforme avanza la lactancia hasta su fin, lo contrario que sucede en el periodo seco en el que hay un ligero descenso. De acuerdo con Piccione *et al.* (2012) en el periodo de lactancia hay requerimientos fisiológicos maternos para sostener el feto y aportar inmunoglobulinas en la leche, lo que explicaría la tendencia en los resultados. Sin embargo, en estudios en el que vacas de leche se sometieron a restricción nutricional en diferentes etapas de lactancia, las concentraciones plasmáticas de proteína total no se vieron afectadas (Bjerre-Harpøth *et al.*, 2012). La albúmina es una proteína de la fase aguda negativa, en el que sus concentraciones disminuyen en respuesta a la injuria (Eckersall, 2000), al contrario que las globulinas que incrementan sus niveles durante la fase final de la gestación, cerca del parto (Evans y Duncan, 2005). De acuerdo a Kaneko *et al.* (1997) este tipo de proteínas son sensibles a las influencias nutricionales, pero estos cambios son a menudo sutiles y difíciles de detectar e interpretar, en este estudio la concentración plasmática de albúmina y de las globulinas en ambos predios no hubo variación con respecto a los intervalos de referencias utilizados.

## **PROCESOS INFLAMATORIOS NO ESPECIFICOS**

**Evaluación de la locomoción.** En este estudio se registró una prevalencia de cojeras de 9,8% en el predio A y del 15,6% en el predio B, concordando con lo que indica Tadich *et al.* (2005). En el paso del mes 2 al 3 se registró un mayor porcentaje de animales que incrementaron el grado de cojera y que disminuyeron su condición corporal, coincidiendo con los meses en los que se observó una mayor tasa de incidencia de abortos, y que esto es producto de un balance energético negativo en ese período, debido a cambios en el comportamiento en la alimentación, dolor e incomodidad producto de cojeras de acuerdo con algunos autores (Hassall, 1993; Bicalho *et al.*, 2009; Randall *et al.*, 2015). Sin embargo no se encontró una diferencia estadística entre los grupos de vacas con y sin aborto, tampoco una relación entre la probabilidad de ocurrencia de los abortos (análisis de regresión logística), ni del tiempo en que ellos ocurren (regresión de Cox). Desde los años 90 se ha venido profundizando el estudio de las proteínas séricas en animales domésticos, y en especial de las proteínas de la fase aguda (APP) que vienen siendo de

mucha ayuda para estudios similares, por ser el medio para evaluar el sistema inmune innato del animal en respuesta a infección, inflamación y trauma en animales (Kaneko *et al.*, 1997).

**Recuento de células somáticas en leche.** No se encontró diferencias significativas en el número de células somáticas entre vacas con aborto y vacas sin aborto, tampoco se identificó como factor de riesgo para el aborto, lo que contrasta con Pinedo *et al.* (2009) que evaluó el efecto de el alto recuento de células somáticas sobre el rendimiento reproductivo y lo asoció con el riesgo de aborto, demostrando que el alto RCS tienen un impacto significativo en el rendimiento reproductivo del ganado lechero y aumentando la probabilidad de aborto 1,22 veces más en comparación con el grupo de vacas no afectadas por mastitis subclínica en los 90 primeros días de gestación. Existen estudios que indican que la mastitis durante el primer trimestre causado por coliformes aumentan la liberación de PGF $2\alpha$  y esta podría causar la lisis del cuerpo lúteo, ya que durante este período de tiempo las fuentes placentaria de progesterona no están disponibles resultando en la pérdida fetal que en períodos posteriores en gestación de acuerdo con Risco *et al.* (1999).

**Integridad hepatocelular.** Al analizar las medianas la actividad plasmática de AST en el mes 5 de gestación hubo una diferencia significativa entre vacas con aborto y vacas sin aborto, sin embargo estaba dentro del intervalo de referencia. La elevación en cualquiera de estos parámetros indica daños en el hígado y musculo, liberando además de bradiquinina e histamina, prostaglandinas E y F $2\alpha$ , causante de luteólisis (Ferrando *et al.*, 1982). El cuartil 3 en las vacas con aborto presentan alzas en los meses 5, 6 y 7 lo que indicaría daño hepatocelular secundaria por movilización de grasa (González y Barcellos, 2000).

**Metabolismo macrominerales.** Las concentraciones plasmáticas de calcio y fósforo estuvieron dentro del IR en las vacas con aborto, pero en el rebaño hubo casos bajo el IR de calcio. Una encuesta determinó que vacas con calcio sérico de  $>2,0$  mM tuvieron menor concentración sérica de NEFA's posparto, que vacas con concentraciones de  $<2,0$  mM ( $p<0,001$ ), lo que indica que las vacas normocalcémicas están en mejor balance de energía que en vacas hipocalcémicas subclínicas (Reinhardt *et al.*, 2011), lo que indicaría que la mayoría de los animales estuvieron con un buen balance de energía en el período de estudio. Sin embargo los animales son propensos a desarrollar alteraciones en las concentraciones séricas de minerales como calcio y fósforo entre los principales

macrominerales en el inicio de la lactancia provocando enfermedades asociadas a estos como la hipocalcemia e hipofosfatemia, por lo que las estrategias nutricionales se basan en la manipulación de los puntos de control endocrinos por medio de la preparación de los mecanismos de absorción y resorción del metabolismo macromineral de modo que la vaca pueda gestionar más eficientemente el período de balance mineral negativo asociado con el inicio de la lactancia (Horst *et al.*, 1997).

El metabolismo de selenio, estimado por la actividad sanguínea de la Glutación Peroxidasa (Gpx) tanto vacas sin aborto como vacas que no presentaron aborto en ambos predios estuvieron dentro del IR, por lo que no se podría inferir que hubo una carencia de este elemento a lo largo de la gestación en este estudio. El selenio constituye uno de los micronutrientes esenciales siendo necesario un adecuado aporte para el mantenimiento de la salud y de la reproducción de los rumiantes (López *et al.*, 1997), ya que muchos autores muestran que los animales durante la etapa reproductiva requirieron de niveles importantes de selenio debido a procesos metabólicos de organismos en desarrollo que producen gran cantidad de radicales libres como productos intermediarios (Zachara *et al.*, 1989).

**Vitaminas liposolubles.** Las concentraciones plasmáticas de retinol (Vitamina E) y  $\beta$ -caroteno (Vitamina A) fueron diferentes en el primero y segundo tercio de gestación, entre vacas con aborto y sin aborto, la misma tendencia hubo en ambos predios. De acuerdo a Weiss (1998) las concentraciones de vitaminas A y E en las vacas de leche dependen de la fuente de la alimentación de acuerdo a los sistemas de manejo y a la disponibilidad de estas, ya que en el rumen tienden a metabolizarse gran parte de estas vitaminas liposolubles.

## **TÍTULOS DE ANTICUERPOS CONTRA ALGUNAS ENFERMEDADES ABORTIGÉNICAS DE LAS VACAS EN SEGUIMIENTO**

Ciertos abortos especialmente las causadas por patógenos, pueden ser "trimestre específica"; por ejemplo, abortos inducidos por diarrea viral bovina tienden a producirse en el primer trimestre, y los abortos debido a *Neospora caninum* en el segundo trimestre (Gädicke y Monti, 2013). Estos aspectos se tomaron en cuenta para analizar los resultados que arrojaron las pruebas serológicas.



**Diarrea viral bovina.** La naturaleza insidiosa de esta enfermedad ha generado pérdidas económicas cuantiosas a la industria lechera y de carne, ya que la infección está ampliamente diseminada por el mundo, y tiende a ser endémica en la mayor parte de países que poseen una importante población bovina. De este modo, el 60 a 80% del ganado presenta anticuerpos frente a este agente infeccioso y entre 1 a 2% son los animales que se encuentran persistentemente infectados (Houe, 1999). Es conocido que las vacas abortadas así como todo el grupo de estudio estaban vacunadas contra BVDV, por lo que se registró títulos altos a lo largo de toda la gestación complicando la inferencia al momento de una infección en la curva de anticuerpos, ya que usualmente, cuando el animal es expuesto al BVDV desarrolla una buena respuesta inmunitaria, tanto humoral como celular, (Brownlie, 1990). Sin embargo, resultó interesante observar la curva de títulos de anticuerpos en el tiempo, ya que permite identificar momentos críticos de la gestación. Esto se hace evidente en el predio A, donde el grupo de vacas con aborto registran un alza leve de anticuerpos un mes después del muestreo 3 y 4 donde se registraron 5 de los 8 abortos, confirmando lo registrado en la seroconversión de los meses 3 al 4. Esto concuerda con lo descrito por Conrad *et al.* (1993), que señala que los animales desarrollan anticuerpos neutralizantes 3 a 4 semanas post infección y se consideran que persisten por el resto de la vida del animal, aunque el título disminuye con la edad.

Por otra parte, al observar la curva de anticuerpos en el predio B, el grupo de vacas con aborto, no se registraron alzas relevantes, sin embargo mantuvieron títulos de anticuerpos altos prácticamente toda su gestación en ambos predios. Esto puede ser explicado en parte por lo señalado por Salike y Dubovi (2004) que los anticuerpos antígeno específico suelen tener mayor avidéz y un mayor título contra el antígeno específico. Además que en este predio, en el Q1 en el muestreo 1, 2 y 4 los anticuerpos disminuyeron en relación a la mediana y Q3, indicando que una pequeña parte de la población poseen anticuerpos bajos pese a la vacunación que se realiza. Esto concuerda con lo señalado por Rivera (2001) ya que el ternero es portador del virus mientras vive y es incapaz de montar una adecuada respuesta inmune contra el virus presente en su organismo, estos animales son los reservorios y diseminadores del virus en el hato, lo anterior hace indispensable confirmar la sospecha para eliminar este factor de riesgo.. Se registró además un animal que fue positivo a la prueba de antígeno en el predio B pero que no perteneció a las vacas que presentaron aborto, sin embargo, Rivera (2001) indica que el animal persistentemente infectado es portador del virus mientras vive y es incapaz de montar una adecuada

respuesta inmune contra el virus presente en su organismo y que estos animales son los reservorios y diseminadores del virus en el hato. Con esta evidencia se demuestra que hay virus circulante al menos en el predio B de esta enfermedad.

En cuanto al análisis de regresión logística para BVDV, no se encontró evidencia significativa ( $p > 0,05$ ) de una mayor probabilidad de aborto con la seropositividad (título de anticuerpos) para BVDV, resultados que son diferentes a lo expuesto por Fredriksen y col., (1999) en Noruega donde los OR para abortos en rebaños con una reciente infección fue calculado en 2,6 y 11,6 en dos períodos de tiempo ( $p < 0,01$ ) comparados con rebaños libres de control para BVDV. En cuanto a la seroconversión para BVDV, no tuvo relación con la probabilidad de aborto. Esto concuerda con lo observado en un estudio por Moerman *et al.* (1994) en el que la seroconversión no fue asociada al aborto.

**Neosporosis.** La neosporosis bovina en vacas causa aborto entre el tercer mes y el fin de la gestación, es más frecuente que se presente entre el mes 5 y 6 de gestación (Gasque, 2008), esto concuerda con la curva de anticuerpos determinado por ELISA para ambos predios en este trabajo, observando fluctuaciones a partir del cuarto mes de gestación.

En el predio A, el grupo de vacas con aborto incrementaron notoriamente los títulos de anticuerpos tal como indicó la mediana y el Q3 después de los meses 2 y 3 (Tabla 38) en donde se registraron 5 de los 8 abortos, en el predio B el grupo de vacas con aborto incrementan sus títulos de anticuerpos luego del meses 2 y 4 (Tabla 39) en donde se registraron 7 de los 10 abortos, lo que es un evidente riesgo en concordancia con Almería (2009) que afirmó las vacas con anticuerpos altos para *Neospora caninum* tienen 2 veces más de probabilidad de abortar que las vacas seronegativas.

Se hace indispensable la determinación de los títulos de anticuerpos en las vacas gestantes ya que el riesgo de aborto aumenta cuando el título de anticuerpos es mayor, por lo que esto se podría convertir en un indicador de aborto potencial en ganado bovino, en este estudio se evidenció que si bien la curva de anticuerpos para *Neospora caninum* fue en general bajo los límites de corte (0,5) en las vacas que presentaron aborto, se observaron títulos relativamente altos cercano a la pérdida de la gestación.

**Leptospirosis.** En cuanto a la leptospirosis en este estudio no se pudo realizar la curva de anticuerpos por la baja prevalencia encontrada, sin embargo, las prevalencias registradas en los predios A y B son similares, siendo 5 y 6% respectivamente tomando

en cuenta únicamente las vacas no abortadas; en el predio B hubo vacas positivas en 2 de los 10 abortos registrados que corresponde al 20% de prevalencia en el grupo de vacas que presentaron aborto, tal como lo describe Arancibia (2000) en donde esta enfermedad es la principal causa de aborto bovino desde el año 1990 a 1999 en Chile.

**Brucelosis.** No haber muestras positivas para *Brucella abortus* concuerda con el manejo sanitario en los predios, los animales en estudio están inmunizados con la vacuna RB-51, estos resultados se hacen confiables ya que en el 2009 se verificó que la vacuna cepa RB-51 aplicada en dosis altas es un inmunógeno seguro y estable que no provoca anticuerpos post-vacunales que sean detectables en las pruebas oficiales utilizadas en Chile para el diagnóstico serológico de la brucelosis bovina (Ramírez *et al.*, 2009), en este caso la Rosa de Bengala.

## RELACIÓN ENTRE FACTORES INFECCIOSOS Y NO INFECCIOSOS CON EL ABORTO BOVINO

El aborto al tener una causalidad multifactorial lo definimos como un síndrome, por lo que las variables evaluadas hay que analizarlas en conjunto y en determinados períodos en el que se registró la mayor incidencia de abortos en los predios. El balance energético negativo registrado por las concentraciones de colesterol sobre el IR en los meses 2 y 3, en el BHB en los meses 2, 3 y 4 de gestación, variación de la condición corporal en los animales que presentaron aborto en el primer trimestre de gestación, coinciden además en el tiempo en el que un porcentaje de animales habían incrementado el grado de cojera, sin embargo, estos animales estuvieron en diferentes tercios de la lactancia lo que probablemente causó que ciertas variables no sean significativas al incluirlas en el modelo de regresión logística, sin embargo al comparar las medias existen variables que son estadísticamente significativas como el  $\beta$ -OH, AST, GPx, urea, calcio, RCS, retinol y tocoferol, al comparar los grupos de vacas que presentaron aborto con las que no tuvieron eventos de aborto (Tabla 13)

También se puede indicar que no se tomó en cuenta la estacionalidad como fuente de variación en el estudio, ya que de acuerdo con algunos autores (De Rensis *et al.*, 2015; Dechow, 2003; Ghavi Hossein-Zadeh, 2013) el estrés calórico en países en las que se eleva la temperatura, se relaciona con problemas reproductivos en los bovinos la pérdida de la gestación en la última etapa embrionaria o en la etapa temprana fetal cuando la placenta todavía no está totalmente establecida. Se debe demarcar además que este

trabajo es observacional por lo que el análisis de las variables no determina causalidad, sino un grado de riesgo frente a la pérdida de la gestación. Sin embargo estos antecedentes dan cuenta de la importancia de continuar estableciendo medidas de manejo y control de enfermedades infecciosas que causan la pérdida de la gestación en las lecherías de la zona y de las herramientas de vigilancia epidemiológica que ayuden a anticiparse a las pérdidas reproductivas del hato.



## VIII. CONCLUSIONES

1. El síndrome de aborto bovino (SAB) tiende a asociarse con el balance energético negativo y con el efecto protector de las mayores concentraciones plasmáticas de colesterol en el primer tercio de gestación en vacas de leche
2. Los eventos de aborto se asocian a factores infecciosos por la presencia de Neosporosis y Leptospirosis en los rebaños.
3. La ocurrencia de aborto en vacas no tiende a asociarse con procesos inflamatorios no específicos en los rebaños.
4. Se evidencia la importancia de los factores infecciosos y no infecciosos como componente causal en algunos casos en que se manifiesta el síndrome de aborto bovino en vacas de leche.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almería S., López-Gatius F., García-Ispuerto I., Nogareda C., Bech-Sàbat G., Serrano B., Santolaria P., Yániz J.L. 2009. Effects of crossbreed pregnancies on the abortion risk of *Neospora caninum*-infected dairy cows. *Veterinary Parasitology* 163 Pag. 323-329.
2. Álvarez, J.L. 2001. *Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico*. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
3. Anderson, M. 2007. Infectious causes of bovine abortion during mid- to late-gestation. *Theriogenology* 68(3): 474-486.
4. Arancibia, A.R. 2000. Principales patologías de terneros y causas de aborto en bovinos diagnosticadas en el Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile: período 1990-1999. Tesis de grado, Licenciado en Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile.
5. Aytakin, I., & Aypak, S. U. (2011). Levels of selected minerals, nitric oxide, and vitamins in aborted Sakis sheep raised under semitropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 43(2), 511–514. <http://doi.org/10.1007/s11250-010-9724-x>
6. Bascom S. S. and A. J. Young 1998. A Summary of the Reasons Why Farmers Cull Cows. *Journal of Dairy Science* 81(8): 2299 – 2305.
7. Bauman, D. E. 2010. Homeorhesis: Past, present and future. 2010 Elanco Science Symposium, pp 1-20.
8. Bertoni, G., E. Trevisi, and R. Lombardelli. 2009. Some new aspects of nutrition, health conditions and fertility of intensively reared dairy cows. *Ital. J. Anim. Sci.* 8:491–518.
9. Bicalho, R. C., Machado, V. S., & Caixeta, L. S. 2009. Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3175-3184. <http://doi.org/10.3168/jds.2008-1827>
10. Bjerre-Harpøth, V., Friggens, N. C., Thorup, V. M., Larsen, T., Damgaard, B. M., Ingvarsen, K. L., & Moyes, K. M. (2012). Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological

- imbalance at different stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2362-80. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4419>
11. Brownlie, J. 1990. The pathogenesis of Bovine Virus Diarrhea Virus infections. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.* 9(1): 43-59.
  12. Cameron, R. E., P. B. Dyk, T. H. Herdt, J. B. Kaneene, R. Miller, H. F. Bucholtz, J. S. Liesman, M. J. Vandehaar, and R. S. Emery. 1998. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *J. Dairy Sci.* 81:132-139.
  13. Cattaneo, L., Barberis, F.C., Stangaferro, M.L., Signorini, M.L., Ruiz, M.F., Zimmermann, R. 2013. Evaluación de indicadores metabólicos y bioquímicos sanguíneos en vacas en lactancia con Enfermedad Quística Ovárica. *InVet*, 15 (1), 7 - 16.
  14. Chagas, L.M., J.J. Bass, D. Blache, C.R. Burke, J.K. Kay, D.R. Lindsay, M.C. Lucy, G.B. Martin, S. Meier, F.M. Rhodes, J.R. Roche, W.W. Thatcher and R. Webb. 2007. Invited review: new perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 4022-4032.
  15. Chihuailaf R.H, González C.S., Wittwer F., Contreras P.A. 2008. Plasma retinol concentration in grazing heifers: First data obtained from a dairy herd in the south of Chile. *Arch Med Vet* 40, 65-68.
  16. Conrad, P.A., B.C. Barr, K.W. Sverlow, M. Anderson, B. Daft, H. Kinde, J.P. Dubey, L. Munson and A. Ardans. 1993. In vitro isolation and characterization of a *Neospora* sp. from aborted bovine fetuses. *Parasitology* 106(3): 239-249.
  17. Coppo, N.B., J.A. Coppo y M.A. Lazarte. 2003. Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos. *Rev. Vet.* 14: 3-10.
  18. Dechow, C. D., Rogers, G. W., Klei, L., Lawlor, T. J., & VanRaden, P. M. (2004). Body condition scores and dairy form evaluations as indicators of days open in US Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3534–3541. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73490-6](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73490-6)
  19. De Rensis, F., Garcia-Ispuerto, I., & López-Gatius, F. 2015. Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*, 84(5), 659–666. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.04.021>

20. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
21. Drackley, J. K. 1999. ADSA Foundation Scholar Award: Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *J. Dairy Sci.* 82:2259-2273.
22. Duffield, T.F., Lissemore, K. D., McBride, B. W., & Leslie, K. E. 2009. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 571-580. <http://doi.org/10.3168/jds.2008>
23. Eckersall, P.D. 2000. Recent advances and future prospects for the use of acute phase proteins as markers of disease in animals. *Rev. Méd. Vét.* 151(7): 577-584.
24. Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cow. *J. Dairy Sci.* 72:68–78.
25. Evans, E.W., J.R. Duncan. 2005. Proteínas, lípidos y carbohidratos. pp: 199-236. En: K.S. Latimer, E.A. Mahaffey y K.W. Prasse (Eds.). *Duncan & Prasse's Patología Clínica Veterinaria* (4ª ed). Multimédica. Barcelona, España. Fernandes, S.R., J.A. de Freitas, D. Ferreira, L.H. Kowalski, R. Locatelli, P. Rossi e C.J. Araújo. 2012. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. *Bras. Agrocienc.* 18(1-4): 21-32.
26. Ferrando R., G., & Urquieta M., B. (1982). Prostaglandinas; Un enfoque global. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 4 (1) . Recuperado de <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4849/4735>
27. Fetrow J., D. McClary, R. Harman, K. Butcher, L. Weaver, E. Studer, J. Ehrlich, W. Etherington, W. Guterbock, D. Klinborg, J. Reneau, N. Williamson. 1990. Calculating selected reproductive indices: recommendations of the American Association of Bovine Practitioners. *J Dairy Sci* 73, 78-90.
28. Flores D., H. Rivera, C. Gavidia y A. Manchego. 2010. Anticuerpos contra el virus de la diarrea viral bovina y su asociación con problemas reproductivos en borregas de una empresa ovejera de La Sierra Central del Perú. *Rev. Investig. Vet. Perú* 21(1): 113-118.
29. Forar A. L., J.M. Gay and D. D. Hancock. 1996. The frequency of endemic fetal loss in dairy cattle: a review. *Theriogenology* 43: 989-1000.



30. Fredriksen, B., T. Sandvik, T. Loken and S. Odegaard. 1999. Level and duration of serum antibodies in the cattle infected experimentally and naturally with bovine virus diarrhoea virus. *Vet. Rec.* 144(5): 111-114.
  31. Gädicke P. y G. Monti. 2008. Aspectos epidemiológicos y de análisis de síndrome de aborto bovino. *Arch. Med. Vet* 40: 223 - 234.
  32. Gädicke, P., & Monti, G. 2013. Factors related to the level of occurrence of bovine abortion in Chilean dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 110(2), 183-189. <http://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.11.022>
  33. Galleguillos, H., A. Rivera, J. Herrera, L. Espejo y P. Méndez. 2005. La atención de denuncias de enfermedades animales durante el período 1999-2004 [en línea]. *Boletín Veterinario Oficial N°3. SAG.* [http://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/marzo\\_mayo\\_2005/articulos/atencion\\_denuncias\\_1999-2004.pdf](http://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/marzo_mayo_2005/articulos/atencion_denuncias_1999-2004.pdf)
  34. Gasque, R. 2008. *Enciclopedia Bovina*. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 978-970-32-4359-4
  35. Ghavi Hossein-Zadeh, N. (2013). Effects of main reproductive and health problems on the performance of dairy cows: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(3), 718–735. <http://doi.org/10.5424/sjar/20131113-4140>
  36. González, F.H.D. 2000. Uso do perfil metabólico no diagnóstico do doenças metabólico-nutricionais em ruminantes. pp: 89-106. Pt: F.H.D. González, J.O. Barcellos, H. Ospina e L.A.O. Ribeiro (Eds). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil.
  37. Guo, J., R.R. Peters and R.A. Kohn. 2007. Effect of a transition diet on production performance and metabolism in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 5247-5258.
  38. Haliloglu, S., Baspinar, N., Serpek, B., Erdem, H., & Bulut, Z. (2002). A Vitamin and beta-carotene levels in plasma, corpus luteum and follicular fluid of cyclic and pregnant cattle. *Reproduction in Domestic Animals*, 37(2), 96-99. <http://doi.org/10.1046/j.1439-0531.2002.00338>
- Hassall, S. A., Ward, W. R., & Murray, R. D. 1993. Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *Veterinary Record*, 132(23), 578-580. Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
- Herdt, T. H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver.

- Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 16:215-230. Hernández, J. 2000. Causas y tratamiento de la infertilidad en la vaca lechera. Departamento de reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.
39. Horst, R. L., J. P. Goff, T. A. Reinhardt, and D. R. Buxton. 1997. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80:1269-1280.
  40. Houe, H. 1999. Epidemiological features and economical importance of Bovine Virus Diarrhoea Virus (BVDV) infections. *Vet. Microbiol.* 64(2-3): 89-107.
  41. Hovingh E. 2002. Abortions in dairy cattle II. Diagnosis and preventing abortion problems. Virginia Cooperative Extension Publication 404,289. Regional College of Veterinary Medicine. VirginiaTech.
  42. Iwersen, M., U. Falkenberg, R. Voigtsberger, D. Forderung, and W. Heuwieser. 2009. Evaluation of an electronic cowside test to detect subclinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:2618-2624.
  43. Jackson, R. a., Wills, J. R., Kendall, N. R., Green, M. J., Murray, R. D., & Dobson, H. (2011). Energy metabolites in pre- and postpartum dairy cattle as predictors of reproductive disorders. *Veterinary Record*, 168(21), 562–562. <http://doi.org/10.1136/vr.d1565>
  44. Jacobsson, S. O., Larsson, B., Luthman, J., Frank, A., & Alenius, S. (1992). Trace elements, minerals, retinol and alpha-tocoferol in calves persistently infected with bovine virus diarrhoea virus. *Acta veterinaria Scandinavica* (Vol. 33).
  45. Kaneko, J. J., Harvey, J., & Bruss, M. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Elsevier. 5th Edition. San Diego - USA. ISBN: 978-0-12-396305-5.
  46. Kirkbridge C. 1992. Etiologic agents detected in a 10-year study of bovine abortions and stillbirths. *J. Vet. Diagn. Invest.* 4, 175-180.
  47. Koek A, F. Miglior, J. Jamrozik, D. F. Kelton, F. S. Schenkel. 2013. Genetic associations of ketosis and displaced abomasum with milk production traits in early first lactation of Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 96:4688-4696.
  48. Letora J, Paredes E, Reinhardt G, Alberti A. 2003. Inmunohistoquímica en biopsias de piel tratadas con proteína K y microondas para el diagnóstico en animales persistentemente infectados con el virus de diarrea viral bovina. *Arch Med Vet* 35, 23-26.

49. Lobos N. 2013. Seroprevalencia de agentes abortigénicos en bovinos: virus de la diarrea viral bovina, *Leptospira interrogans*, *Brucella abortus* y *Neospora caninum* en lecherías de la provincia de Ñuble, Región del Bio-Bío. Memoria de título, Med. Vet. Universidad de Concepción, Fac. Med. Vet. Chillán, Chile.
50. López, A. M., Miranda, M., Hernandez, J., Castillo, C., & Benedito, J. L. 1997. Glutación peroxidasa (GSH-Px) en las patologías asociadas a deficiencias de selenio en rumiantes. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 29(2), 171-180. <http://doi.org/10.4067/S0301-732X1997000200001>López-Gatius F., P. Santolaria , J. Yániz, J. Rutllant, M. López - Béjar 2002. Factors affecting pregnancy loss from gestation Day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. *Theriogenology* 57: 1251 - 1261.
51. MaCallister M., E.M. Huffman, S. Hietala, P. Conrad, M. Anderson, M. Salman. 1996. Evidence Suggesting a Point Source Exposure in an Outbreak of Bovine Abortion Due to Neosporosis. Retrieved from <http://vdi.sagepub.com/content/8/3/35557>
52. Markusfeld-Nir, O. 1997. Epidemiology of bovine abortions in Israeli dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* N° 31 Pag. 245-255.
53. P. Melendez, J. Bartolome, L.F. Archbald, A. Donovan. 2003. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows *Theriogenology*, 59, pp. 927–937.
54. Meléndez Soto, R. M., Flores, A. G. V., Muñoz, E. J. R., Aparicio, E. D., Segura-Correa, J. C., & Barrera, A. L. G. (2010). Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 1(4), 391–401.
55. Méndez, P. 2006. Sistema de atención de denuncias de enfermedades animales: resultados de vigilancia, 2005 [en línea]. *Boletín Veterinario Oficial* N°5. SAG. [http://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO\\_5\\_primer\\_semestre\\_2006/articulos/atencion\\_denuncias\\_2005.pdf](http://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO_5_primer_semestre_2006/articulos/atencion_denuncias_2005.pdf).
56. Moerman, A., P.J. Straver, M.C.M. de Jong, J. Quak, T. Baanvinger and J.T. van Oirshot. 1994. Clinical consequences of a Bovine Virus Diarrhoea Virus infection in a dairy herd: a longitudinal study. *Vet. Q.* 16(2): 115-119.

57. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2015. Enfermedades, infecciones e infestaciones de la Lista de la OIE en vigor en 2015. [en línea]. <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/oie-listed-diseases-2015/>Overton, T.R., M.R. Waldron. 2004. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy Sci.* 87(E. Suppl.): E105-E119.
58. Penner, G.B., K. Beauchemin, T. Mutsvangwa. 2007. Severity of Ruminant Acidosis in Primiparous Holstein Cows During the Periparturient Period. *J. Dairy Sci.* 90: 365-375
59. Piccione, G., V. Messina, S. Marafioti, S. Casella, C. Giannetto and F. Fazio. 2012. Changes of some haematochemical parameters in dairy cows during late gestation, post partum, lactation and dry periods. *Vet. Med. Zoot.* 58(80): 59-64.
60. Pinedo, P.J., P. Melendez, J.A. Villagomez-Cortes and C.A. Risco. 2009. Effect of high somatic cell counts on reproductive performance of Chilean dairy cattle. *J. DairySci.* 92(4): 1575-1580.
61. Ramírez, C., S. Ernstb y F. Elvinger. 2009. Respuesta serológica a la vacunación contra brucelosis en bovinos provenientes de un rebaño libre vacunados con dos dosis de vacuna cepa RB-51. *Arch. Med. Vet.* 41(2): 171-174.
62. Randall, L. V., Green, M. J., Chagunda, M. G. G., Mason, C., Archer, S. C., Green, L. E., & Huxley, J. N. 2015. Low body condition predisposes cattle to lameness: An 8-year study of one dairy herd. *Journal of Dairy Science*, 98(6), 3766-3777. <http://doi.org/10.3168/jds.2014-8863>
- Reinhardt, T. a., Lippolis, J. D., McCluskey, B. J., Goff, J. P., & Horst, R. L. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Veterinary Journal*, 188(1), 122-124.
63. Risco, C. a, Donovan, G. a, & Hernandez, J. 1999. Clinical mastitis associated with abortion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82(8), 1684–1689. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75397-X](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75397-X)Rivera G. H. 2001. Causas frecuentes de aborto bovino. *Rev. Inv. Vet Perú* 12: 117 - 122.
64. Rollin, E., R. D. Berghaus, P. Rapnicki, S. M. Godden, and M. W. Overton. 2010. The effect of injectable butaphosphan and cyano- cobalamin on postpartum serum  $\beta$ -hydroxybutyrate, calcium, and phosphorus concentrations in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 93:978- 987.

65. Rosol, T. J., & Capen, C. C. 1997. Chapter 23 - Calcium-Regulating Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism. In J. J. K. W. H. L. B. T.-C. B. of D. A. (5) Bruss (Ed.), (pp. 619–702). San Diego: Academic Press. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-012396305-5/50024-5>
66. Roubies, N., N. Panousis, A. Fytianou, P.D. Katsoulos, N. Giadinis and H. Karatzias. 2006. Effects of age and reproductive stage on certain serum biochemical parameters of Chios sheep under greek rearing conditions. *J. Vet. Med. A.* 53: 277-281. Salike, J.T., E.J. Dubovi. 2004. Laboratory diagnosis of bovine viral diarrhoea virus infections. *Vet. Clin. N. Food Am. Anim. Pract.* 20(1): 69-83.
67. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2011. Informe: Síndrome de aborto bovino, 2008 - 2011. *Boletín Veterinario Oficial* 14: 1-5. Chile
68. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2014. Listado de enfermedades de denuncia obligatoria que constan en el Decreto 389 EXENTO en vigencia desde el 21 de noviembre del 2014. Chile
69. Shin, E.K., Jeong, J.K., Choi, I.S., Kang H.G., Hur, T.Y., Jung Y.H., Kim I.H..2015. Relationships among ketosis, serum metabolites, body condition, and reproductive outcomes in dairy cows. *Theriogenology*. In press. Accepted 18 March 2015. Pag. 1-9.
70. Skidmore A, K Peeters, Ch Sniffen, A Brand. 1996. Monitoring dry period management. En: *Heard health and production management*. Ed. Brand A, Noordhuizen J, Schukken Y. Wageningen Press. Pp 171-201.
71. Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47:1179–87.
72. Suwimonteerabutr, J., W. Chaicumpa, P. Saengjaruk, P. Tapchaisri, M. Chongsa-nguan, T. Kalambaheti, P. Ramasoota, Y. Sakilvaree and P. Virakul. 2005. Evaluation of a monoclonal antibody-based dot-blot ELISA for detection of *Leptospira* spp in bovine urine samples. *Am. J. Vet. Res.* 66(5): 762-766.
73. Tadich, N., Hettich, E., & van Schaik, G. 2005. Prevalence of lameness in cows from 50 dairy herds in southern Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 37(Bargai 2000), 29–36.

74. Thangavelu, G., Gobikrushanth, M., Colazo, M. G., & Ambrose, D. J. 2015. Pregnancy per artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows of a single herd following timed artificial insemination or insemination at detected estrus. *Canadian Journal of Animal Science*, 95(3), 383–388.
75. Thurmond C. M. and John P. Picanso 1990. A Surveillance System for Bovine Abortion. *Preventive Veterinary Medicine*, 8: 41-53.
76. Vanholder, T., Papen, J., Bemers, R., Vertenten, G., & Berge, a. C. B. (2015). Risk factors for subclinical and clinical ketosis and association with production parameters in dairy cows in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, 98(2), 880-888. <http://doi.org/10.3168/jds.2014-8362> Van Roose G., A. de Kruif and A. Van Soom 2000. Embryonic mortality and embryo - pathogen interactions. *Animal Reproduction Science* 60 - 62: 131 - 143.
77. VanSaun, R. J. 2000. Blood profiles as indicators of nutritional status. *Advances in Dairy Technology* (Vol. 12). Pag. 401
78. Velis H., Olivares R., N. E. 2005. Estudio de la Ganadería Bovina Regiones Del Maule, Del Biobío, De La Araucanía y De Los Lagos. Santiago de Chile.
79. Velis, H. 2008. Producción Pecuaria. Informe anual 2002 - 2008 (ed.) I.N.d Estadísticas. Santiago, Chile.
80. Wagemann, C., Wittwer, F., Chihuailaf, R., & Noro, M. 2014. Estudio retrospectivo de la prevalencia de desbalances minerales en grupos de vacas lecheras en el sur de Chile Prevalence of mineral imbalances in groups of dairy cows in the south of Chile : a retrospective study, 373, 363–373.
81. Waldner, C. L. (2014). Theriogenology Cow attributes , herd management , and reproductive history events associated with abortion in cow-calf herds from Western Canada. *Theriogenology*, 81(6), 840–848. <http://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.12.016>
82. Wathes, D. C., Fenwick, M., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D. G., Fitzpatrick, R. (2007). Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, 68, S232–S241.
83. Weiss, W. P. 1998. Requirements of Fat-soluble Vitamins for Dairy Cows?: A Review 1, 2. *Journal of Dairy Science*, 81(9), 2493-2501. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)70141-9](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)70141-9)
- Wittwer, F. 2000. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. pp: 9-22. Pt: F.H.D. González, J.O. Barcellos, H. Ospina e

- L.A.O. Ribeiro (Eds). Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil.
84. Zachara, B.A., A.K. Borowska, R. Zamorsi, M. Kaptur. 1989. Blood selenium status, glutathione peroxidase, and creatine kinase activities in ewes during pregnancy and lactation and in lambs. En: The 6th International Trace Element Symposium, Leipzig, Alemanha, pp.1005-1012.



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que el trabajo presentado es personal e inédito, que cada una de las citas bibliográficas son correctas y están debidamente reconocidas, que no contiene copias totales ni parciales de otras investigaciones excepto citas aceptadas como trabajos científicos, que no afectan los derechos de autor y que se mantiene dentro del marco ético de trabajos científicos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción.

---

Leonardo Sebastián Albán Albán





## APÉNDICE

### Anexo 1. Carta de consentimiento informado para el productor.

**CARTA CONSENTIMIENTO INFORMADO**  
**PROYECTO: SINDROME DE ABORTO BOVINO: RELACIONES ENTRE CAUSAS INFECCIOSAS Y NO INFECCIOSAS**

**ETAPA 2: ANÁLISIS DE LAS RELACIONES DE COMPONENTES INFECCIOSOS Y NO INFECCIOSOS DEL SAB EN LECHERÍAS COMERCIALES DE LA PROVINCIA DE ÑUBLE.**

**FINANCIAMIENTO:** Fondecyt de iniciación 2011

**INVESTIGADOR RESPONSABLE:** Dra. Paula Gädicke L'H. Docente Epidemiología, Departamento Patología y Medicina Preventiva. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Concepción.

**DIRIGIDO A:** Encargados de lechería, cohorte de estudio prospectivo

El objetivo de esta parte del Proyecto es analizar las relaciones entre condiciones infecciosas y no infecciosas en el síndrome de aborto bovino (SAB) en lecherías de la Provincia de Ñuble de la

Región del Bio-Bio. Se le invita a participar considerando el tamaño de su lechería y sus condiciones productivas, se solicita su colaboración en forma voluntaria, dejando en claro que se guardará estricta confidencialidad acerca de la obtención de información. Se necesitan completar en total 140 vacas para realizar seguimiento de las gestaciones, los animales irán ingresando al estudio cuando tengan 42 días de gestación diagnosticada por palpación rectal y examen ecográfico.

Las vacas se seguirán controlando en forma mensual hasta el parto, completando 9 controles para cada vaca, aunque ellas aborten o no durante la gestación. En cada control se realizarán los siguientes procedimientos:

- Examen ecográfico para evaluar continuidad de la gestación y morfometría fetal.
- Se tomarán muestras de sangre desde la vena de la cola, usando tubos venoject, que serán procesadas en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción. En estas muestras se realizará examen para enfermedades que producen abortos: diarrea viral bovina, leptospirosis, neosporosis y brucelosis. También se realizará perfil bioquímico sanguíneo completo para determinar la concentración plasmática de: beta-hidroxi butirato, colesterol, urea, albúminas, globulinas, proteína total, fibrinógeno, aspartato amino transferasa,  $\beta$ -caroteno y vitamina E.
- Se tomará una muestra de leche representativa de los cuatro cuartos de cada vaca para determinar el número de células somáticas.
- Se tomará una muestra de materia fecal para determinar el pH como indicador de acidosis metabólica.
- Se realizará una evaluación de la marcha de cada vaca para evaluar claudicaciones.
- Se evaluará la condición corporal (CC) de cada vaca mediante observación directa.

Los procedimientos mencionados se realizan rutinariamente en los controles sanitarios de los predios. La ecografía se realiza vía rectal y no representa riesgo para la gestación, la toma de muestra desde la vena coccígea en las vacas es un procedimiento de rutina, lo cual no debiera causar problemas, sólo se podría observar eventualmente un hematoma subcutáneo que será reabsorbido en forma natural. La muestra de leche se toma durante el ordeño. La muestra de heces es un procedimiento mínimamente invasivo, la evaluación de la marcha y condición corporal se realiza en forma visual.

De los registros productivos y reproductivos de cada vaca se obtendrá el nº de lactancias, tipo racial, fecha del parto anterior, fecha de inseminaciones, fecha de confirmación de preñez y producción de leche mensual de la lactancia en la que se está realizando el estudio. Además mediante un cuestionario realizado personalmente al encargado de la lechería se recogerán antecedentes prediales como cantidad de vacas en lactancia y dotación de bovinos, tipo de explotación, sistema de alimentación y origen del agua de bebida de las vacas.

Las lecherías serán visitadas quincenalmente para vigilar el estado de salud general de las vacas que hayan ingresado al estudio, ingresar nuevas vacas que vayan cumpliendo con el tiempo de gestación necesario y realizar los controles mensuales a las vacas que corresponda. Cuando ocurra un aborto en las vacas pertenecientes al estudio y sea posible obtener el feto se realizará

examen microbiológico y anatomopatológico, para intentar identificar la causa de muerte fetal, dichos análisis se realizarán en los Laboratorios de Microbiología e histopatología del Departamento de Patología y Medicina Preventiva de la Fac. de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción. La información recopilada permitirá identificar las entidades infecciosas presentes en el predio, relacionar los abortos no infecciosos con desbalances metabólicos o interacciones de éstos con algunos estados infecciosos; pudiéndose sugerir condiciones predisponentes para ubicar en forma temprana a los animales en grupos de mayor riesgo de abortar. Esto permitirá que, junto a su Médico Veterinario asesor, tomen mejores decisiones para disminuir la presentación de abortos en el predio, con la mejora en el rendimiento productivo y reproductivo que esto conlleva.

Los resultados de los exámenes y los análisis le serán entregados por la vía que usted indique (correo postal o email). Estos procedimientos y exámenes no tendrán costo para usted, serán cargo en su totalidad del proyecto. Los datos obtenidos se utilizarán para analizar en forma epidemiológica la causalidad del aborto en lecherías de la Región del Bio-Bio, con especial énfasis en los de etiología no infecciosa. Se guardará estricta confidencialidad de los datos del propietario e identificación del predio. Serán usados en forma anónima en medios científicos, además no serán utilizados por otras personas.

En caso de que usted tenga cualquier duda acerca de este estudio y de las condiciones planteadas, debe comunicarse con el responsable del proyecto, Dra. Paula Gädicke L'Huissier, fono 42-208908, correo electrónico [pgadicke@udec.cl](mailto:pgadicke@udec.cl), de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción. Al acceder a participar en este estudio, mediante la firma de este documento, usted declara que su participación es voluntaria, gratuita y que dará las facilidades para que el equipo tome las muestras de los animales y obtenga la información necesaria. De igual forma usted exime de responsabilidad al equipo del proyecto, por cualquier inconveniente que surja durante la toma de muestras.

Nombre: \_\_\_\_\_ Rut: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Código de predio (uso interno): \_\_\_\_\_

Nombre predio: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Datos para entregar información de los exámenes:

Dirección postal: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfono de contacto: \_\_\_\_\_

*GRACIAS, SU PARTICIPACIÓN LE AYUDARÁ A TOMAR MEJORES DECISIONES EN SU LECHERÍA*

## Anexo 2. Protocolo de supervisión de bienestar animal.



### PROTOCOLO SUPERVISIÓN DE BIENESTAR ANIMAL

Proyecto FONDECYT de Iniciación N° 11110090 año 2011

Título Proyecto: SÍNDROME DE ABORTO BOVINO: RELACIONES ENTRE CAUSAS INFECCIOSAS Y NO INFECCIOSAS.

Investigador Responsable: Dra. Paula Gädicke L'H.

#### **ETAPA 1: ANÁLISIS PREVALENCIA DE ENFERMEDADES CAUSANTES DE ABORTOS**

El manejo de los animales contemplados en la investigación seguirá el siguiente protocolo para garantizar el bienestar de éstos.

##### **1. Apartamiento y espera de los animales.**

El día anterior a la visita al predio se coordinará con el encargado la hora de muestreo que será inmediatamente después de la ordeña (de la mañana o de la tarde). Por ello, las vacas esperarán en el corral habitual de salida de la sala de ordeña mientras entran a la manga que conduce al brete. Esto se realizará en calma, respetando la distancia de fuga de los animales (Grandin, 1997). Mientras esperan en este corral se cuidará que dispongan de un área tal que no estén apretadas unas con otras y tengan el debido espacio para ver el suelo de acuerdo a lo que indica Lager (2007).

##### **2. Conducción a la manga desde el corral de espera.**

Se realizará en forma tranquila, sin utilizar palos ni picanas, respetando la regla del desplazamiento del operador y avance por aproximación según punto de equilibrio indicados por Grandin (1998).

Se vigilarán conductas que alerten de estrés en los animales como: micciones y deyecciones generales en el lote (Lager 2007). Si se observara un 50% o más de estas conductas se esperará a que los animales se calmen para seguir con el procedimiento.

##### **3. Sujeción en brete.**

Las instalaciones deberán ser las apropiadas (brete en buen estado, sin puntas ni clavos que puedan herir a los animales, sin piso resbaloso, etc). Estas instalaciones serán las propias de las lecherías a visitar, por lo que es un territorio conocido para las vacas. La sujeción se realizará en el brete, o si existe atrapa-cabeza ("tijera") si no hubiese este último, se procederá a ordenar las vacas en fila y hacer el abordaje para el muestreo por fuera de la manga. El manejo deberá ser cuidadoso, sin causar posturas incómodas a las vacas ni alarmar a los animales cercanos (Inta, 2011). En este lugar se realizará la toma de muestra de sangre.

##### **3.1. Toma muestra sangre.**

Se realizará una punción en la vena coxígea por personal entrenado en lo que colaborará un operador que esté familiarizado con los animales para levantar la cola de manera vertical de las vacas a muestrear. La zona a puncionar se desinfectará con algodón empapado en alcohol, se tomará la muestra de sangre (10ml) usando sistema de agujas y tubos al vacío (venoject) nuevos para cada vaca, luego se aplicará presión con un algodón para realizar hemostasis, esto de acuerdo a las indicaciones de Morton y Col (1993).

#### 4. Liberación.


Luego del procedimiento de toma de muestra, las vacas irán pasando a un corral de espera con suficiente espacio, para luego ser reintegradas a su rebaño habitual en forma normal. Se estima que en total el procedimiento de toma de muestra no sobrepase los 30 minutos, para el grupo total de 10 animales.

#### Referencias

- Grandin T. 1997. Assessment of Stress During Handling and Transport Journal of Animal Science. volume 75: 249-257
- Grandin T. 1998. Review: Reducing Handling Stress Improves Both Productivity and Welfare PAS Colorado State University, Fort Collins, CO 80523 The Professional Animal Scientist, Volume 14, Number 1, March 1998
- INTA 2011. Guía para cuidado y uso de animales de experimentación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina  
<http://www.inta.gov.ar/cnia/cicvya/cicuae/manuales/cuidado.pdf>
- Lagger R. 2007. Estrategias de bienestar animal para prevenir lesiones podales en vacas Lecheras. 2007. Veterinaria Argentina, 24(238):588-602. [http://produccionanimal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/patologias\\_pezunas/14-bienestar.pdf](http://produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/patologias_pezunas/14-bienestar.pdf)
- Morton D, Abbot D, Barclay R, Close B, Ewbank R, Gask D, Heath M, Mattic S, Poole T, Seamer J, Southee J, Thompson A, Trussel B, West C and Jennings M. 1993. Extracción de Sangre en los Mamíferos y Aves de Laboratorio. PRIMER INFORME DEL GRUPO CONJUNTO DE TRABAJO. BVA/FRAME/RSPCA/UFAW SOBRE EL REFINAMIENTO. Artículo original en Inglés publicado en Laboratory Animals (1993) 27, 1-22.



**Anexo 3.** Oficio conductor del estudio realizado en vacas de lecherías de la Provincia de Ñuble, Región del Biobío, año 2012.



**Universidad de Concepción**  
Facultad de Ciencias Veterinarias  
Departamento de Ciencias Pecuarias

COMITÉ de ÉTICA  
CE- 17-2011  
Chillán, 13 de octubre de 2011


Dra. Paula Gädicke L'Huissier  
Investigadora  
PRESENTE

De nuestra consideración,


Hemos revisado las cartas de consentimiento informado y el protocolo adicional de supervisión de bienestar animal en el marco de su proyecto FONDECYT de Iniciación N° 11110090 titulado "Bovine abortion Syndrome: Relationship of infectious and noninfectious causes." de acuerdo lo solicitado por el Comité Asesor de Bioéticas FONDECYT con fecha 7 de octubre del presente. Al respecto, hemos la conocido y aprobado estos nuevos elementos que son parte del proyecto y que resguardan de mejor forma el bienestar animal.

El investigador se obliga a respetar los protocolos descritos y sobre lo cual nos reservamos el derecho de realizar auditorías sin aviso previo. Esta comisión estima que el proyecto no contiene elementos que pudieran transgredir las normas bioéticas vigentes en nuestra Institución.

Sin otro particular saluda cordialmente a Ud.



Dr. Oscar Skewes Ramm  
Presidente



CC -Decano de la Facultad  
-Archivo  
OSR/osr-

Por el desarrollo libre del espíritu  
Avda. Vicente Méndez 595 • Casilla 537 - Chillán (Chile) • Teléfono 42 - 206834 • Fax 42 - 270212 • URL: www.chillen.udec.cl