



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**EVALUACIÓN EN TERRENO DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO  
EN VACAS DE LECHERÍAS DE ALTA PRODUCCIÓN, MEDIDO A  
TRAVÉS DE DOS MÉTODOS**

Natalia Matamala Capponi

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Clínicas

PROFESOR GUÍA: RICHARD CHRISTIAN ARANCIBIA BERRIOS

SANTIAGO, CHILE  
2014



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EVALUACIÓN EN TERRENO DE LA CALIDAD DEL CALOSTRO  
EN VACAS DE LECHERÍAS DE ALTA PRODUCCIÓN, MEDIDO A  
TRAVÉS DE DOS MÉTODOS**

Natalia Matamala Capponi

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias Clínicas

PROFESOR GUÍA: RICHARD CHRISTIAN ARANCIBIA BERRIOS

SANTIAGO, CHILE

2014

**Nota Final** .....

**Prof. Guía:** Dr. Richard Arancibia .....

**Profesor Corrector:** Dr. Carlos Núñez .....

**Profesor Corrector:** Dr. Luis Pablo Hervé .....

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todas las personas que participaron e hicieron posible este proyecto.

A mi director de tesis, el Dr. Richard Arancibia, por su apoyo y dedicación.

A mis correctores, el Dr. Nuñez y Dr. Hervé, por su tiempo y colaboración en esta tesis.

A las lecherías participantes, cuya disposición y ayuda hicieron posible este trabajo.

A mis padres, por apoyarme en todas mis metas.

A mis hermanos, Anita y José, por estar siempre cuando los necesito.

A mi pololo, Juanse, por ser mi apoyo y mi mejor amigo.

A mis amigos, Yae, Javier, Coni y Dani.

A mis compañeros, por todos estos años juntos.

A mis gatos, Agustín y Bigotes, por ser los mejores.

A todos, muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta memoria de título a mis padres, por enseñarme a valorar las cosas que realmente valen la pena y siempre darme lo mejor; pero sobre todo por el cariño y amor que me han entregado estos 24 años. Gracias por el apoyo en esta tesis y en mi vida.

Los amo.

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS

Capítulo	Página
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 El calostro.....	3
2.1.1 Importancia del calostro.....	4
2.2 Composición del calostro.....	4
2.2.1 Las inmunoglobulinas.....	5
2.3 Cantidad, momento de administración y formas de administrar el calostro.....	6
2.3.1 Cantidad.....	6
2.3.2 Momento de administración.....	7
2.3.3 Formas de administración.....	7
2.4 Calidad del calostro.....	8
2.4.1 Factores que afectan la calidad.....	8
2.4.1.1 Raza.....	8
2.4.1.2 Número de lactancia.....	9
2.4.1.3 Momento del parto.....	9
2.4.1.4 Volumen de calostro producido.....	10
2.4.1.5 Duración del periodo seco.....	10
2.4.1.6 Momento de colección del calostro.....	10
2.4.1.7 Vacunaciones previas al parto.....	11
2.4.1.8 Mezcla de calostros de diferentes vacas.....	11
2.4.1.9 Alimentación.....	11
2.4.1.10 Otros factores.....	11
2.5 Evaluación de la calidad del calostro.....	11
2.5.1 Métodos directos.....	12
2.5.1.1 Ensayo de inmunodifusión radial.....	12
2.5.2 Métodos indirectos.....	12
2.5.2.1 El calostrómetro.....	12
2.5.2.1.1 Ventajas del calostrómetro.....	13
2.5.2.1.2 Desventajas del calostrómetro.....	13

2.5.2.1.3 Técnica de medición.....	13
2.5.2.2 El refractómetro grados Brix.....	14
2.5.2.2.1 Ventajas del refractómetro.....	14
2.5.2.2.2 Desventajas del refractómetro.....	15
2.5.2.2.3 Técnica de medición.....	15
2.5.3 Correlación entre el RID y los métodos indirectos.....	15
2.6 Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva.....	16
<b>3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>18</b>
4.1 Duración del estudio y lugar de realización.....	18
4.2 Materiales.....	18
4.3 Capacitación.....	18
4.4 Durante el estudio.....	19
4.5 Recopilación de la información.....	20
4.6 Establecimiento de los parámetros de control.....	20
4.7 Análisis de los resultados.....	21
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
5.1 Análisis descriptivo.....	22
5.1.1 Calostrómetro.....	22
5.1.2 Refractómetro grados Brix.....	23
5.2 Concordancia entre los datos obtenidos con ambos métodos a través del coeficiente de Kappa de Cohen.....	25
5.3 Correlación entre el número de lactancia y la calidad calostrál medida con ambos métodos.....	27
5.4 Pruebas paramétricas y/o no paramétricas entre primíparas y Multíparas.....	28
5.5 Análisis de varianza entre los predios en estudio.....	30
<b>6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>7. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>40</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1	Composición del calostro, leche de transición y leche entera	3
2	Concentración relativa y actividad de las principales inmunoglobulinas presentes en el calostro bovino.	6
3	Cantidad de calostro suministrado (kg) y porcentaje de mortalidad de los terneros desde la primera semana de vida hasta los seis meses de edad.	6
4	Porcentaje de anticuerpos presentes en el calostro de acuerdo a la raza de la vaca.	9
5	Porcentaje de anticuerpos presentes en el calostro de acuerdo al número de lactancia.	9
6	Efecto del tiempo transcurrido del primer ordeño postparto en la concentración de IgG calostrual.	10
7	Concentraciones de IgG presente en un calostro de muy buena calidad, buena calidad y pobre calidad.	12
8	Relación entre gravedad específica y la concentración de IgG calostrual.	14
9	Tabulación cruzada entre los datos obtenidos con el calostrómetro y el refractómetro grados Brix; y los resultados del coeficiente de Kappa de Cohen.	26
10	Nivel de concordancia de acuerdo al coeficiente de Kappa de Cohen.	26
11	Relación entre las medias de gravedad específica y grados Brix con el número de lactancia de las vacas en estudio.	28

12	Análisis de varianza entre las lecherías 1, 2, 3 y 4 a través de la gravedad específica medida con calostrómetro.	31
13	Análisis de varianza entre las lecherías 1, 2, 3 y 4 a través de los grados Brix medidos con refractómetro.	31
14	Análisis descriptivo de cada lechería con ambos métodos de evaluación de la calidad calostrál.	32

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>		<b>Página</b>
1	Porcentaje de sobrevivencia de los terneros según sus concentraciones séricas de IgG.	2
2	Distribución de las gravedades específicas obtenidas de 294 muestras de calostros en 4 lecherías de la zona central del país a través del refractómetro grados Brix.	22
3	Porcentajes de calostros de alta calidad (>1046), mediana calidad (1035-1046) y mala calidad (<1035) medido a través del calostrómetro.	23
4	Distribución de los grados Brix obtenidos de 294 muestras de calostros en 4 lecherías de la zona central del país a través del refractómetro grados Brix.	24
5	Porcentaje de calostros de alta calidad (>22%), mediana calidad (20-22%) y mala calidad (<20%) medido a través del refractómetro grados Brix.	24
6	Porcentaje de calostros con concentraciones >50 mg/ml de IgG y ≤50 mg/ml de IgG evaluados a través del calostrómetro y refractómetro grados Brix respectivamente.	25
7	Correlación lineal de Pearson ( $R^2$ ) entre el número de lactancia y la gravedad específica con calostrómetro y, entre el número de lactancia y los grados Brix con refractómetro.	27
8	Diferencias entre la calidad del calostro medido a través del calostrómetro y refractómetro grados Brix, entre vacas primíparas y multíparas.	29
9	Análisis de varianza entre las lecherías considerando las gravedades específicas y los grados Brix.	30



## RESUMEN

La utilización de calostros de alta calidad en los terneros neonatos es fundamental para lograr una adecuada inmunidad pasiva y una buena protección durante las primeras semanas de vida. Existen diferentes métodos para evaluar la calidad calostrual y los utilizados a nivel de terreno son el calostrómetro y el refractómetro grados Brix. El objetivo de este estudio es evaluar en terreno la calidad del calostro de vacas de lecherías de alta producción a través de estos dos métodos. Además, evaluar la correlación entre la calidad obtenida con ambos métodos y el número de lactancia de las vacas en estudio, y la concordancia entre los resultados obtenidos con ambos instrumentos.

Se recolectaron 294 muestras de calostro de 4 lecherías de alta producción de la zona central de Chile. El estudio concluyó que el 75,5% y el 72,5% de las muestras analizadas, a través del calostrómetro y refractómetros grados Brix respectivamente, fueron de buena calidad ( $>50$  mg/ml IgG). No se observó una correlación estadísticamente significativa entre el número de lactancia y la calidad del calostro con ambos métodos (calostrómetro:  $R^2:0,0051$ ; refractómetro:  $R^2:0,0034$ ). El 71% de los calostros producidos por vacas de primer parto, medidos a través de los dos métodos, fueron de buena calidad ( $>50$  mg/ml IgG). Los calostros de buena calidad de vacas de 2 ó más lactancias, medidos a través de calostrómetro y refractómetro grados Brix, fueron de 76,9% y 72,9% respectivamente. Por lo tanto, el calostro de vacas de primera lactancia puede ser considerado una importante fuente de inmunidad para el ternero recién nacido. Se observó una concordancia moderada a través del coeficiente de Kappa de Cohen ( $k=0,4$ ) entre los instrumentos para clasificar calostros con  $<50$  mg/ml y  $>50$  mg/ml de IgG, lo que genera una interrogante sobre qué método utilizar para evaluar eficientemente la calidad del calostro bajo estas condiciones.

Como conclusión, ambos instrumentos permiten evaluar la calidad del calostro, pero la facilidad de utilización, la precisión y el efecto de factores externos, son factores a considerar en la elección de un método adecuado para estimar la calidad del calostro en planteles lecheros.

Palabras claves: Bovino, Calostrómetro, Refractómetro Grados Brix, Número de lactancia.

## ABSTRACT

### FIELD EVALUATION OF COLOSTRUM'S QUALITY IN HIGH PRODUCTION DAIRY COWS, MEASURED BY TWO METHODS

The use of high quality colostrum on neonatal calves is fundamental in order to achieve an adequate passive immunity and a good protection during first weeks of life. There are different methods to evaluate the colostrum's quality and the ones used in field are the colostrometer and Brix refractometer. The aim of this study is to evaluate in field the colostrum's quality of high production's dairy cows through these two methods. And, to evaluate the correlation between the obtained quality with both methods and the lactation number of cows in study; and to evaluate the concordance between the obtained results with both instruments.

294 samples of colostrum were taken from 4 high production dairy farms of the central zone of Chile. According to this study, it was concluded that 75,5% and 72,5% of the analyzed samples, through colostrometer and Brix refractometer respectively, were of good quality ( $>50$  mg/ml IgG). Besides, there was no statistically significant correlation between the lactation number and colostrum's quality with both methods (colostrometer:  $R^2:0,0051$ ; refractometer:  $R^2:0,0034$ ). The 71% of colostrums produced by first calving cows, measured through both methods, were of good quality ( $>50$  mg/ml IgG). The good quality colostrums of cows with 2 or more lactancies, measured through colostrometer and Brix refractometer, were of 76,9% and 72,9%, respectively. Therefore, the colostrum of first lactancy cows can be considered as an important source of immunity for the neonatal calf. A moderate concordance was observed through the Cohen's Kappa coefficient ( $k=0,4$ ) between the instruments to classify colostrums with  $<50$  mg/ml and  $>50$  mg/ml of IgG, which generates a question about which method to use in order to efficiently evaluate the colostrum's quality under this conditions.

Concluding, both instruments allow the evaluation of colostrum's quality, but there are factors to consider in choosing the adequate method to estimate it in dairy farms, such as the ease in using, accuracy, and the effect of external factors.

Key words: Dairy Cow, Colostrometer, Brix Refractometer, Lactancy Number.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las terneras nacen sin inmunidad pasiva debido a que la placenta de los bovinos no permite el traspaso de anticuerpos de la madre al ternero durante la gestación. Por lo tanto, el consumo de calostro es fundamental para lograr una adecuada transferencia de inmunidad pasiva y protección contra enfermedades importantes en las primeras semanas de vida hasta que la ternera sea capaz de producir su propia inmunidad. El consumo de calostro de manera adecuada reduce el riesgo de morbilidad y mortalidad, mejora la ganancia de peso y la eficiencia alimentaria, reduce la edad del primer parto, mejora la producción durante la primera y segunda lactancia, y disminuye el riesgo de eliminación durante la primera lactancia (Godden, 2008).

Para lograr una adecuada transferencia de inmunidad pasiva en las terneras es necesario combinar tres factores fundamentales: el tiempo, la cantidad y la calidad del calostro a suministrar. El tiempo de consumo de calostro es muy importante, pues la absorción de macromoléculas por parte de las células intestinales va disminuyendo progresivamente hasta las 24 horas de vida. En cuanto a la cantidad de calostro, es recomendable administrar un 10% del peso vivo en calostro las primeras dos a cuatro horas de vida. Por último, la calidad del calostro es fundamental para lograr una buena inmunidad pasiva en las terneras y se ve afectada por muchas variables, como la raza, el número de lactancia, la alimentación, etc. La calidad está determinada por la concentración de inmunoglobulina G (IgG) que contenga el calostro. De esta forma, un calostro de buena calidad debe contener más de 50 mg/ml de IgG (Godden, 2008; Basurto, 2010; Botero, 2013).

Se pueden utilizar diversos métodos, tanto directos como indirectos, para estimar la calidad del calostro. El método directo es el ensayo de inmunodifusión radial, mientras que los indirectos son: el calostrómetro, el refractómetro grados Brix y la observación de las características físicas del calostro (Dairy Australia, 2012). El método más utilizado a nivel de las lecherías es el calostrómetro, seguido por la observación de las características físicas del calostro (Bielmann *et al.*, 2010).

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad del calostro de vacas de lecherías de alta producción, a través de dos métodos utilizados en terreno: el refractómetro grado Brix y el calostrómetro; además de identificar si existía asociación entre la calidad encontrada y el número de lactancia de las vacas en estudio.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La placenta epitelio corial cotiledonar de los bovinos mantiene separados los componentes maternos y fetales, no permitiendo la transferencia de inmunoglobulinas desde la madre al ternero. Acompañado de esto, el sistema inmune de los terneros al nacer es inmaduro e incapaz de producir suficientes inmunoglobulinas para combatir infecciones. Por lo tanto, el ternero nace agamaglobulinémico, y depende de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas maternas presentes en el calostro para obtener una adecuada protección durante las primeras 4 a 6 semanas de vida (Elizondo, 2007a; Elizondo, 2007b; Godden, 2008; Basurto, 2010; Morrill *et al.*, 2012; Botero, 2013).

La mortalidad de las terneras en la primera etapa de vida se relaciona a tres factores: la cantidad, la calidad y la rapidez en el consumo de calostro (Basurto, 2010). Para obtener una adecuada transferencia pasiva en las terneras, estas deben consumir una cantidad suficiente de calostro con una concentración adecuada de anticuerpos lo más temprano luego del nacimiento (Godden, 2008; Biemann *et al.*, 2010).

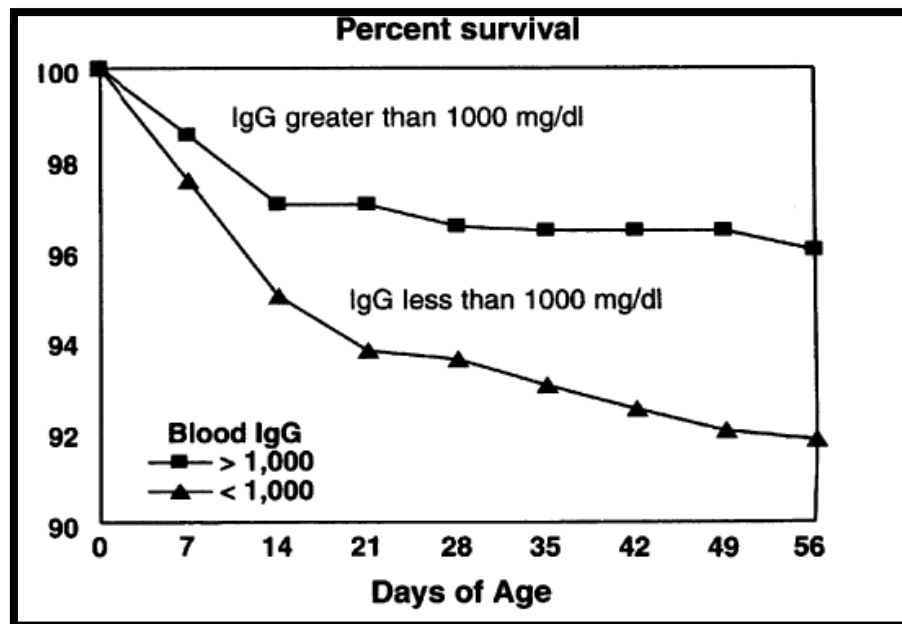


Figura 1: Porcentaje de sobrevivencia de los terneros según sus concentraciones séricas de IgG (Godden, 2008).

Elizondo (2007b) expone que el eslabón principal para un buen programa de crecimiento y desarrollo de terneras en cualquier plantel lechero es una adecuada alimentación y manejo del calostro.

## 2.1 El calostro

El calostro es la primera secreción láctea generada por la glándula mamaria luego del parto, y es el único alimento del cual dispone el ternero en los primeros días de vida (Campos, 2000; Elizondo, 2007a; Basturo, 2010; Biemann *et al.*, 2010). Se diferencia de la leche en cuanto a su composición, propiedades físicas y función (Mella, 2003). La leche que es secretada luego de las 24 horas o entre el segundo y octavo ordeño es denominada “leche de transición”, y ya no cuenta con las mismas características del calostro, pues la cantidad de sólidos totales disminuye progresivamente (Mella, 2003; Basurto, 2010).

Tabla 1: Composición del calostro, leche de transición y leche entera.

Composición	Número de Ordeño					
	1	2	3	4	5	11
	Calostro	Leche de Transición				Leche Entera
Sólidos totales (%)	23,9	17,9	14,1	13,9	13,6	12,5
Grasa (%)	6,7	5,4	3,9	3,7	3,5	3,2
Proteína * (%)	14,0	8,4	5,1	4,2	4,1	3,2
*Anticuerpos (%)	6,0	4,2	2,4	0,2	0,1	0,09
Lactosa (%)	2,7	3,9	4,4	4,6	4,7	4,9
Minerales (%)	1,11	0,95	0,87	0,82	0,81	0,74
Vitamina A ug/dl	295,0	-	113,0	-	74,0	34,0

\*Incluye el % de inmunoglobulinas.

Fuente: Mella (2003).

El calostro sobrepasa en cuanto a su calidad nutritiva a la leche entera. Tiene 2 veces la cantidad de sólidos totales (21-27% vs 12-13%), 4 veces las proteínas totales, 24 veces las inmunoglobulinas, 100 veces la tripsina y 2 veces la energía y grasa. La lactosa es el único componente que se encuentra en menor porcentaje en el calostro que en la leche

entera, esto se relaciona con una menor incidencia de diarreas en los terneros (Basurto, 2010; Indra *et al.*, 2012; Botero, 2013).

### **2.1.1 Importancia del calostro**

El calostro permite proteger a los terneros las primeras semanas de vida, disminuyendo el riesgo de morbilidad y mortalidad. Además, estimula el desarrollo del sistema gastrointestinal, favoreciendo la eliminación del meconio y el establecimiento de los movimientos intestinales normales. El calostro contribuye a la productividad del animal a largo plazo, mejorando la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimentaria, reduciendo la edad al primer parto, mejorando la producción durante la primera y segunda lactancia y disminuyendo la probabilidad de eliminación durante la primera lactancia. Es la primera fuente de nutrición luego del nacimiento y es fundamental para el proceso de termogénesis en el ternero las primeras horas de vida (Elizondo, 2007b; Godden, 2008; Campos, 2013). El calostro es la herramienta más económica y simple para mejorar el proceso de crianza de terneras (Campos *et al.*, 2007).

### **2.2 Composición del calostro**

El calostro bovino está compuesto por una mezcla de secreciones lácteas y componentes sanguíneos, tales como inmunoglobulinas y otras proteínas séricas que se acumulan en la glándula mamaria en el periodo seco durante el parto. Este proceso de acumulación de sustancias comienza gracias a la acción de hormonas lactogénicas, como la prolactina, y se detiene bruscamente al momento del parto (Godden, 2008).

El calostro contiene principalmente tres tipos de inmunoglobulinas: IgG (85-90%), IgM (7%) e IgA (5%); leucocitos maternos (linfocitos (30%), neutrófilos, macrófagos (10-18%); citoquinas; hormonas (insulina y cortisol); factores de crecimiento (factor de crecimiento epitelial (EgF), factor de crecimiento insulinoide I y II (IgF-I e IgF-II), factor de crecimiento de los fibroblastos (FgF), factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), factores de crecimiento transformadores A y B (TgA y B), hormona del crecimiento (GH)); factores antimicrobianos inespecíficos y nutrientes (grasa, proteínas, minerales y vitaminas). Provee vitaminas liposolubles (A, D y E) y sales minerales con alto contenido de calcio, magnesio y fósforo. (Campos, 2000; Jaster, 2005; Elizondo, 2007b; Campos *et al.*, 2007; Godden, 2008; Basurto, 2010; Biemann *et al.*, 2010).

### **2.2.1 Las inmunoglobulinas**

Las inmunoglobulinas se transfieren a la glándula mamaria en las últimas semanas de gestación a través de dos fuentes: humoral, desde la sangre (IgG), y local, sintetizada en la glándula mamaria por plasmocitos (IgA y IgM); alcanzando su máxima concentración en la glándula mamaria 2 a 3 días previos al parto (Menares, 2011). Por el contrario, Basurto (2010) señala que las inmunoglobulinas se encuentran recién en el calostro entre las 0 a 36 hrs post parto. Según Medina (2012), la acumulación de inmunoglobulinas en la glándula mamaria comienza 6 semanas antes del parto, alcanzando la máxima concentración a las 3 semanas y concluye al momento del parto.

La inmunoglobulina presente en mayor cantidad en el calostro es la IgG, principalmente la subclase IgG1, la cual representa el 80% de la concentración total de inmunoglobulina G (Campos, 2000; Elizondo, 2007a; Morrill *et al.*, 2012; Indra *et al.*, 2012; Botero, 2013; Campos, 2013). La IgG1 tiene la capacidad de ser re secretada desde el torrente sanguíneo del ternero a la superficie de la mucosa de diferentes órganos, como el pulmón e intestino, protegiendo así contra enfermedades infecciosas en estos sistemas del organismo (Campos, 2013). La concentración de inmunoglobulinas maternas van disminuyendo en la sangre hasta la tercera o cuarta semana de edad. Las terneras comienzan a sintetizar sus propios anticuerpos (IgM, IgG y IgA) los primeros días de vida hasta alcanzar los niveles adultos a los 7, 35 y 56 días respectivamente (Basurto, 2010).

El principal objetivo de las inmunoglobulinas es ofrecer protección inmunológica inmediata al ternero (Basurto, 2010). Las IgG tienen como función identificar y destruir organismos patógenos, previniendo la fijación de los mismos, inhibir el metabolismo y la aglutinación de bacterias, y neutralizar virus y bacterias, ya que al ser de menor tamaño se pueden desplazar fácilmente por el torrente sanguíneo. Las IgM son las encargadas de la primera línea de defensa en caso de septicemias o cuadros con compromiso sistémico y se ubican principalmente en la sangre. Las IgA se encuentran en la superficie de la mucosa intestinal, protegiendo e impidiendo la adhesión de patógenos (Campos *et al.*, 2007; Menares, 2011).

Tabla 2: Concentración relativa y actividad de las principales inmunoglobulinas presentes en el calostro bovino.

<b>Tipo</b>	<b>% total</b>	<b>Función</b>
IgG	80-85	Destruye microorganismos nocivos principalmente a nivel de tejidos.
IgA	8-10	Protege las membranas que recubren los órganos (intestino) y previene que antígenos ingresen a la sangre.
IgM	5-12	Destruye microorganismos nocivos principalmente a nivel de la sangre.

Fuente: Basurto (2010)

## **2.3 Cantidad, momento de administración y formas de administrar el calostro**

### **2.3.1 Cantidad**

Godden (2008) y Chigerwe *et al.*, (2008) recomiendan la entrega de 100 g de IgG en la primera alimentación con calostro al ternero neonato, pero para administrar dicha cantidad de IgG es necesario conocer la concentración que contenga el calostro a utilizar. En la práctica se recomienda dar entre el 10 al 12% del peso vivo de la ternera en calostro en la primera alimentación (Godden, 2008; Basurto, 2010; Botero, 2013; Scheidegger, 2013). Por otro lado, Campos (2000) señala que el ternero debiera consumir el 10% de su peso vivo en calostro dentro de las primeras 24 horas de vida, y al menos la mitad de esta cantidad las primeras 6 horas de vida. Menares (2011) menciona que el ternero debería consumir 2 litros de calostro de buena calidad (50 a 150 mg/ml de Ig) durante las primeras 2 horas de vida, e Indra *et al.*, (2012) indica que el ternero debe consumir 6 litros de calostro en las primeras 24 hrs de vida en 3 o 4 tomas. Arancibia (2009), por su parte, recomienda la administración de 4 litros de calostro en una sola toma la primera hora de vida y luego de 6 horas dar 2 litros mas en caso de tener un calostro de incierta calidad.

Tabla 3: Cantidad de calostro suministrado (kg) y porcentaje de mortalidad de los terneros desde la primera semana de vida hasta los seis meses de edad.

<b>Cantidad de calostro (Kg)</b>	<b>Mortalidad %</b>
2 a 4	15,3
5 a 8	9,9
8 a 10	6,5

Fuente: Basurto (2010).



### **2.3.2 Momento de administración**

El intestino delgado de los terneros solo tiene capacidad para absorber macromoléculas las primeras 24 horas de vida. Luego de esto ocurre el denominado “cierre del intestino”, reduciéndose la permeabilidad intestinal (Campos, 2000; Elizondo, 2007a; Elizondo 20007b; Godden, 2008; Campos, 2013).

Se recomienda administrar el primer calostro las primeras 4 horas después del parto, ya que posterior a las 6 horas de vida la capacidad de absorción del intestino disminuye hasta abolirse completamente entre las 24 a 36 horas (Godden, 2008; Arancibia, 2009). Scheidegger (2013) recalca que lo ideal es dar el calostro la primera hora de vida.

La absorción de inmunoglobulinas se realiza a través de macromoléculas que viajan por un transporte transitorio, no selectivo, del epitelio intestinal. Las inmunoglobulinas entran al torrente sanguíneo y efectúan su función protectora (Menares, 2011). Las inmunoglobulinas no son digeridas ni inactivadas a nivel del estomago, pero si son absorbidas directamente a nivel del intestino. Esto se debe a que las células del abomaso no secretan ácido clorhídrico las primeras 24 horas de vida, encontrándose un pH abomasal mayor a 5, y evitando así que el pepsinogeno se transforme a pepsina y que las proteínas sean atacadas. Por otro lado, la renina solo ataca y coagula a la caseína, precipitando el calcio y formando un cuajo que permite el paso gradual del calostro desde el estomago al intestino. Además, el calostro posee un factor inhibidor de la tripsina que evita la digestión de inmunoglobulinas y tiene una mayor velocidad de tránsito que la leche entera. Igualmente como los anticuerpos no son digeridos, los microorganismos patógenos tampoco por lo cual pueden afectar al ternero y se vuelve esencial mantener el calostro en un ambiente limpio (Campos *et al.*, 2007; Arancibia, 2009).

### **2.3.3 Formas de administración**

Existen 2 formas de administrar el calostro: de forma natural directamente de la vaca, o de forma artificial, colectándolo y ofreciéndolo a través de biberón o cubeta o administrándolo forzosamente a través de una sonda nasogástrica (Basurto, 2010).

Cinco autores, Godden (2008), Arancibia (2009), Basurto (2010), Menares (2011) y Scheidegger (2013) concuerdan en que la forma más efectiva de administrar el calostro es la manera artificial; no solo porque permite cuantificar y asegurar el consumo de calostro de buena calidad, sino también porque reduce el riesgo de transferencia de

alguna enfermedad desde la madre al ternero. Se ha demostrado, además, que existe una mayor falla en la transferencia de inmunidad pasiva a través de la administración del calostro de forma natural directamente de la vaca (Godden, 2008; Menares, 2011).

Por el contrario, tanto Campos *et al.*, (2007) como Elizondo (2007b), concuerdan que existe una mayor absorción de IgG cuando el ternero está con la madre; aunque esto puede aumentar el riesgo de exposición a organismos patógenos. Por esto, ambos recomiendan el amamantamiento natural como el método más eficaz para garantizar una ingesta adecuada de calostro. La mayor eficiencia de absorción se puede deber a un consumo de calostro más precoz a través del amamantamiento natural que de forma artificial, a una mayor tendencia a consumir un mayor volumen de calostro desde la madre, y al efecto fisiológico y psicológico positivo que se genera cuando el ternero permanece con la madre por mayor tiempo.

## **2.4 Calidad del calostro**

La concentración de IgG es utilizada para evaluar la calidad del calostro. Un calostro de alta calidad tiene una concentración de IgG mayor a 50 mg/ml (Godden, 2008; Heinrichs y Jones, 2011). La concentración de IgG en la primera ordeña en vacas lecheras se ve influenciada por muchos factores tales como: la raza, el largo del periodo seco, el número de lactancias, entre otros aspectos de los que este trabajo hablará a continuación (Elizondo, 2007b; Elizondo, 2007a; Godden, 2008, Basurto, 2010).

### **2.4.1 Factores que afectan la calidad**

#### **2.4.1.1 Raza**

Las razas de carne en comparación a las razas lecheras tienden a producir calostro con una mayor concentración de IgG. Dentro de las razas de leche, la raza Jersey es la que produce calostro de mayor calidad, seguida por la raza Pardo Suizo y la raza Holstein. La raza Holstein es la que produce una mayor cantidad de calostro pero de menor calidad (Campos *et al.*, 2007; Godden, 2008; Basurto, 2010; Botero, 2013). Según Morin *et al.*, (2001), las raza Pardo Suiza y Ayrshire presentan una menor concentración de inmunoglobulinas en el calostro que las otras razas lecheras. Elizondo (2007a), por el contrario, señala que los resultados en cuanto a las diferencias raciales han sido muy variables y poco consistentes.

Tabla 4: Porcentaje de inmunoglobulinas presentes en el calostro de acuerdo a la raza de la vaca

Raza	Ayrshire	Suiza	Guernsey	Holstein	Jersey
% de	8,1	8,6	6,3	5,6	9,0
Inmunoglobulinas					

Fuente: Basurto (2010)

#### 2.4.1.2 Número de lactancia

Las vacas con más de 3 lactancias producen calostro de mejor calidad. Esto se asocia a una mayor exposición a organismos patógenos por parte de las vacas de mayor edad, mayor capacidad secretora de la glándula mamaria y un mecanismo activo de transporte de inmunoglobulinas (Morin *et al.*, 2001; Campos *et al.*, 2007; Elizondo 2007a; Godden, 2008, Arancibia, 2009; Basurto, 2010; Indra *et al.*, 2012; Botero, 2013). La concentración de inmunoglobulinas en el calostro aumenta linealmente con el número de lactancia, hasta alcanzar la cuarta lactancia donde se estabiliza (Elizondo, 2007a).

Tabla 5: Porcentaje de inmunoglobulinas presentes en el calostro de acuerdo al número de lactancia.

N° de parto	1	2	3	4
% de	5,9	8,3	8,2	7,5
inmunoglobulinas				

gr/100 gr de calostro fresco

Fuente: Basurto (2010)

#### 2.4.1.3 Momento del parto

La exposición a altas temperaturas ambientales durante la lactancia tardía se asocia a un calostro de menor calidad, con menores concentraciones de IgG, IgA, proteínas, caseína, grasa, lactosa y lactoalbumina. Esto se debe a que el estrés calórico reduce la ingesta de alimento, y por lo tanto, disminuye el flujo sanguíneo a la glándula mamaria, produciendo una menor llegada de IgG y nutrientes y una menor producción por parte de los plasmocitos de IgA (Godden, 2008; Botero, 2013). Según el estudio de Morin *et al.*, (2001), las vacas paridas en verano producen calostro de una menor calidad que las

paridas en otoño. Existen variaciones estacionales en cuanto a la calidad calostrál (Arancibia, 2009).

#### **2.4.1.4 Volumen de calostro producido**

La concentración de IgG es inversamente proporcional al volumen producido, de tal forma que, mientras mayor sea el volumen de calostro producido (>8,5 litros), menor concentración de IgG contendrá (Elizondo, 2007a; Godden, 2008; Botero, 2013). Botero (2013) confirma esta afirmación mencionando que si en el primer ordeño se generan más de 8,5 litros de calostro, se tiene un 70% de probabilidades de obtener un calostro con una concentración menor de 50 mg/ml de IgG.

#### **2.4.1.5 Duración del período seco**

Vacas sin período seco, o con período seco menor a 21 días tienden a producir calostros de menor calidad, ya que no existe el tiempo suficiente para acumular inmunoglobulinas en la glándula mamaria (Elizondo, 2007a; Godden, 2008). Según Basurto (2010) e Indra *et al.*, (2012) la duración del período seco no debe ser menor a 45 días. Por el contrario, Morin *et al.*, (2001) en su estudio, no encontró ninguna relación entre el largo del período seco y la calidad del calostro producido.

#### **2.4.1.6 Momento de colección del calostro**

La mejor calidad de calostro se obtiene en la primera ordeña, pues luego comienza a descender la concentración de IgG (Godden, 2008; Botero, 2013). Mientras más se demore en ordeñar la vaca para obtener el calostro, se obtendrán mas litros de calostro pero de menor calidad (Scheidegger, 2013).

Tabla 6: Efecto del tiempo transcurrido del primer ordeño postparto en la concentración de IgG calostrál.

<b>Horas postparto</b>	<b>retraso ordeño</b>	<b>Concentración (g/l)</b>	<b>IgG</b>	<b>Efecto en la disminución (%)</b>
<b>2</b>		113		
<b>6</b>		94		17%
<b>10</b>		82		27%
<b>14</b>		76		33%

Fuente: Medina (2012).

#### **2.4.1.7 Vacunaciones previas al parto**

Vacunar a las vacas 3 a 6 semanas previas al parto resulta en un aumento en las concentraciones de inmunoglobulinas en el calostro (Godden, 2008). Botero (2013) recomienda vacunar contra antígenos de Coronavirus, Rotavirus, E. Coli K99 y Clostridium. Arancibia (2009) recalca que establecer un programa de vacunación adecuado en una explotación lechera desde la crianza, puede lograr buenos niveles de anticuerpos calostrales incluso en vacas primerizas.

#### **2.4.1.8 Mezcla de calostros de diferentes vacas**

La mezcla de calostro de diferentes vacas puede disminuir la calidad del calostro, ya que se podría juntar calostro de baja calidad con calostro de alta calidad. Esto también aumenta el número de terneros expuestos a algún patógeno, en caso de que alguna de las hembras se encuentre infectada (Godden, 2008).

#### **2.4.1.9 Alimentación**

Godden (2008) indica que la nutrición de la vaca previa al parto no afecta la calidad del calostro y su concentración de IgG. Por el contrario, Campos *et al.*, (2007) señala que dietas bajas en proteína o energía provocan una disminución en la producción de calostro y disminuyen la concentración de inmunoglobulinas. Por esta razón, Botero (2013) sugiere que las vacas secas deben recibir en su ración un mínimo de 14 a 15% de proteína cruda.

#### **2.4.1.10 Otros factores**

La pérdida de leche por goteo durante el período seco, el ordeño antes del parto, o un parto prematuro pueden llevar a bajas concentración de IgG en el calostro (Elizondo, 2007a, Basurto, 2010).

### **2.5 Evaluación de la calidad del calostro**

Como se mencionó anteriormente, la calidad del calostro está determinada por la concentración de IgG que este posea (Godden, 2008).

Tabla 7: Concentraciones de IgG presente en un calostro de muy buena calidad, buena calidad y pobre calidad.

<b>Calidad</b>	<b>Mg de IgG por ml de calostro</b>
Muy buena	60 mg/ml
Buena	50 mg/ml
Pobre	30 mg/ml

Fuente: Dairy Australia (2012).

Existe una serie de métodos, tanto indirectos como directos, para determinar la concentración de inmunoglobulinas de los calostros. El método más utilizado en EEUU a nivel predial es el calostrómetro, seguido por la observación de las características físicas del calostro (Chigerwe *et al.*, 2008; Biemann *et al.*, 2010).

### **2.5.1 Métodos directos**

#### **2.5.1.1 Ensayo de inmunodifusión radial**

El ensayo de inmunodifusión radial (RID) permite medir los niveles reales de IgG en el calostro. Es el método más preciso para evaluar la calidad calostrual, siendo utilizado frecuentemente en ensayos experimentales. La desventaja de su uso es su elevado costo y la tardanza en los resultados (generalmente demoran más de 48 horas). Es por esto que este método no es práctico para medir la calidad del calostro en terreno (Chigerwe *et al.*, 2008; Biemann *et al.*, 2010; Dairy Australia, 2012). También Quigley *et al.*, (2013) menciona que el ensayo de inmunodifusión radial consume tiempo y es propenso a errores en los resultados, sobre todo con el calostro de especies bovinas.

### **2.5.2 Métodos indirectos**

#### **2.5.2.1 El calostrómetro**

El calostrómetro es un instrumento hidrométrico que relaciona la densidad específica del calostro y la concentración de inmunoglobulinas a través de la flotabilidad del instrumento en el calostro. Mientras mayor concentración de IgG contenga el calostro, más denso va a ser, lo cual mostrará una mayor gravedad específica. Por lo tanto, el calostrómetro flotará más (Arancibia, 2009; Dairy Australia, 2012).

La sensibilidad y especificidad del instrumento para detectar calostro de baja calidad es de 32 y 97% respectivamente (Godden, 2008).

#### **2.5.2.1.1 Ventajas del calostrómetro**

Se trata de un instrumento rápido y simple de utilizar, y aunque no determina la cantidad exacta de inmunoglobulinas presentes en el calostro, puede ser de ayuda para diferenciar un calostro de alta calidad de otro de baja calidad, y así evitar fracasos en la transferencia de inmunidad pasiva en la crianza de terneras dentro de una explotación lechera (Godden, 2008).

#### **2.5.2.1.2 Desventajas del calostrómetro**

Este instrumento tiende a sobreestimar la calidad del calostro y a clasificar 2 de 3 calostros de baja calidad como aceptables. Hay factores que pueden afectar la lectura del calostrómetro, como la temperatura del calostro y el contenido de grasa y de otros sólidos que tienden a variar la gravedad específica del calostro (Morin *et al.*, 2001; Godden, 2008; Biemann *et al.*, 2010; Dairy Australia, 2012). Debido a esto, Elizondo (2007a) y Basurto (2010) recomiendan realizar la lectura cuando el calostro se encuentre a temperatura ambiente, entre los 20-25 grados Celsius. Sobre estas temperaturas el calostrómetro tiende a subestimar la cantidad de IgG, y bajo estas temperaturas el calostrómetro tiende a sobreestimar la cantidad de IgG (Heinrichs y Jones, 2011). Biemann *et al.*, (2010) destaca que la principal desventaja del uso del calostrómetro es su sensibilidad a la temperatura del calostro y la fragilidad del instrumento.

#### **2.5.2.1.3 Técnica de medición**

Campos *et al.*, (2007), Elizondo (2007a), Heinrichs y Jones (2011) y Basurto (2010) describen que este instrumento tiene una escala marcada con tres colores que permiten clasificar el calostro de acuerdo al nivel estimado de globulinas presentes. El calostro de pobre calidad (color rojo) tendrá una gravedad específica menor a 1035, la cual se relaciona con concentraciones de IgG menores a 20 mg/ml, el calostro de moderada calidad (color amarillo) tendrá una gravedad específica entre 1035 y 1046, la cual se relaciona con concentraciones de IgG están entre 20 y 50 mg/ml, y el calostro de buena calidad (color verde) tendrá una gravedad mayor a 1046, la cual se relaciona con concentraciones de IgG superiores a 50 mg/ml (Campos *et al.*, 2007).

Tabla 8: Relación entre gravedad específica y la concentración de IgG calostroal.

<b>Gravedad específica</b>	<b>Calidad</b>	<b>Inmunoglobulinas (mg/ml)</b>
1027	Pobre	1,42
1030		9,06
1035	Moderada	21,80
1040		34,53
1047	Buena	52,36
1050		60,01

Fuente: Elizondo (2007b)

Para lograr una buena lectura del calostrómetro se recomienda coleccionar 250 ml de calostro en una probeta graduada (Arancibia, 2009), dejar descansar el calostro fresco entre 10 y 20 minutos para disminuir las burbujas de aire, mantener la muestra a una temperatura de 20-25° y remover la espuma que pueda existir sobre la muestra (Dairy Australia, 2012).

### **2.5.2.2 El refractómetro grados Brix**

El refractómetro es un instrumento portátil que funciona midiendo la cantidad de luz que se refracta al traspasar una muestra de líquido. Mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor va a ser la refracción de la trayectoria de la luz (Dairy Australia, 2012). Existen dos tipos de refractómetros: los digitales y los ópticos; ambos con similares resultados, siendo más simples de utilizar los digitales (Bielmann *et al.*, 2010). Para determinar la calidad del calostro el instrumento se calibra con la escala de Brix. El refractómetro con escala de Brix mide la cantidad de sacarosa presente en una solución, pero cuando es utilizado en una solución que no contiene sacarosa estima la cantidad de sólidos totales (Heinrichs y Jones, 2011; Quigley *et al.*, 2013).

La sensibilidad y especificidad del instrumento es de un 90-92,5% y 80-85% respectivamente (Bielmann *et al.*, 2010).

#### **2.5.2.2.1 Ventajas del refractómetro**

Se considera al refractómetro como un instrumento mucho menos frágil que el calostrómetro, que puede quebrarse fácilmente (Heinrichs y Jones, 2011). Quigley *et al.*,



(2013) menciona que es un método barato, rápido y requiere el mínimo de equipo y experiencia del personal. A diferencia del calostrómetro, el refractómetro no es sensible a la temperatura del calostro para determinar la concentración de inmunoglobulinas (Bielmann *et al.*, 2010).

#### **2.5.2.2.2 Desventajas del refractómetro**

La principal desventaja para los productores es el costo del instrumento. El precio del calostrómetro grados Brix es de casi el doble que el calostrómetro (\$37.750 v/s \$19.800) (Shoof International Chile Ltda, 2013). Adicionalmente, el alto contenido de grasa puede afectar la lectura del refractómetro (Dairy Australia, 2012).

#### **2.5.2.2.3 Técnica de medición**

Para utilizar el refractómetro se debe colocar unas gotas de calostro sobre el prisma, y llevar a una fuente de luz sujetándolo de manera perpendicular. El valor Brix debe ser leído a nivel de la línea que se forma entre las zonas claras y oscuras que aparecen en el lector (Heinrichs y Jones, 2011). Los valores son leídos como porcentaje (Dairy Australia, 2012). Una puntuación del Brix sobre el 22% de sólidos totales nos indica un calostro de buena calidad (>50 mg/ml) tanto para calostros frescos como congelados y refractómetros digitales como no digitales. Si existe un valor Brix menor a 20%, nos indica la presencia de un calostro de mala calidad (<30 mg/ml) (Bielmann *et al.*, 2010; Dairy Australia, 2012; Botero, 2013).

Luego de utilizar el refractómetro, el prisma debe ser limpiado adecuadamente para evitar residuos que puedan afectar la siguiente medición. Se recomienda verificar la calibración del refractómetro de vez en cuando utilizando agua destilada, la cual debe indicar una lectura en 0 en la escala de Brix (Heinrichs y Jones, 2011).

#### **2.5.3 Correlación entre el RID y los métodos indirectos**

Estudios en Canadá y el Colorado encontraron una correlación de 0,63 entre el ensayo de inmunodifusión radial y el refractómetro grados Brix. Quigley *et al.*, (2013), por su parte, determinó que la correlación entre el ensayo de inmunodifusión radial y refractómetro grados Brix es de 0,75. Por otro lado, la correlación encontrada entre el ensayo de inmunodifusión radial y el calostrómetro fue de 0,36 (Heinrichs y Jones, 2011). Esto quiere decir que entre el ensayo de inmunodifusión radial (RID) y el refractómetro grados Brix

existe una correlación positiva moderada a fuerte, por el contrario, la correlación entre RID y el calostrómetro solo correspondería a una correlación positiva pero débil (Universidad Autónoma del Estado de México, 2012).

## **2.6 Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva**

Una adecuada transferencia de inmunidad pasiva se alcanza cuando existe un nivel mínimo de inmunoglobulina G séricas de 10 g/L (Menares, 2011; Morrill *et al.*, 2012; Campos, 2013).

El refractómetro es el instrumento más utilizado en terreno para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva, y mide el nivel de proteínas séricas totales en el ternero entre los 2 a 7 días de edad. Una transferencia exitosa de inmunidad se alcanza cuando hay entre 5,0 a 5,4 g/dl proteínas séricas totales. Se considera una transferencia incompleta cuando las proteínas séricas alcanzan niveles inferiores a 5,0 g/dl (Arancibia, 2009; Menares, 2011; Scheidegger, 2013). Conocer la presencia de fallas en la transferencia de inmunidad pasiva nos indicará que existen deficiencias en el manejo del calostro en dicho plantel, y nos permitirá tomar medidas para mejorar, por ejemplo, la calidad del calostro, vacunando en el período seco contra patógenos importantes en dicha lechería y mejorando la alimentación de las vacas del rebaño (Scheidegger, 2013).

### **3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar en terreno la calidad del calostro en cuatro lecherías de alta producción de la zona central a través de dos métodos.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.** Estimar en terreno la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción a través de dos métodos.
- 2.** Calcular la concordancia entre los valores obtenidos con ambos métodos.
- 3.** Asociar la calidad del calostro, obtenida con cada método, al número de lactancias de las vacas en estudio, tanto en primíparas y multíparas.

## **4 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Duración del estudio y lugar de realización**

Para cumplir con los objetivos de esta memoria de título, se recolectaron muestras de calostro desde el mes de marzo hasta el mes de junio de 2014 en cuatro lecherías de alta producción de la zona central del país. La lechería 1 se ubica en la comuna de San Fernando, región del Libertador Bernardo O'Higgins. Las otras tres lecherías: 2, 3 y 4 se ubican en la región Metropolitana. La primera se encuentra en la localidad de Codigua al sur de la ciudad de Melipilla; la segunda, camino a Noviciado en la comuna de Pudahuel, y la última en la comuna de Curacaví. Todas estas lecherías presentan una producción de leche promedio vaca/lactancia mayor a 30 litros/día.

### **4.2 Materiales:**

- Calostrómetros.
- Refractómetros grados Brix.
- Probetas graduadas de 250 ml.
- Termómetros para leche.
- Hojas de registros.
- Guantes para examen.

### **4.3 Capacitación**

Previo al procedimiento de toma de muestras se capacitó al técnico agrícola encargado del área de crianza en cada lechería para efectuar la medición y llevar los registros de los datos obtenidos. Se hizo entrega de una hoja con instrucciones para la toma de muestras (anexo 1) y se indicó en terreno como realizar las mediciones con ambos instrumentos.

Además se entregaron hojas de registros donde se anotó el número de cada vaca, el número de lactancia y el resultado de la calidad del calostro medido con el calostrómetro y refractómetro (anexo 2).

Posteriormente, se evaluó en cada visita el procedimiento con el objetivo de identificar la correcta toma de muestras y registro de la información.

#### **4.4 Durante el estudio**

Se recolectaron 294 muestras de calostro con el fin de lograr una mayor representatividad. El número de muestras se basó en lo realizado por Biemann *et al.*, (2010), donde se evaluó la eficacia del refractómetro grados Brix para determinar la calidad del calostro en vacas lecheras. En dicho estudio se determinó el número de muestras a través de un muestreo de conveniencia en 3 planteles lecheros.

La medición de la calidad del calostro con ambos instrumentos y el registro de la información se efectuó con la ayuda de los encargados del área de crianza de cada lechería.

El procedimiento para la toma de muestras fue el siguiente:

1. Se recolectó el calostro de la primera ordeña de todas las vacas luego del parto a través de un sistema de ordeño mecánico. Se aseguró que la ubre y el envase de recolección del calostro se encontraran limpios.
2. Luego de la recolección se mantuvo el calostro en envases para permitir que este se enfriara a temperatura ambiente (20° a 25° C).
3. Se recolectaron 250 ml de calostro para evaluar la calidad con ambos instrumentos.

Técnica de evaluación con el calostrómetro:

1. Se colocaron 250 ml de calostro en una probeta graduada y se removió la espuma sobrante.
2. Se ingresó el instrumento en la probeta de forma perpendicular dejándolo flotar libremente.
3. Con el instrumento flotando en el recipiente, se determinó la calidad leyendo la escala de colores y gravedad específica que se ubica justo sobre la porción sumergida del instrumento.
4. Se anotaron las gravedades observadas en la hoja de registros (anexo 2).

Técnica de evaluación con refractómetro:

1. Previo a la utilización del instrumento, este se calibró utilizando dos a tres gotas de agua destilada, observando que las zonas oscuras y claras marcaran 0% grados Brix.
2. Para realizar la estimación de la calidad con refractómetro se recolectaron dos a tres gotas de calostro.
3. Se depositaron estas gotas sobre el prisma, dejándolas esparcir homogéneamente sobre la superficie.
4. Se colocó el instrumento de forma paralela hacia un haz de luz para observar el resultado que aparece entre las zonas oscuras y claras, identificando una línea azul en la escala. El resultado se leyó como porcentaje.
5. Al finalizar se registraron los resultados obtenidos en la hoja de registros (anexo 2).
6. Se dejó limpio el prisma del refractómetro con agua destilada para no afectar la siguiente medición.

#### **4.5 Recopilación de la información**

Luego de iniciado el proceso de obtención de los datos con ambos instrumentos se visitó los planteles lecheros cada 14 días para obtener la información de los registros y evaluar que los valores se estuvieron recolectando de forma adecuada. Se fue recopilando toda la información en una base de datos en Microsoft Excel® para analizar los datos posteriormente.

#### **4.6 Establecimiento de los parámetros de control:**

Para determinar la calidad del calostro en estas lecherías se consideraron los niveles establecidos en la revisión bibliográfica para cada instrumento. Por lo tanto, con el calostrómetro, si en el cuaderno de registros se señaló que un calostro tenía una gravedad específica mayor a 1046, la concentración considerada de IgG fue superior a 50 mg/ml y se clasificó como un calostro de buena calidad. Si la gravedad específica de un calostro se ubicó entre 1035 y 1046, la concentración considerada de IgG fue de 20 y 50 mg/ml y se clasificó como un calostro de regular calidad, y si se registró una gravedad específica menor a 1035, la concentración de IgG considerada fue menor a 20 mg/ml y se clasificó como un calostro de mala calidad.

En el caso del refractómetro grados Brix, si los registros señalaron la presencia de un calostro con más de 22% grados Brix, se consideró una concentración de inmunoglobulinas mayor a 50 mg/ml y se clasificó como un calostro de buena calidad. En el caso de que el valor Brix registrado se encontrara entre 20 y 22%, se consideró una concentración de IgG de 20 a 50 mg/ml y el calostro se clasificó como de regular calidad, y si el valor fue menor a 20% grados Brix, el calostro se clasificó como de baja calidad con una concentración menor a 30 mg/ml de IgG.

#### **4.7 Análisis de los resultados:**

1. Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos con ambos instrumentos. Se estableció el porcentaje de calostros de buena, mediana y de mala calidad. Se obtuvo la media, la mediana, la moda, la desviación estándar, la distribución de los datos y los valores mínimos y máximos, todo con ambos métodos de evaluación.
2. Se utilizó el coeficiente Kappa de Cohen para evaluar la concordancia entre los resultados obtenidos por ambos métodos, a través del programa IBM SPSS Statistics.
3. Se realizó un análisis de correlación lineal de Pearson ( $r$ ) entre el número de lactancia y la calidad del calostro obtenido con ambos métodos.
4. Se dicotomizó la variable número de lactancia en primíparas y multíparas y se comparó la calidad del calostro, medida tanto con calostrómetro y refractómetro, utilizando pruebas no paramétricas (U de Mann-Whitney).
5. A través de un análisis de varianza se determinó si existían diferencias en la calidad del calostro entre predios y se realizó un análisis descriptivo para cada lechería.
6. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa GraphPad Prism 6.0.
7. El nivel de significancia exigido fue de  $P \leq 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análisis descriptivo

#### 5.1.1 Calostrómetro

De un total de 294 muestras, el porcentaje de calostros de mala calidad fue de 4,8%(<1035), 19,7% de mediana calidad (1035-1046) y 75,5% de buena calidad (>1046). Los valores mínimos y máximos de gravedad específica fueron de 1025 y 1078 respectivamente. La media encontrada fue 1055,81, la moda de 1050, la mediana 1055 y la desviación estándar 12,61.

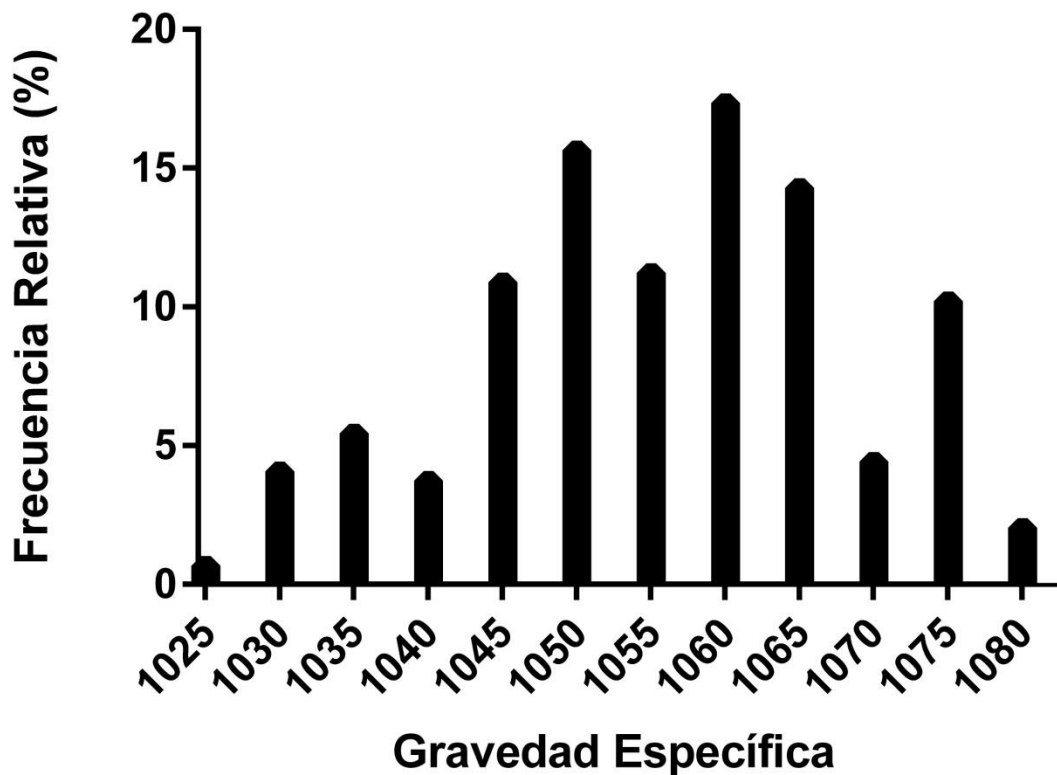
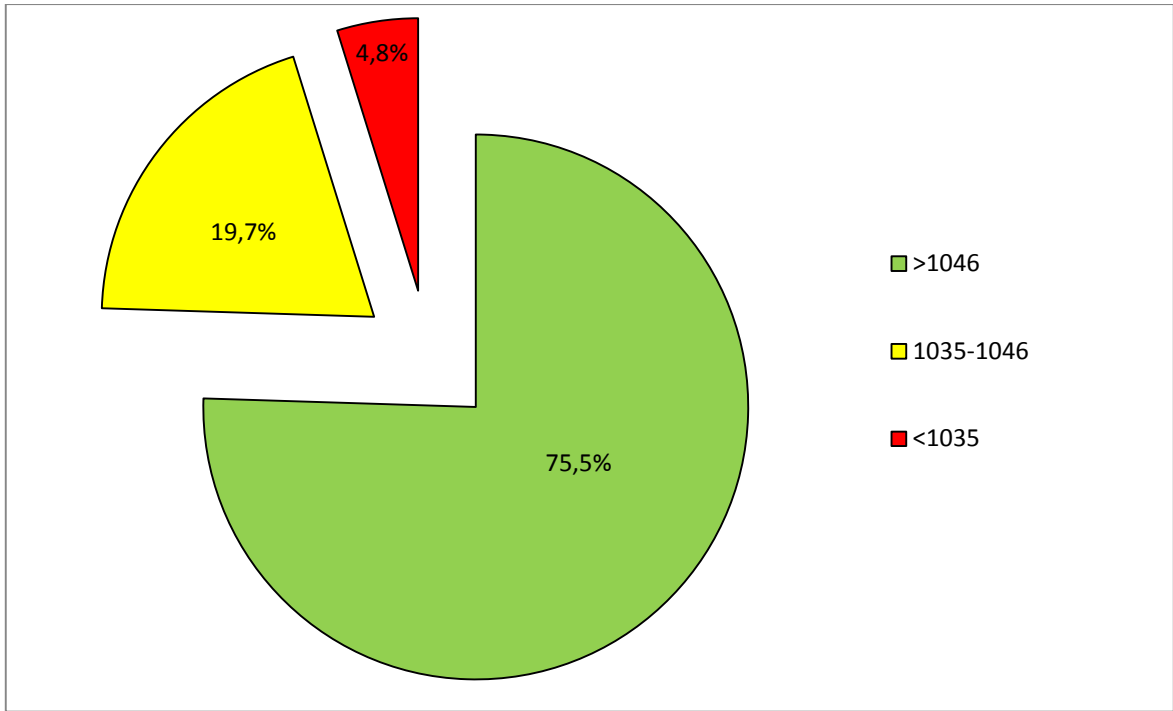


Figura 2: Distribución de las gravedades específicas obtenidas de 294 muestras de calostros en 4 lecherías de la zona central del país a través del calostrómetro

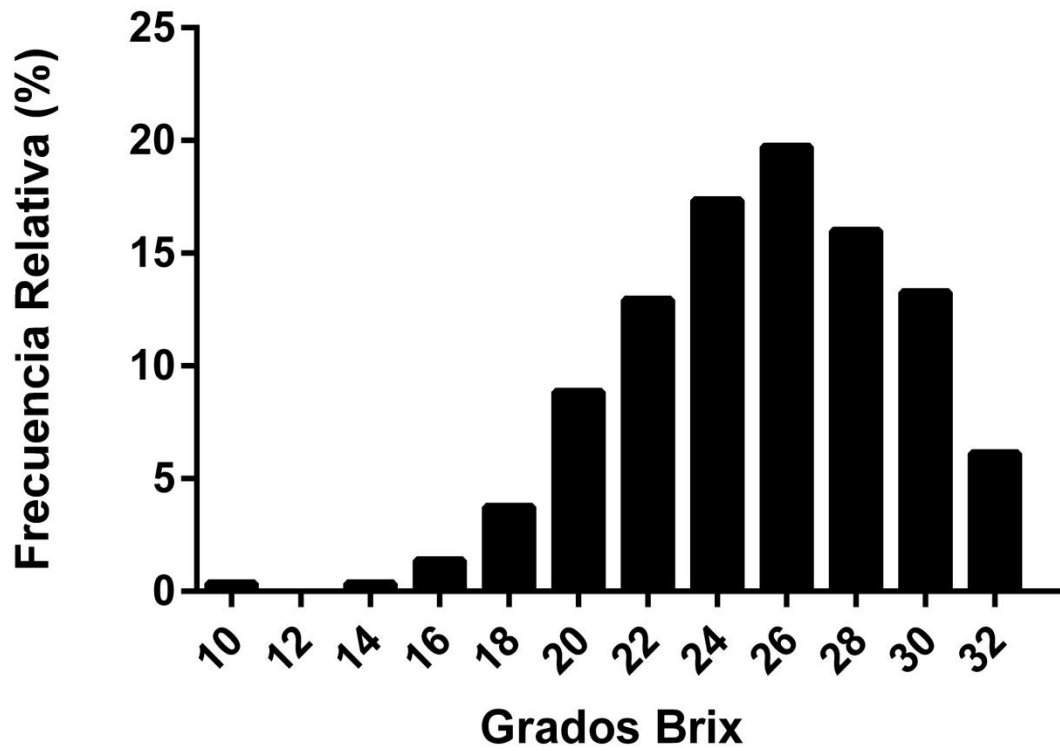




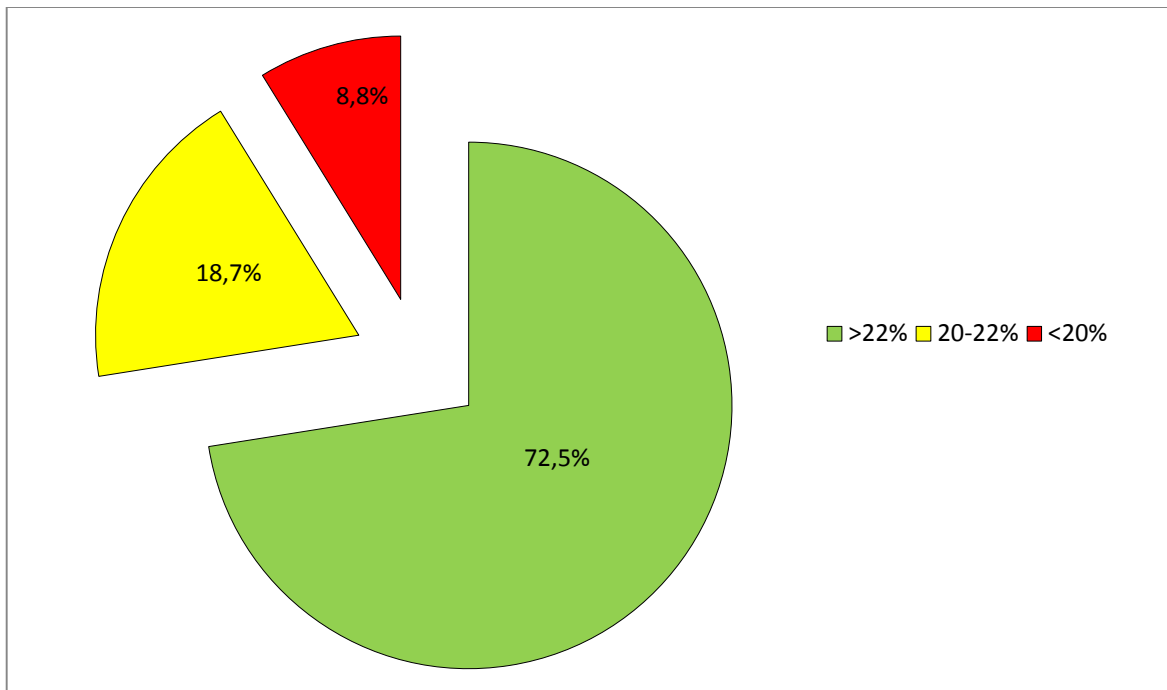
**Figura 3:** Porcentaje de calostros de alta (>1046), mediana (1035-1046) y mala calidad (<1035) medido a través del calostrómetro.

### 5.1.2 Refractómetro grados Brix

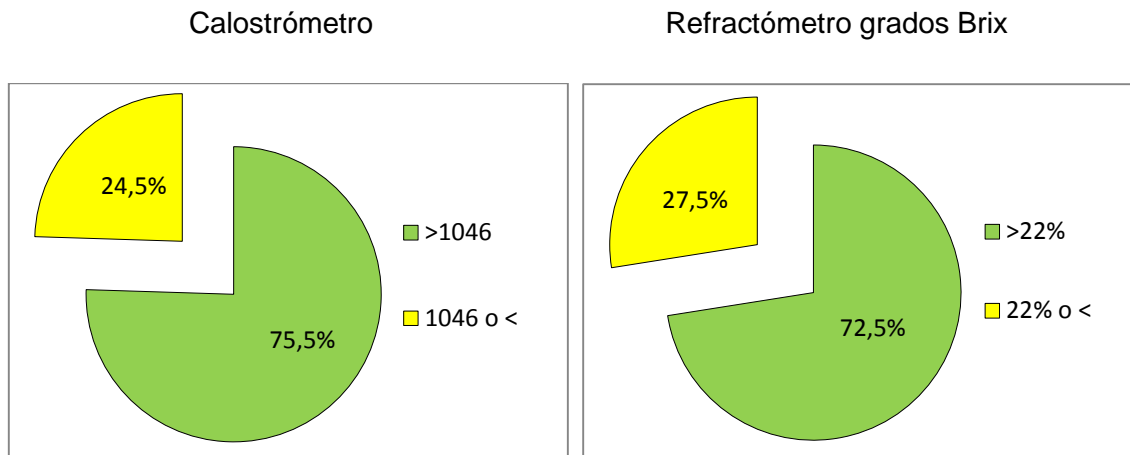
De un total de 294 muestras, el porcentaje de calostros de baja calidad fue de 8,8% (<20%), 18,7% de mediana calidad (20-22%) y 72,5% de alta calidad (>22%). Los valores mínimos y máximos fueron de 10% y 32% grados Brix respectivamente. La media encontrada fue 24,78%; la moda de 25%; la mediana 25% y la desviación estándar 4.



**Figura 4:** Distribución de los grados Brix obtenidos de 294 muestras de calostros en 4 lecherías de la zona central del país a través del refractómetro grados Brix.



**Figura 5:** Porcentaje de calostros de alta calidad (>22%), mediana calidad (20-22%) y mala calidad (<20%) medido a través del refractómetro grados Brix.



**Figura 6:** Porcentaje de calostros con concentraciones >50 mg/ml de IgG y ≤50 mg/ml de IgG evaluados a través del calostrómetro y refractómetro grados Brix, respectivamente.

### 5.2 Concordancia entre los datos obtenidos con ambos métodos a través del coeficiente de Kappa de Cohen y correlación lineal de Pearson.

Para establecer la concordancia entre los datos obtenidos con ambos métodos a través del coeficiente de Kappa de Cohen, se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics. Se consideraron los calostros con una concentración mayor a 50 mg/ml (gravedades específicas >1046 y Grados Brix >22%) y menor o igual a 50 mg/ml (gravedades específicas ≤1046 y grados Brix ≤22%) de IgG para cada instrumento, reemplazándose los datos de ambos instrumentos por el número 1 (>50mg/ml de IgG) y número 2 (≤50mg/ml de IgG) respectivamente. El coeficiente de Kappa de Cohen obtenido fue de 0,4264 (tabla 9). Según la tabla 10 de Landis y Koch (1977), donde se describe el grado de concordancia según la medida del coeficiente de Kappa de Cohen, se puede considerar este valor como un nivel de concordancia moderada. La concordancia obtenida entre ambos instrumentos fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Tabla 9: Tabulación cruzada entre los datos obtenidos con el calostrómetro y el refractómetro grados Brix; y los resultados del coeficiente de Kappa de Cohen.

		<b>Refractómetro</b>			
		> 50 mg/ml IgG	≤ 50 mg/ml IgG	Total	
<b>Calostrómetro</b>	> 50 mg/ml	Recuento	185	37	222
	IgG	Recuento esperado	160,8	61,2	222
	≤ 50 mg/ml	Recuento	28	44	72
	IgG	Recuento esperado	52,2	19,8	72
<b>Total</b>		Recuento	213	81	294
		Recuento esperado	213	81	294

<b>Medidas simétricas</b>					
		Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	Aprox. S <sup>b</sup>	Aprox. Sig.
Medida de acuerdo	Kappa	0,4264	,0595	7,335	,000
N de casos válidos		294			

a. No se supone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que asume la hipótesis nula.

P es < 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ =No existe acuerdo entre ambos procedimientos ( $K=0$ )) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ =Existe acuerdo entre ambos procedimientos) considerando un coeficiente de confianza de 95%.

Tabla 10: Nivel de concordancia de acuerdo al coeficiente de Kappa de Cohen.

<b>Kappa</b>	<b>Grado de acuerdo</b>
<0,00	Sin acuerdo
>0,00-0,20	Insignificante
0,21-0,40	Discreto
0,41-0,60	Moderado
0,61-0,80	Sustancial
0,81-1,00	Casi perfecto

Fuente: Landis y Kohen, (1977)

### 5.3 Correlación entre el número de lactancia y la calidad calostrala medida con ambos métodos.

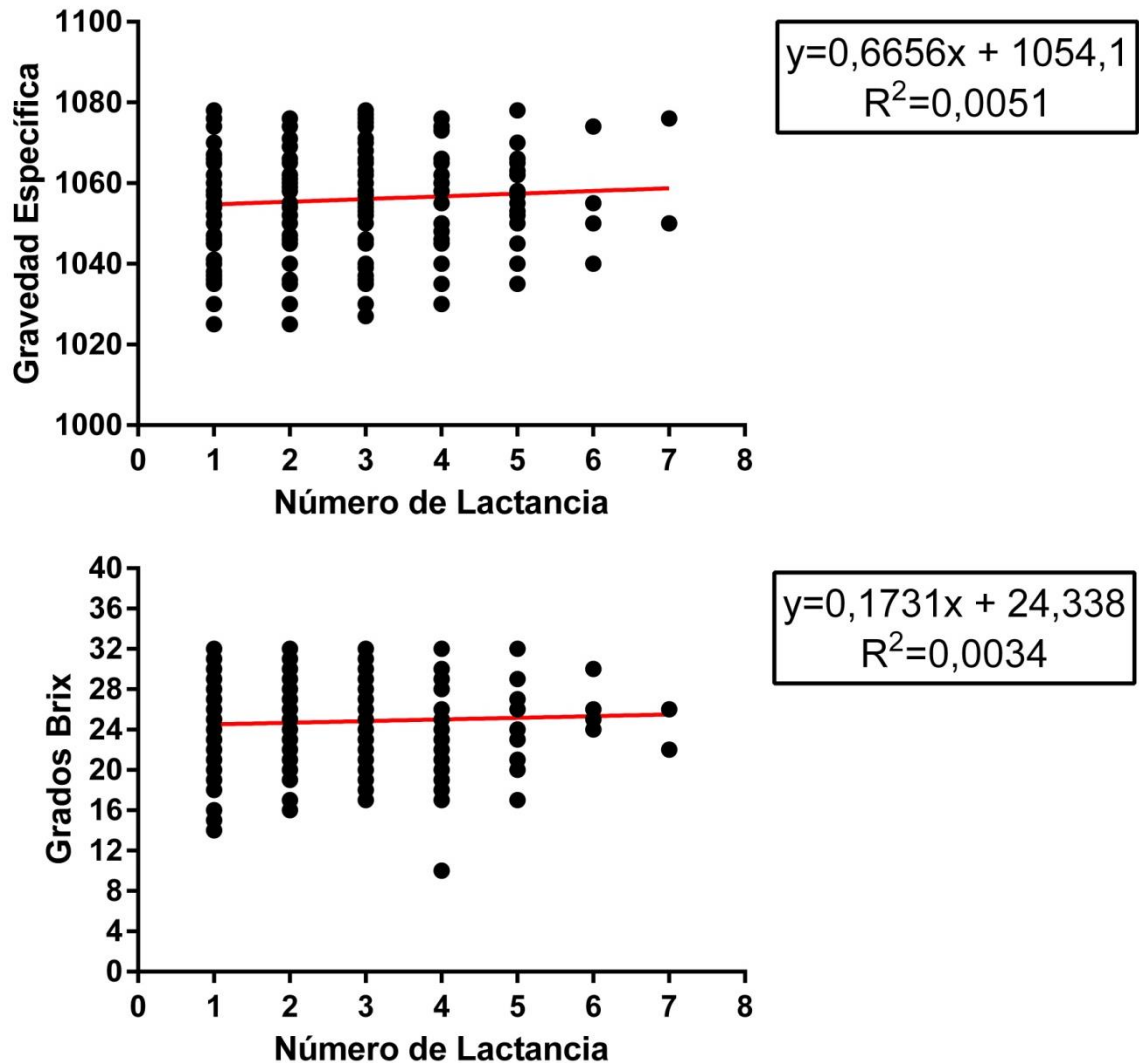


Figura 7: Correlación lineal de Pearson ( $R^2$ ) entre el número de lactancia y la gravedad específica con calostrómetro, y entre el número de lactancia y los grados Brix con refractómetro. La línea roja representa un modelo de regresión lineal ( $p < 0,05$ ). La correlación entre la gravedad específica y el número de lactancia fue de 0,0051, y entre los grados Brix y el número de lactancia de 0,0034 (valor p calostrómetro: 0,2207/valor p refractómetro: 0,3437).

En cuanto al análisis de correlación lineal de Pearson ( $R^2$ ) (figura 7), no se observó una correlación estadísticamente significativa entre el número de lactancia y la gravedad específica y grados Brix obtenidos con el calostrómetro y el refractómetro

respectivamente, aunque se pudo observar una pequeña tendencia a un aumento de la gravedad específica y grados Brix con el aumento del número de lactancia.

**Tabla 11:** Relación entre las medias de gravedad específica y grados Brix con el número de lactancia de las vacas en estudio.

<b>Número de lactancia</b>	1	2	3 o más
<b>Gravedad específica</b>	1054,23 <sub>b</sub>	1055,35 <sub>b</sub>	1056,85 <sub>b</sub>

\*Medias con la misma letra sin diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ )

<b>Número de lactancia</b>	1	2	3 o más
<b>Grados Brix</b>	24,37 <sub>b</sub>	24,56 <sub>b</sub>	25,11 <sub>b</sub>

\*Medias con la misma letra sin diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ )

En la tabla 11 no se observaron diferencias estadísticamente significativas con ambos instrumentos de medición de la calidad calostrál, entre medias de vacas de primera, segunda y tercera o más lactancias.

El 71% de los calostros producidos por vacas de primer parto, medidos a través de los dos métodos, fueron de buena calidad ( $>50$  mg/ml IgG). En el caso del calostro de vacas de 2 ó más lactancias, el porcentaje de calostros de buena calidad, medidos a través de calostrómetro y refractómetro grados Brix, fueron de 76,9% y 72,9% respectivamente.

#### **5.4 Pruebas paramétricas y/o no paramétricas entre primíparas y multíparas**

Antes de realizar las pruebas paramétricas y/o no paramétricas se realizó el Test de Shapiro-Wilk para determinar si los datos provenían de una población normalmente distribuida. Se obtuvo un  $p < 0,05$  con ambos instrumentos, por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que los datos no poseían una distribución normal.

Conociendo la distribución de los datos, se procedió a analizarlos con la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney (figura 8), donde se obtuvo un  $p > 0,05$  con ambos instrumentos (valor p refractómetro: 0,7191/ valor p calostrómetro: 0,2217), por lo tanto,

no se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se concluyó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre primíparas y multíparas y la calidad calostrala con ambos instrumentos.

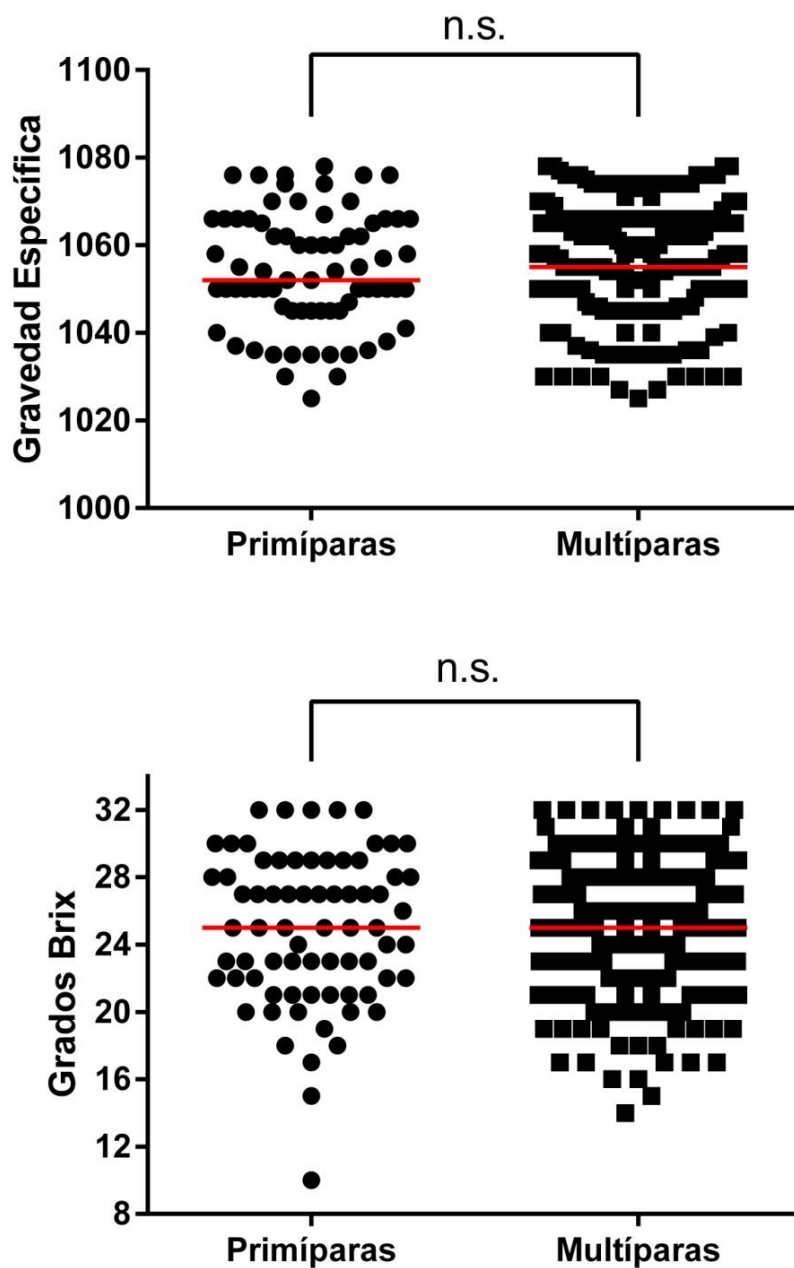


Figura 8: Diferencias entre la calidad del calostro medida a través del calostrómetro y refractómetro grados Brix entre las vacas primíparas y multíparas. La línea roja representa la mediana de gravedad específica y grados Brix tanto en primíparas y multíparas. n.s: no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas variables.

### 5.5 Análisis de varianza entre los predios en estudio

Se realizó un análisis de varianza entre las gravedades específicas y los grados Brix obtenidos en las 4 lecherías (figura 9). Se obtuvo un  $p < 0,05$  con ambos instrumentos de medición de la calidad calostrual, por lo tanto, se rechazó la hipótesis ( $H_0$ ) y se concluyó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las calidades del calostro de las lecherías en estudio.

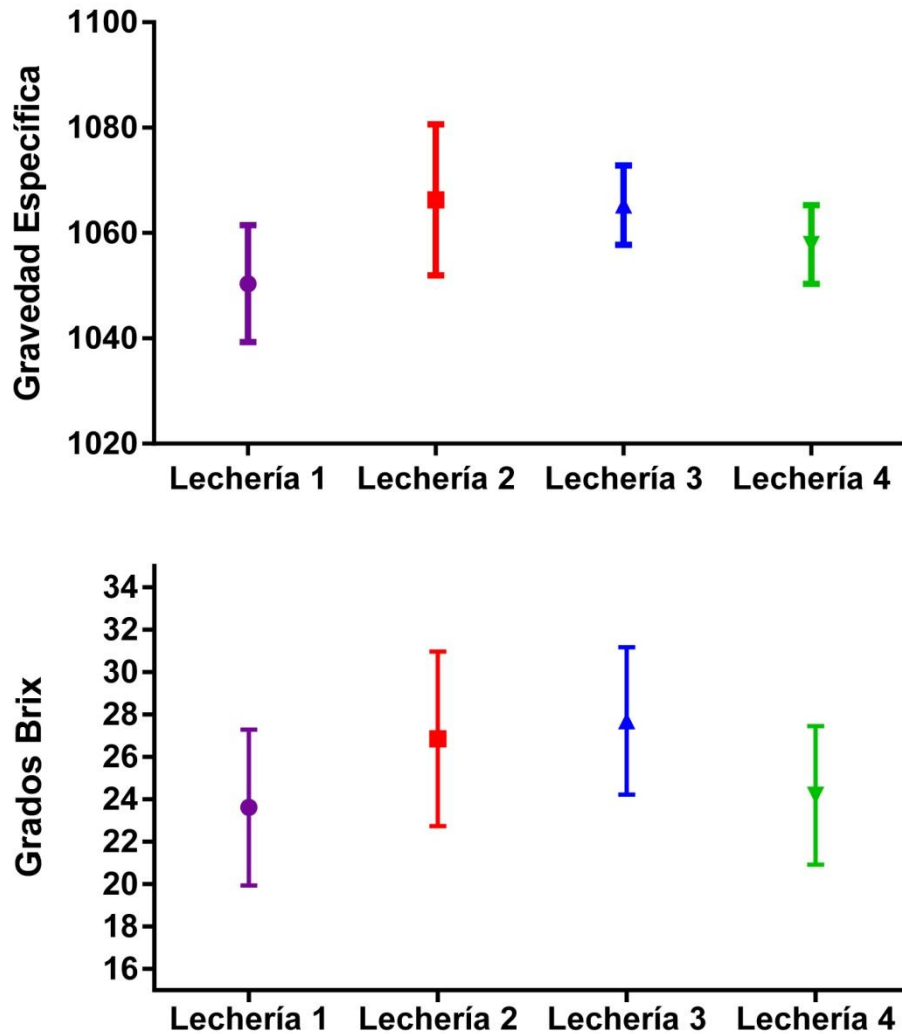


Figura 9: Análisis de varianza entre las lecherías considerando las gravedades específicas y los grados Brix. Los puntos en la figura representan la media de las gravedades específicas y grados Brix de cada predio. Las líneas representan las desviaciones estándar de las muestras de cada lechería. Se consideró un nivel de confianza del 95%.



En el caso de la gravedad específica medida a través del calostrómetro (tabla 12), se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los resultados obtenidos entre todas las lecherías, excepto entre las lecherías 2 y 3, donde no se encontraron estas diferencias.

Tabla 12: Análisis de varianza entre las lecherías 1, 2, 3 y 4 a través de la gravedad específica medida con calostrómetro.

<b>Lecherías</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>	<b>Media*</b>
1	171	0,81	1050,38 <sup>a</sup>
2	36	1,78	1066,31 <sup>c</sup>
3	50	1,51	1065,32 <sup>c</sup>
4	37	1,75	1057,84 <sup>b</sup>

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )  
n= Número de muestras  
E.E= Error estándar

En el caso de los resultados con refractómetro grados Brix (tabla 13), se pudo observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre las calidades obtenidas en las diferentes lecherías, excepto entre las lecherías 1 y 4, y 2 y 3, donde no se observaron diferencias significativas entre las medias de los grados Brix.

Tabla 13: Análisis de varianza entre las lecherías 1, 2, 3 y 4 a través de los grados Brix medidos con refractómetro.

<b>Lechería</b>	<b>n</b>	<b>E.E</b>	<b>Media*</b>
1	171	0,28	23,62 <sup>a</sup>
2	37	0,60	26,86 <sup>b</sup>
3	49	0,52	27,70 <sup>b</sup>
4	37	0,60	24,19 <sup>a</sup>

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )  
n= Número de muestras  
E.E= Error estándar

Luego de realizar el análisis de varianza, se obtuvieron los datos descriptivos de cada lechería con ambos instrumentos indirectos de medición de la calidad (tabla 14).

Tabla 14: Análisis descriptivo de cada lechería con ambos métodos de evaluación de la calidad calostrál.

**Calostrómetro**

<b>Lecherías</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>D.E</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>
1	1050,38	1050	11,10	1025	1077
2	1066,31	1074	14,31	1035	1076
3	1065,32	1066	7,53	1046	1078
4	1057,84	1058	7,49	1046	1078

**Refractómetro grados Brix**

<b>Lecherías</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>D.E</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>
1	23,62	23	3,67	10	32
2	26,86	28	4,11	17	32
3	27,7	28	3,48	18	32
4	24,19	24	3,26	16	30

D.E= Desviación estándar.

Min= Valor mínimo.

Máx= Valor máximo

## 6 DISCUSIÓN

Las muestras de calostro evaluadas durante este estudio presentaron concentraciones de IgG entre 0 y 130 mg/ml, las mismas encontradas en el estudio de Rodríguez *et al.*, (2013) realizado en México, donde se analizó el calostro de 101 vacas de alta producción.

El 75,5% de los calostros medidos a través del calostrómetro presentaban una calidad superior a 50 mg/ml de IgG, similar a lo obtenido por Flores y Romero (2013), donde el 73,6% de las muestras analizadas tenían una buena calidad. Medina (2012), por su parte, determinó en su estudio que sobre el 60% de los calostros tenían una calidad mayor a 50 mg/ml de IgG; 15,5 puntos porcentuales menos que lo obtenido en este estudio. Por otro lado, Rodríguez *et al.*, (2013) encontró que el 90% de sus calostros durante el primer ordeño tenían una calidad adecuada sobre los 50 mg/ml de IgG, bastante superior a lo encontrado en este trabajo. La media de calidad del calostro fue de 75 mg/ml de IgG, 7 mg inferior a lo obtenido por Rodríguez *et al.*, (2013), pero de igual manera superior a los 50 mg/ml de IgG, por lo tanto, la mayoría de los calostros colectados eran de buena calidad.

En el caso del refractómetro, sobre el 72,5% de las muestras incluidas en este estudio presentaban valores mayores a 22% grados Brix; 12 puntos porcentuales (60,95%) sobre el valor obtenido por Lozic (2013). En esta memoria, la media de los datos obtenidos a través de refractómetro grados Brix fue de 24,8%, un punto porcentual superior a lo encontrado por Lozic (2013) y Quigley *et al.*, (2013), y un punto porcentual inferior a lo encontrado por Biemann *et al.*, (2010). El valor mínimo obtenido fue de 10% grados Brix, lo que señala la presencia de un calostro de mala calidad. Este valor fue menor a lo encontrado por Lozic (2013), Quigley *et al.*, (2013) y Biemann *et al.*, (2010), de 11%, 12% y 13,5% respectivamente. Se encontró un mayor número de calostros con calidad menor al 20% grados Brix (26 vs 13) que en el estudio de Quigley *et al.*, (2013). De las 183 muestras de calostro analizadas por Quigley *et al.*, (2013), el mayor porcentaje de ellas presentó un valor Brix de 25%, similar porcentaje al encontrado en este estudio. Por otro lado Lozic (2013), de un total de 105 muestras de calostro, obtuvo una moda de 23% grados Brix, dos puntos porcentuales inferiores a lo encontrado en esta memoria.

En cuanto a los instrumentos, se encontró un mayor porcentaje de calostros de buena calidad con el calostrómetro (75,5%) que con el refractómetro grados Brix (72,5%). Esto puede deberse a la capacidad de sobreestimar la calidad calostrálica y los factores externos

que pueden afectar la lectura del instrumento como lo describe Godden (2008) en su documento *“Colostrum Management for Dairy Calves”*. Era de esperarse una mayor sobreestimación por parte del calostrómetro debido a su baja sensibilidad (32%) para detectar calostro de baja calidad y, por lo tanto, se esperaba un mayor porcentaje de falsos negativos de lo encontrado. De igual manera, en ambos casos, los calostros de buena calidad superan el 70%, a pesar de lo expuesto por Scheidegger (2013), donde menciona que muchas veces es difícil encontrar calostros de calidad adecuada, sobre todo en vacas de alta producción.

Se observó una concordancia moderada a través del coeficiente de Kappa de Cohen ( $k=0,4$ ) entre los instrumentos para clasificar calostros con  $\leq 50$  mg/ml y  $>50$  mg/ml de IgG. Esto quiere decir que existe un 40% de similitud entre los resultados obtenidos con ambos instrumentos, no considerando la concordancia obtenida por el azar. No se encontró una concordancia fuerte entre los resultados obtenidos, por lo que no se podría concluir que podrían ser utilizados cualquiera de los dos métodos para evaluar la calidad calostrual y así, utilizar el criterio económico para seleccionar entre el calostrómetro o refractómetro grados Brix como instrumento para el manejo del calostro en una lechería. Estos resultados generan una interrogante sobre qué método utilizar para evaluar eficientemente la calidad del calostro considerando solamente este valor de Kappa. Por lo tanto, para elegir el mejor método es importante fijarse en otros factores como: la precisión, la facilidad de utilización, el manejo de las muestras, la experiencia del personal y el menor efecto de factores externos en la lectura del instrumento. Es importante mencionar que el coeficiente de Kappa de Cohen no aporta información sobre la calidad de la medición realizada por ambos instrumentos (Cerdea y Villarroel, 2008), por lo tanto, puede existir concordancia entre los resultados obtenidos con ambos métodos pero a su vez ambos resultados pueden estar equivocados, es decir, ambos pueden clasificar un calostro como de buena calidad cuando en realidad no lo es.

En cuanto al número de lactancia y la calidad del calostro, no existe correlación estadísticamente significativa entre ambas variables cuantitativas, lo que quiere decir que no existe un aumento o disminución significativa de la concentración de inmunoglobulinas a medida que aumenta o disminuye el número de lactancia. Lo anterior coincide con el estudio realizado por Flores y Romero (2013), que expresa que no existe una correlación estadísticamente significativa, pero sí una cierta tendencia a una disminución de la gravedad específica del calostro a medida que aumenta el número de partos. En este

estudio se encontró una relación inversa: a mayor número de lactancia mejor calidad. Rodríguez *et al.*, (2013) tampoco encontró una diferencia significativa entre la calidad del calostro en el primer ordeño entre primíparas y multíparas, coincidiendo con lo encontrado en este estudio. Bielmann *et al.*, (2010) confirma esta información a través de los grados Brix, describiendo que el promedio de grados Brix obtenidos fueron similares entre vacas primíparas y multíparas; incluso que en las primeras fue ligeramente superior. Por el contrario, Kehoe *et al.*, (2011) y Fortin y Perdomo (2009) sí encontraron una correlación positiva entre el número de lactancia y la calidad. Kehoe *et al.*, (2011) encontró mejores calidades del calostro en vacas de tercera y cuarta lactancia, y Fortin y Perdomo (2009) en vacas de segunda y tercera lactancia.

La literatura describe que las vacas con un mayor número de lactancias tienden a producir calostros de mejor calidad debido a una mayor exposición a patógenos, mayor capacidad secretora de la glándula mamaria y un mecanismo activo de transporte de inmunoglobulinas (Morin *et al.*, 2001; Campos *et al.*, 2007; Elizondo; 2007a; Basurto, 2010; Indra *et al.*, 2012; Botero, 2013), por lo que, en muchas lecherías descartan el calostro de vacas de primer parto. Sin embargo en este estudio, y en otros estudios mencionados anteriormente, se evidencia una correlación no significativa entre número de lactancia y la calidad calostrual. Además, el 71% de los calostros producidos por vacas de primer parto, medidos a través de los dos métodos, fueron de buena calidad (>50 mg/ml IgG), bastante similar a lo obtenido en vacas de dos o más lactancias (76,9% y 72,9% con calostrómetro y refractómetro grados Brix respectivamente). Esto demuestra que las vacas de primer parto son capaces de producir un calostro de igual o superior calidad que las vacas dos o más partos.

Las vacas de primera lactancia pueden producir buenas calidades del calostro debido a los manejos a las que son sometidas, tanto sanitarios como alimentarios. Según Arancibia (2009), gracias a los manejos durante el parto se puede mejorar la calidad calostrual en vacas de primer parto. Por ejemplo, el establecer un programa de vacunación adecuado en una explotación lechera desde la crianza permite obtener buenos niveles de inmunoglobulinas calostruales, incluso en vacas primerizas. Si bien es cierto la exposición previa a enfermedades es un factor importante para generar un calostro de buena calidad, el hecho de contar con buenos protocolos de vacunación y de alimentación en el periodo seco y parto, aporta los factores o componentes inespecíficos del calostro fundamentales para lograr una buena inmunidad por parte del ternero. Por otro lado,

Campos (2014)<sup>1</sup> menciona que existe un factor genético que podría favorecer una mayor expresión de receptores de IgG en la glándula mamaria de las vacas primerizas, lo cual se traduciría en una mayor concentración de esta inmunoglobulina en el calostro producido. Por lo tanto, no debe descartarse inmediatamente los calostros de vacas de primera lactancia, ya que se puede estar perdiendo una fuente importante de inmunidad que permitirá una adecuada protección en las terneras. Godden (2008) y Flores y Romero (2013) ratifican que se puede utilizar el calostro de vacas de primer parto.

En cuanto al efecto predial, dos de las cuatros lecherías donde se realizó el estudio presentaban valores más alto en cuanto a calidad con ambos instrumentos. Flores y Romero (2013) también encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los predios de acuerdo a la calidad calostrada, siendo una de sus lecherías las que presentaba gravedades específicas mucho más altas que las otras tres medidas a través del calostrómetro. Los valores máximos fueron similares entre las lecherías, no así los valores mínimos, siendo la lechería número 1 aquella con los menores valores tanto de gravedad específica como grados Brix.

Es posible pensar que las diferencias encontradas en cuanto a la calidad calostrada entre los predios lecheros en estudio puede deberse al factor humano, que puede traducirse en una falla en la toma de muestras y el registro de los datos, pero considerando que se capacitó adecuadamente a los trabajadores, se evaluó en terreno el trabajo de estos y se aseguró en todo momento que la toma de muestra y el registro de los datos se realizara de manera correcta, es poco probable que las diferencias entre lecherías se deban principalmente a este factor.

Las diferencias encontradas entre lecherías pueden deberse a diversos factores que influyen en la concentración de inmunoglobulinas, como se mencionó en la revisión bibliográfica, y que no fueron registrados en este estudio, como por ejemplo el volumen de calostro producido y las raciones del periodo seco y preparto. Según lo descrito, si se producen más de 8,5 litros de calostro en el primer ordeño, este tiende a ser de menor calidad (Elizondo, 2007a; Godden, 2008; Botero, 2013). La calidad calostrada también puede verse afectada por el largo del período seco y el preparto, pues si este es muy corto, no se alcanzan a acumular la cantidad necesarias de inmunoglobulinas y factores inespecíficos para generar un buen calostro (Elizondo, 2007a; Godden, 2008). De igual manera, si existe demora en la recolección del calostro, aumentará el volumen de calostro

producido pero la calidad de este se verá reducida (Scheidegger, 2013). Otros factores que pueden afectar la concentración de inmunoglobulinas son los manejos sanitarios previos al parto (Godden, 2008), al igual que las dietas bajas en proteína o energía durante el periodo seco, pues pueden provocar una disminución en la producción de calostro, y a su vez, una disminución en la concentración de inmunoglobulinas (Campos *et al.*, 2007). Incluso pueden existir variaciones estacionales en cuanto a la calidad calostrual (Arancibia, 2009). La jerarquización del grupo de preparto también es importante, ya que puede generar competencia por el espacio, alimento y agua provocando la caída de la ingesta de materia seca durante este periodo crítico en la producción de calostro, pudiendo llegar a afectar la calidad.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, es esperable que existan variaciones entre lecherías debido a la gran cantidad de factores que pueden influir directa e indirectamente en la calidad del calostro producido por una vaca. El hecho de que las lecherías 2 y 3 presenten valores más elevados de gravedades específicas y grados Brix puede deberse no solo a una mayor exposición a desafíos por parte de las madres en estas lecherías, sino también al hecho de contar con prácticas de manejos adecuadas, como protocolos de vacunación y una buena alimentación durante el periodo seco y preparto que permitan cubrir todos los requerimientos nutricionales y lograr obtener un calostro de adecuada calidad para proteger a las terneras las primeras semanas de vida, y así alcanzar una producción óptima por parte de estas futuras vacas lecheras.

## 7 CONCLUSIONES

- Sobre el 72% de los calostros evaluados por ambos instrumentos presentaron concentraciones de inmunoglobulina G mayores a 50 mg/ml, por lo tanto, fueron considerados como de buena calidad.
- Para elegir el método a utilizar no podemos basarnos en el resultado del coeficiente de Kappa de Cohen, porque a pesar de existir una concordancia entre los resultados, ésta solo fue moderada. Es por esto que la elección del método debe basarse en otros factores como la facilidad de utilización, precisión, efecto de factores externos, entre otros.
- Sin analizar los factores nutricionales y de manejo sanitario preventivo durante los periodos de secado, podemos concluir que las vacas de primera lactancia pueden producir calostro de buena calidad, tal como las vacas de dos o más lactancias. De tal forma, no se recomienda descartar el calostro de estas vacas, si no evaluarlo, utilizarlo y/o almacenarlo en caso de presentar concentraciones > 50 mg/ml de IgG, tal como se procede con el calostro de vacas de más lactancias.
- A pesar de estar ubicadas en la misma región geográfica, existen diferencias entre los predios respecto a la calidad calostrual. Las lecherías 2 y 3 presentaron promedios superiores tanto en gravedad específica como grados Brix. Esto se debería a que el manejo efectuado en cada lechería afectaría, directa e indirectamente, la calidad calostrual. Es por esto que la calidad del calostro debe determinarse de manera específica en cada lechería, y no de manera regional.
- Con el refractómetro grados Brix, los productores lecheros tienen una herramienta nueva y confiable para mejorar el manejo del calostro en sus lecherías y el desempeño en el área de crianza. Este instrumento funciona de manera similar al calostrómetro, pero tiene la ventaja de ser más preciso, simple y menos frágil.
- Ambos instrumentos permiten evaluar la calidad del calostro, pero la facilidad de utilización, la precisión del instrumento, el manejo de las muestras, la experiencia del operador y el efecto de factores externos en la lectura son factores a



considerar para la elección adecuada entre ambos métodos indirectos de evaluación, y así determinar la calidad del calostro de manera adecuada y confiable en los planteles lecheros del país para, de esta manera, realizar un buen manejo del calostro a nivel de la crianza de terneras.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

**ARANCIBIA, R.** 2009. Manejo del ternero recién nacido. *TecnoVet* 15(1): 23-26.

**BASURTO, V.** 2010. Manejo del Calostro en Becerras. [En línea] <<http://cofocalec.org.mx/admin/uploads/files/MANEJO%20DEL%20CALOSTRO%20EN%20BECERRAS.pdf>> [Consulta: 02/10/13].

**BIELMANN, V.; GILLAN, J.; PERKINS, N.R.; SKIDMORE, A.L.; GODDEN, S.; LESLIE, K.E.** 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 93: 3713-3721.

**BOTERO, J.** 2013. Manejo Perfecto del Calostro. [En línea] <<http://www.digal.com.mx/memorias2013/14%20Manejo%20Perfecto%20del%20Calostro%20-%20Jorge%20Botero.pdf>> [Consulta: 24/12/13]

**CAMPOS, M.** 2000. Determinación de la actividad sérica de la enzima gamma-glutamilttransferasa como indicadora del consumo de calostro en terneros. Tesis de grado Licenciado en Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. 31p.

**CAMPOS, R.; CARRILLO, A.; LOAIZA, V.; GIRALDO, L.** 2007. El Calostro: Herramienta para la Cría de Terneros. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Departamento de Ciencias Animales. 12 p.

**CAMPOS, M.** 2013. La importancia del calostro, horas y acciones claves. *Revista DLECHE* (58): 16-19.

**CERDA, J; VILLARROEL, L.** 2008. Evaluacion de la concordancia inter-observador en investigacion pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr* 2008; 79 (1): 54-58.

**CHIGERWE, M.; TYLER, J.; MIDDLETON, J.; SPAIN, J.; DILL, J.; STEEVENS, B.** 2008. Comparison of four methods to assess colostral IgG concentration in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc* 2008;233: 761–766.

**DAIRY AUSTRALIA.** 2012. Tools to determine colostrum quality. [En línea] <<http://www.dairyaustralia.com.au/~media/Documents/Animals%20feed%20and%20environment/Animal%20health/Rearing%20healthy%20calves%20manual/Tools%20to%20determine%20colostrum%20quality.pdf>> [Consulta: 26/06/13]

**ELIZONDO, J.** 2007a. Importancia del calostro en la crianza de terneras. Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) informa. N°40: 53-55.

**ELIZONDO, J.** 2007b. Alimentación y manejo del calostro en el Ganado lechero. *Agronomía Mesoamericana* 18 (2): 271- 281. 2007.

**FORTIN, A.M.; PERDOMO, J.J.** 2009. Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. Tesis de título de Ingeniero en Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. 18p.

**FLORES, R.; ROMERO, A.** 2013. Calidad del calostro y estatus inmunitario de terneras en su primera semana de vida por medio de la densidad de proteínas séricas en cuatro ganaderías de lecheras del departamento de Sonsonate, El Salvador. Tesis de título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria, El Salvador. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. 65p.

**GODDEN, S.** 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin Food Anim* 24 (2008): 19-39.

**HEINRICHS, J.; JONES, C.** 2011. Colostrum Management Tools: Hydrometers and Refractometers. *Dairy & Animal Science*. The Pennsylvania State University. 5p.

**INDRA, E.; DAINA, K.; JELENA, Z.** 2012. Analysis of Factors Influencing Immunoglobulin Concentration in Colostrum of Dairy Cows. *Lucrari Stiintifice Journal* 57: 256-259.

**JASTER, E. H.** 2005. Evaluation of Quality, Quantity, and Timing of Colostrum Feeding on Immunoglobulin G1 Absorption in Jersey Calves. *J. Dairy Sci.* 88: 296-302.

**KEHOE, S.I.; HEINRICHS, A.J.; MOODY, M.L.; JONES, C.M.; LONG, M.R.** 2011. Comparison of immunoglobulin G concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrums. *The Professional Animal Scientist* 27 (2011): 176-180.

**LANDIS, J.R.; KOCH, G.G.** 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33:159-174.

**LOZIC, S.A.** 2013. Calibración de refractómetro Brix para la determinación del contenido de Inmunoglobulina G en el calostro bovino. Tesis de título de Ingeniero Agrónomo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 37p.

**MEDINA, C.M.** 2012. Transferencia de la inmunidad a las becerras. Memorias del III Foro sobre Tópicos Selectos en Producción Animal. Avances de Inmunología Aplicada a la Producción Animal. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. p. 45-119.

**MELLA, C.** 2003. Factores a considerar para el logro de una adecuada alimentación con calostro. Circular de extensión técnico ganadera. N° 29. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Animal.

**MENARES, C.** 2011. Efecto del uso del calostro comercial sobre la inmunidad pasiva en terneros Holstein nacidos en invierno. Tesis de título de ingeniero agrónomo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 87p.

**MORIN, D.E.; CONSTABLE P.D.; MAUNSELL, F.P.; MCCOY, G.C.** 2001. Factors Associated With Calostrical Specific Gravity in Dairy Cows. J. Dairy Sci. 84:937–943.

**MORRILL, K.M.; CONRAD, E.; POLO, J.; LAGO, A.; CAMPBELL, J.; QUIGLEY, J.; TYLERT, H.** 2012. Estimate of calostrical immunoglobulin G concentration using refractometry without or with caprylic acid fractionation. J. Dairy Sci. 95: 3987-3996.

**QUIGLEY, J.D.; LAGO, A.; CHAPMAN, C.; ERICKSON, P.; POLO, J.** 2013. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. J. Dairy Sci. 96 :1148–1155.

**RODRÍGUEZ, K.; SALAZAR, M.; NÚÑEZ, G.** 2013. Producción y calidad de calostro en el primer y segundo ordeño posparto. AGROFAZ. Vol 13. Número 3.

**SCHEIDEGGER, A.** 2013. Manual de Atención del Parto y Manejo del Calostro. Revista DLECHE (58): 21-22.

**SHOOF INTERNATIONAL CHILE LTDA.** 2013. Parto y Cría. [En línea] <[http://www.shoof.cl/spcatalogue/page\\_6.pdf](http://www.shoof.cl/spcatalogue/page_6.pdf)> [Consulta: 07/03/14].

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO.** 2012. Tema 1: Correlación Lineal.[En línea]

<[http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/u3tema\\_1\\_coeficiente.pdf](http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/u3tema_1_coeficiente.pdf)>  
[Consulta: 12/08/14]

## 9 ANEXOS

**Anexo 1:** Instrucciones para la toma de muestras que será entregada a los técnicos agrícolas encargados del área de crianza.

### CALIDAD DEL CALOSTRO

#### Instrucciones toma de muestras:

1. Recolectar solo el calostro de la **primera ordeña** a través de un sistema de ordeño mecánico en condiciones adecuadas de higiene y en base a la rutina de ordeña utilizada en cada lechería. Se debe asegurar que la ubre esté limpia y que el envase se encuentre limpio y seco. Se debe recolectar el calostro de todas las vacas.
2. Mantener el calostro en envases limpios para permitir que este se enfríe a temperatura ambiente. Tomar la temperatura del calostro con un termómetro de leche. El calostro debe tener entre **20-25°C** para realizar la medición.
3. Recolectar **250 ml** de calostro para evaluar la calidad con ambos instrumentos.

#### Evaluación con el calostrómetro:

1. Colocar 250 ml de calostro en una probeta graduada y remover la espuma sobrante.
2. Ingresar el instrumento en la probeta de forma perpendicular dejándolo flotar libremente.
3. Con el instrumento flotando en el recipiente, determinar la calidad leyendo la escala de colores y gravedades que se ubica justo sobre la porción sumergida del instrumento.
4. Anotar el **color** y el **valor de gravedad específica** observado en la hoja de registros.

#### Evaluación con el refractómetro grados Brix:

1. Previo a la utilización, **calibrar** el instrumento utilizando 2 a 3 gotas de agua destilada y observar que las zonas oscuras y claras marquen 0%.

2. Colocar **2 a 3 gotas** de calostro sobre el prisma del instrumento y permitir que se esparzan homogéneamente sobre la superficie.
3. Colocar el instrumento de forma paralela hacia un haz de luz para observar el resultado que aparece entre las zonas oscuras y claras, identificando una línea azul en la escala. El resultado debe leerse en porcentajes.
4. Anotar el **porcentaje** observado en la hoja de registros.
5. Dejar limpio el prisma del refractómetro con agua destilada para no afectar la siguiente medición.

**Anexo 2:** Ejemplo de registro a utilizar en las lecherías para el registros de los datos obtenidos

N° Muestra	Número de la Vaca	Número de Lactancia	Calostrímetro		Refractómetro grado Brix (%)
			Color	Valor gravedad	
1					
2					
3					
4					
5					
6					