

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Calidad y cantidad de calostro en vacas Holstein y su impacto en la  
transferencia de inmunidad en becerros lactantes**

**POR**

**EMMANUEL ORTIZ HERNANDEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DE 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Calidad y cantidad de calostro en vacas Holstein y su impacto en la  
transferencia de inmunidad en becerros lactantes

POR

EMMANUEL ORTIZ HERNANDEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

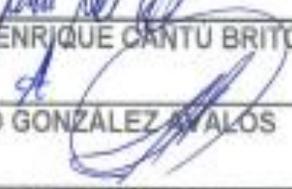
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

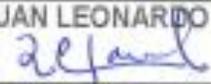
VOCAL:

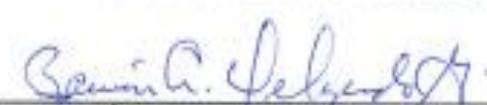
  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVILÓS

VOCAL:

DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

VOCAL SUPLENTE:

  
MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Calidad y cantidad de calostro en vacas Holstein y su impacto en la  
transferencia de inmunidad en becerras lactantes

POR  
EMMANUEL ORTIZ HERNANDEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
\_\_\_\_\_

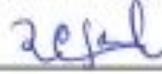
DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

ASESOR:

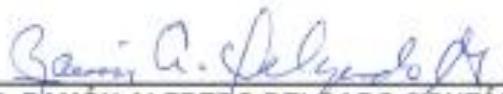
  
\_\_\_\_\_

DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_

MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS

  
\_\_\_\_\_

MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



ANIMAL de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

**A dios** por dejarme culminar una etapa más en mi vida, darme salud y sobretodo las fuerzas para sacar adelante este proyecto y así lograr uno de mis más grandes sueños.

**A mis padres** Olivia Hernández Ramos y Jesús Ortiz Hernández por todo su cariño, su amor y comprensión, por el gran esfuerzo que realizaron para sacarme adelante a pesar de muchas adversidades son un gran ejemplo para mí y los amo con todo mi ser, les quedo agradecido eternamente por darme esta oportunidad.

**A mi novia** Jessica Sifuentes Martínez, por estar con migo siempre y apoyarme en cada una de mis metas, eres muy importante para mi.

**A mi hijo** Dylan Ortiz Sifuentes quien le trajo alegría a mi vida, y quien es mi inspiración cada día.

**A mi asesor**, el Dr. Ramiro González Avalos por su apoyo y dedicación cuya disposición y ayuda hicieron posible este trabajo, muchísimas gracias.

**A mi amiga** cristina soto, quien me acompañó durante toda la carrera y con quien compartí muchos momentos increíbles gracias por tu amistad cris.

**A mis tíos y primos** por su apoyo incondicional y por mantenernos unidos, fomentando los buenos valores y procurarnos siempre.

**A mis amigos** Alex, Gerardo, Betancourt, y Jonathan. Que son grandes personas y que seguramente llegaran muy lejos eso les deseo de todo corazón.

**A mis compañeros** de la OISA Cd. Acuña por orientarme y aclárame cada uno de los procesos que hay se realizaban, por su amabilidad, confianza y respeto.

## DEDICATORIAS

**A mi abuelo** Juvencio Hernández González, esto es para ti, por tu amor, tu paciencia y tus cariños por cada sonrisa y gran recuerdo que dejaste en cada uno de tus nietos, fuiste una gran persona y siempre te admirare, te amo papa donde quiera que estés.

**A mi abuela** Eufemia Ramos Mendoza por todo tu cariño, tu apoyo y las grandes enseñanzas que me has dejado, espero tenerte muchos años más a mi lado.

**A mi hermana** Alondra Ortiz Hernández por todo su amor y cariño, por creer en mí y por todos esos momentos que compartimos en nuestra infancia, te quiero mucho.

**A mi universidad** por darme una formación y convertirme en una persona de bien, por brindarme su enseñanza y el cobijo del saber. Gracias mi Alma Terra Mater.

### **A todos los que intervinieron en mi educación**

Mis tíos, primos y abuelos, que siempre me brindaron su apoyo incondicional en los momentos más difíciles, gracias.

## RESUMEN

El calostro es la primera fuente de nutrientes para la becerria después del nacimiento cuya absorción es esencial para proteger a becerrias contra infecciones entéricas. El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad y cantidad de calostro producido por vacas primíparas y multíparas; además, la transferencia de inmunidad en becerrias al suministrar el calostro de las mismas. Se ordeño a las vacas primíparas y multíparas dentro de las 24 h pos-parto. Posterior a la colecta, se determinara la densidad del calostro de cada animal por medio de un calostrometro (Biogenics, Mapleton, Or) a una temperatura de 22°C al momento de la medición. La proteína sérica se empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerrias. Consideró  $> 5.5 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$ , una transferencia exitosa de inmunidad pasiva. Los valores encontrados de inmunoglobulinas en el presente trabajo oscilan entre 10 y 110 mg/ml. El 70% de las muestras tienen adecuada cantidad de Ig, el 30% presentan una inadecuada cantidad. Los valores observados para proteína sérica son, menor  $4.8 \text{ g/dL}^{-1}$  y el mayor  $8.2 \text{ g/dL}^{-1}$ ; la media obtenida fue de  $6.5 \text{ g/dL}^{-1}$ . Este valor en particular es mayor al que se utiliza como referencia de una transferencia exitosa de inmunidad pasiva en las becerrias que es de  $5.5 \text{ g/dL}^{-1}$ . Se puede concluir que las vacas primíparas producen calostro de buena calidad, al igual que las vacas multíparas. En relación a la transferencia de inmunidad ésta fue exitosa en un 95.3% suministrando calostro de calidad.

**Palabras clave:** becerrias, calostro, desarrollo, inmunidad pasiva.

## Índice general

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
Índice de cuadros.....	vi
Índice de figuras.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1Objetivo.....	2
1.2Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Transferencia de Inmunidad Pasiva.....	3
2.2 Metas en crianza.....	6
2.3 Administración del Calostro y sus Beneficios.....	7
2.4 Factores que afectan la transferencia de inmunidad.....	7
2.5 Composición del calostro.....	8
2.6 Cantidad de Calostro a Suministrar.....	10
2.7 Métodos de Administración del Calostro a las Crías.....	11
2.8 Absorción de Ig en el Intestino Delgado.....	11
2.9 Diferentes Tipos de Ig.....	12
2.10 Calidad de Calostro.....	13
2.11 Descripción de Factores que intervienen en la producción de calostro, raza	14
2.12 Duración del periodo seco.....	15
2.13 Estado nutricional de las vacas.....	15
2.14 Almacenamiento del calostro.....	16
2.15 Evaluación de la calidad del calostro.....	17
2.16 3.1 Inmunodifucion radial.....	18
2.17 Espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano.....	18
2.18 Refractometria.....	19
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1 Localización.....	20
3.2 Animales en estudio.....	21

3.3	Variable evaluada.....	21
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
5	CONCLUSIONES .....	27
6	LITERATURA CITADA .....	28

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Tiempo transcurrido postparto y los % de absorción de inmunoglobulinas.....	4
Cuadro 2. Cantidad de calostro suministrado y mortalidad, desde la primera semana de vida hasta los seis meses de edad.....	5
Cuadro 3. Concentración relativa y actividad de las principales Ig.....	6
Cuadro 4. Cantidades de calostro requerida por alimentación, en función de la raza y peso al nacimiento, raza pequeña Jersey, mediana Ayrshire, grande Holstein y Pardo Suizo.....	7
Cuadro 5. Característica y composición del calostro y leche del ganado Holstein.....	10
Cuadro 6. Tabla de frecuencias de la transferencia de inmunidad pasiva (g/dL <sup>-1</sup> ) en becerras Holstein, alimentadas con calostro.....	27

## Índice de figuras

Figura 1. Aumento de Ig conforme el número de lactancias.....	16
Figura 2. Histograma de la densidad del calostro de vacas de primer parto Holstein.....	25
Figura 3. Histograma de la densidad del calostro de vacas multíparas Holstein.....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

El calostro es la primera fuente de nutrientes para la becerro después del nacimiento y es además una fuente importante de inmunoglobulinas (Ig), cuya absorción es esencial para proteger a becerros contra infecciones entéricas, las cuales son la razón principal de mortalidad durante las primeras semanas de vida (Wells *et al.*, 1996). Además, de las Ig el calostro bovino contienen altas concentraciones de vitaminas, factores de crecimiento, antimicrobianos no específicos y otros compuestos bioactivos, los cuales contribuyen a su composición verdaderamente única (González *et al.*, 2012).

El contenido de Ig en el calostro y la leche es altamente dependiente de las especies animales, lo mismo ocurre con la proporción relativa de las clases de Ig. Estas diferencias de especies son adaptaciones a las estrategias reproductivas de los animales y el grado de maduración de las crías al nacer, las especies animales se pueden dividir en tres clases, especies en las que las Ig se transfieren principalmente al feto a través de la placenta (humanos y conejos), especies en la que sus crías nacen agammaglobulinémicos y la transmisión se produce a través de secreciones mamarias (caballos, cerdos, vacas y cabras) y especies en las que las inmunoglobulinas se transfieren tanto a través de la placenta y las secreciones mamarias; ratas, ratones y perros (Hurley y Theil, 2011).

La placenta de la vaca constituye una barrera inmunológica que no permite el paso de las macromoléculas de las Ig hacia la sangre del feto. Al nacer, el ternero se halla desprotegido ante los microorganismos patógenos del medio extrauterino, sin embargo, durante las dos o tres semanas anteriores al parto, la

vaca acumula en el calostro o primera secreción mamaria una cantidad suficiente de Ig, lo que constituye un factor inmunológico insustituible para la supervivencia de los neonatos desde los primeros momentos de vida (Plaza e Ibalmea, 2009). La protección inmunológica del neonato, durante las primeras semanas, depende de la ingestión oportuna de calostro de buena calidad, así como de la eficiente permeabilidad intestinal durante las primeras horas de vida, desafortunadamente, la producción de calostro con altos niveles de anticuerpos, así como la adecuada ingestión por parte de la cría no siempre son las esperadas, desencadenándose la denominada falla de transferencia pasiva (Flodr *et al.*, 2012).

Basado en diversas investigaciones, existen cuatro factores que contribuyen a una exitosa transferencia de inmunidad pasiva; alimentar con calostro de una alta concentración de Ig (>50 g/l), suministrar un adecuado volumen de calostro, ofrecer este en las primeras dos horas después del nacimiento y minimizar la concentración de bacterias del mismo (Arrollo y Elizondo, 2014).

### **1.1Objetivo**

Evaluar la calidad y cantidad de calostro producido por vacas primíparas y multíparas

Evaluar la transferencia de inmunidad en becerras al suministrar el calostro de vacas primíparas y multíparas.

### **1.2Hipótesis**

La calidad del calostro es mayor en vacas multíparas y por consiguiente se incrementa la transferencia de inmunidad a las becerras.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Transferencia de Inmunidad Pasiva

Las becerras recién nacidas dependen de la ingestión de Ig presentes en el calostro durante las primeras horas de vida para protegerse contra enfermedades infecciosas en la etapa temprana, este proceso es conocido como transferencia de inmunidad pasiva, el calostro también provee al neonato carbohidratos, grasas y proteínas que funcionan como combustibles metabólicos, una variedad de factores afectan la transferencia de inmunidad como el tiempo que transcurre desde que la ternera nace hasta que consume el calostro y la cantidad de Ig consumidas, que a la vez se ve afectada por el volumen consumido y la concentración de Ig presentes en el mismo (Elizondo, 2015).

Los anticuerpos maternos o las Ig, no pueden traspasar la placenta. Por esta razón es muy importante que los recién nacidos consuman una suficiente cantidad de calostro de alta calidad. Los cabritos, corderos y terneros nacen sin tener un sistema de inmunidad totalmente desarrollado. Durante los meses que tardan en desarrollar sus sistemas de inmunidad dependen completamente de los anticuerpos del calostro (Lazzaro, 2001).

El factor más importante en el desarrollo de las becerras es el adecuado e inmediato consumo de calostro después del parto, ya que es la primera fuente de nutrientes después del nacimiento, esto no se debe retrasar durante más de 9 horas del nacimiento, para la adecuada transferencia de inmunidad pasiva, las características inmunológicas de calostro son altas durante cuatro días después del parto, sin embargo su potencia inmunológica se pierde a los catorce días, la función de los anticuerpos en el sistema inmune es neutralizar y opsonizar

bacterias y otras partículas extrañas en el organismo, la absorción intacta de las Ig (Cuadro 1) se produce durante las primeras horas después del nacimiento (Quezada *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Tiempo transcurrido postparto y los % de absorción de Ig (Yepes y Prieto, 2011).

Horas en vida	% En absorción de Ig
2 h	100 %
9 h	50 %
12 h	30 %
24 h	0 %

El sistema inmune de la becerro al nacimiento es inmaduro e incapaz de producir suficientes Ig para combatir infecciones, adicionado a ello, la estructura de la placenta bovina previene la transferencia de Ig séricas de la madre al feto antes del nacimiento consecuentemente la ternera nace sin inmunidad humoral (anticuerpos) adecuada y depende casi totalmente de la transferencia pasiva de Ig maternas presentes en el calostro (Elizondo, 2007).

Para obtener una adecuada transferencia pasiva en las terneras, estas deben consumir una cantidad suficiente de calostro (Cuadro 2) con una concentración adecuada de anticuerpos lo más temprano posible (Fernández *et al.*, 1994).

Por lo tanto la acumulación de secreciones lácteas en la glándula mamaria en las últimas semanas de gestación es importante porque contiene anticuerpos y linfocitos específicamente sensibilizados contra la mayoría de microorganismos de su entorno hasta que el ternero desarrolle su inmunidad activa (Fortín y Perdomo, 2009).

Cuadro 2. Cantidad de calostro suministrado y mortalidad, desde la primera semana de vida hasta los seis meses de edad (Matamala, 2014).

Cantidad en calostro (Kg)	Mortalidad %
2-4	15.3
5-8	9.9
8-10	6.5

Los neonatos que ingieren calostro de buena calidad, o que tienen niveles más altos de Ig en el suero durante la primera semana de vida tienen una menor morbilidad y mortalidad, que terneros con niveles de Ig más bajos (Williams *et al.*, 2014).

El calostro de alta calidad contiene Ig, que cuando se absorben a través del tracto gastrointestinal del ternero, dan lugar a una transferencia pasiva de inmunidad, las Ig se pueden dividir en cinco categorías: IgA, IgG, IgM, IgD e IgE todas con diferentes concentraciones en el calostro (Cuadro 3). Las IgG es la Ig dominante en el bovino y está vinculada a la resistencia de enfermedades, Ig A es escasa ya que protege contra patógenos intestinales y podría interferir con el desarrollo de la flora del rumen, Ig M se produce en cantidades más pequeñas y es eficiente en la destrucción de virus (Mendenonsa, 2011).

Además de las Ig, el calostro bovino contiene altas concentraciones de vitaminas, factores de crecimiento, antimicrobianos no específicos y otros compuestos bioactivos, los cuales contribuyen su composición verdaderamente única. (González *et al.*, 2012).

Cuadro 3. Concentración relativa y actividad de las principales Ig (Matamala, 2010).

Tipo	% Total	Función
Ig G	80-85	Destruye microorganismos nocivos
Ig A	8-10	Protege contra patógenos intestinales
Ig M	5-12	Destruye microorganismos a nivel sangre

## 2.2 Metas en crianza

La importancia de una adecuada crianza de terneras radica no solamente en la disminución de la morbilidad y mortalidad, sino que además permite economizar recursos erogados por tratamientos, pérdidas por falta de desarrollo y retraso de la producción, considerándose primordial lograr una vaca saludable y productiva, por ello la base para alcanzar estos objetivos es un adecuado suministro de calostro (Cuadro 4) a las crías recién nacidas (García *et al.*, 2006).

Por lo tanto el suministro de calostro es esencial en las primeras horas, pues el nivel de Ig séricas en el neonato es un factor que determina la resistencia del mismo a enfermedades infecciosas durante el primer mes de vida, evitando así el impacto económico que tiene para la ganadería la falla en la transferencia de inmunidad pasiva, esto se debe a que diferentes especies, incluyendo los bovinos, tienen un déficit en su respuesta inmune, por el tipo de placentación que no permite el paso de anticuerpos (Acs) de la madre al feto, lo que trae como consecuencia que los terneros recién nacidos se encuentren bajo una condición de inmunosupresión y que solo puede corregirse con la transferencia de inmunidad natural pasiva a través del calostro (Aricada *et al.*, 2004).

Cuadro 4. Cantidades de calostro requerida por alimentación, en función de la raza y peso al nacimiento, raza pequeña Jersey, Mediana: Ayrshire, Grande: Holstein y Pardo suizo (Wattiaux, 2000).

Raza	Pequeña		Mediana		Grande	
Peso corporal kg	25	30	35	40	45	50
Calostro kg	1.25	1.50	1.75	2.0	2.25	2.50

### **2.3 Administración del Calostro y sus Beneficios**

Los anticuerpos son proteínas que se encuentran normalmente en el torrente sanguíneo estas son componentes vitales del sistema inmune que ayudan a identificar y destruir bacterias así como otras partículas extrañas (antígenos) que han invadido el cuerpo, lamentablemente los anticuerpos no se encuentran presentes en el torrente sanguíneo de las becerras al momento de nacer debido a que no pueden cruzar la placenta como ya se mencionó, sin embargo al ser alimentada con calostro de buena calidad y en cantidad suficiente los anticuerpos son absorbidos en el intestino, brindándole protección inmediata (Wattiaux, 2000).

### **2.4 Factores que afectan la transferencia de inmunidad**

Existen algunas causas principales por las cuales fracasa la transferencia adecuada de Ig al neonato como la baja calidad o la secreción insuficiente de calostro suministrado por la vaca, la escasa ingestión por el ternero, la falla en la absorción intestinal, debido a la pérdida de permeabilidad o bien lo anterior se puede sumar a una reducción en la concentración de Ig en el calostro, cuando una o más de estas causas ocurren en forma independiente o conjunta

él neonato presenta un complejo inmunodepresivo, comúnmente denominado falla en la transferencia de inmunidad pasiva (Carrillo *et al.*, 2009).

Otros factores inherentes a la vaca, factores inherentes a la cría y otros propios del ambiente; con respecto al primer factor se conoce que la calostrogénesis cesa inmediatamente antes del parto, por lo que la primera ordeña tiene una alta concentración de inmunoglobulinas que van disminuyendo hasta ofrecer valores pobres aproximadamente 14 horas después, también el número de partos influye en el volumen de calostro producido y en su calidad considerada por la cantidad de Ig, otros factores incidentes como la conformación y tamaño de la ubre, el instinto materno y la eventual presentación de distocias pueden afectar el acceso de las beceras al calostro, con respecto a las crías el déficit sanitario, debilidad, acceso tardío a la primera toma son causas de la falla de transferencia pasiva debido a que las vacuolas imposibilitan el paso y la absorción de las Igs luego del nacimiento (Gulliksen *et al.*, 2008).

Las condiciones ambientales en las que sobrevive el parto y transcurren las primeras horas de vida de la ternera también influyen en la transferencia de inmunidad ya que en verano, el estrés del calor disminuye la calidad de calostro con respecto a otras estaciones (Botero, 2013).

## **2.5 Composición del calostro**

La secreción calostrual tiene la función de aportar la combinación ideal de lactosa, grasa, proteína e iones (Cuadro 5) para estimular inicialmente en tracto intestinal y las glándulas anexas facilitando los procesos digestivos (Arauz *et al.*, 2011).

Los cuales proveen a la terneras su protección inmunológica durante sus primeras semanas de vida, el calostro contiene un gran número de linfocitos,

neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol, estos factores juegan un papel importante en la estimulación del tracto gastrointestinal y otros sistemas en la ternera recién nacida (Elizondo, 2007).

Los glóbulos blancos del calostro procedentes de la vaca aparentemente tienen la función de ayudar al organismo del recién nacido a defenderse aunque su papel no es conocido totalmente, la insulina va a ayudar a regular la glucosa en la sangre del becerro y las demás son hormonas y moléculas relacionadas con la respuesta y el desarrollo del sistema inmune, el factor de crecimiento también juega un papel muy importante ya que estimula el crecimiento del recién nacido (Botero, 2013).

También el calostro contiene factores antimicrobianos responsables de inmunidad inespecífica, entre estos cabe mencionar a la lisosima que actúa sobre el peptidoglicano de la pared celular de las bacterias, lactoferrina esta provoca la carencia de hierro en las bacterias que son exigentes en este factor para su desarrollo, además de vitaminas y minerales (Fernández *et al.*, 1994).

Cuadro 5. Característica y composición del calostro y leche del ganado Holstein (Elizondo, 2007).

Variable	No de ordeño			Leche
	1	2	3	
Gravedad específica	1.056	1.045	1.035	1.032
Sólidos totales %	23.9	17.9	14.1	12.5

Grasas %	6.7	5.4	3.9	3.6
Sólidos no grasos %	16.7	12.2	9.8	8.6
Proteína total %	14.0	8.4	5.1	3.2
Inmunoglobulinas	6.0	4.2	2.4	0.09
Lactosa %	2.7	3.9	4.4	4.9
Calcio %	0.26	0.15	0.15	0.13
Potasio %	0.14	0.13	0.14	0.15
Sodio %	0.14	0.13	0.14	0.15
Vitamina A µg/dl	295	190	113	34

## 2.6 Cantidad de Calostro a Suministrar

El consumo oportuno de un buen calostro en cantidad suficiente determina que el ternero recién nacido adquiera la concentración de Ig igual o mayor a 10 mg/ml en suero, lo que permite alcanzar hasta un 94 % de animales destetados y saludables, esta protección es esencial para la salud y para un óptimo desarrollo que se refleja en la ganancia de peso y la baja mortalidad si se depende de la inmunidad pasiva (Arauz *et al.*, 2011).

Se administra una cantidad de 2 litros de calostro luego del nacimiento esta es la regla general para aumentar los niveles de Igs en sangre y agotar temporalmente el potencial de absorción de las células intestinales de macromoléculas, disminuyendo al mismo tiempo la permeabilidad a microorganismos y patógenos, además es recomendable el suministro de la misma cantidad entre las 8 y 12 horas de edad y la alimentación en un 10 % del peso de la cría con calostro durante varios días luego del nacimiento (Fortín y Perdomo, 2009).

## **2.7 Métodos de Administración del Calostro a las Crías**

Para que el calostro cumpla con sus atributos, es necesario que sea administrado adecuadamente, vale decir en el tiempo correcto (no más allá de las dos horas de nacido), a la temperatura adecuada (lo más cercano a la temperatura corporal) y en el volumen adecuado, este inmediatamente de ser administrado entra en contacto con las vellosidades intestinales y si no está en su temperatura adecuada retrasa su labor de protección, puesto que la velocidad de ingreso del calostro y de las bacterias productoras de enfermedades es la misma las formas de administración ha merecido la atención de muchas personas, al haberse determinado que la succión desde el biberón garantiza el pasaje del calostro directo al abomaso y consecuentemente al intestino, una alternativa al biberón lo constituye la sonda gástrica en donde el pasaje hacia al abomaso es directo, más limpio, más rápido y en un volumen adecuado, pero su uso no es muy popular probablemente por la dificultad en la técnica de aplicación y los riesgos que representa cuando no está bien aplicado (Delgado, 2001).

## **2.8 Absorción de Ig en el Intestino Delgado**

El intestino delgado de la ternera recién nacida posee la capacidad de absorber inmunoglobulinas, solamente durante las primeras 24 horas de vida, transcurrido este tiempo, se da lo que se conoce como cierre intestinal por esta razón, alcanzar un consumo temprano y adecuado de un calostro de alta calidad, es lo más importante que determinara la salud y supervivencia de las terneras (Guzmán, 2013).

Los neonatos que ingieren 2 L de alta calidad tienen mayores niveles de anticuerpos en el suero en la primera semana de vida además de menos

morbilidad y mortalidad que neonatos que ingirieron calostro en baja calidad y cantidad, las recomendaciones actuales indican que el calostro deberá contener un mínimo de 50 mg/ml de Ig, si no es así se darán 3 o 4 litros dependiendo de la calidad para cubrir el requerido (Williams *et al.*, 2014).

## **2.9 Diferentes Tipos de Ig**

Las principales Ig presentes en el calostro bovino son IgG, IgM e IgA, siendo la IgG la más importante, pues constituye el 85% al 90 % del total de I. Además, es la principal inmunoglobulina absorbida, la IgM comprende cerca de un 7 % y la IgA, cerca del 5% del total de las Ig presentes en el calostro. Existen varias subclases de IgG, Ig 1 e Ig 2 siendo las principales en el suero, todas las Ig monómeras tienen la misma estructura molecular básica que se compone de dos cadenas pesadas y dos cadenas ligeras idénticas. Tanto las cadenas pesadas y ligeras tienen regiones constantes y variables, están unidas por enlaces desulfuro lo que le da una forma clásica de Y, estas pueden atravesar diversos tejidos brindándoles protección (Hurley y Theil, 2011).

El origen de las Ig presentes en las secreciones mamarias son: origen humoral; provienen de la circulación sanguínea de la madre, se concentran en la glándula mamaria y posteriormente cruzan la barrera mamaria hacia el calostro mediante un mecanismo de transporte específico. Origen local, las Ig son sintetizadas directamente en la glándula mamaria principalmente IgA e IgM. Las IgG identifican y ayudan a destruir patógenos invasores, se puede mover fuera del torrente sanguíneo y abrir paso hacia otras partes del cuerpo donde pueden identificar patógenos. IgM son los anticuerpos que sirven como la primera línea de defensa en casos de septicemia permanece en la sangre y protege al animal

de invasiones bacterianas. IgA, protege las superficies mucosas como el intestino, se adhieren y previene a su vez, que los patógenos causen enfermedades (Casas y Canto, 2015).

### **2.10 Calidad de Calostro**

Está influenciada por el número de partos que tuvo la vaca, entre mayor sea este, tienen un porcentaje más alto de anticuerpos, que las vaquillonas de primera parición, porque la vaca de mayor edad seguramente estuvo en contacto con más microorganismos de las enfermedades a las que se ha expuesto, con cada exposición a un nuevo microorganismo, el sistema de defensa del bovino produce más variedad y cantidad de anticuerpos que circulan en el torrente sanguíneo y en el futuro terminan en el calostro (Berra *et al.*, 1999).

La concentración de inmunoglobulinas en el calostro aumenta linealmente con el número de lactancias (Figura 1), hasta alcanzar la cuarta donde se estabiliza (Elizondo, 2007). Además de la lactancia la concentración de Ig se ve influenciada por otros factores, que pueden desencadenar una falla en la transferencia (FTI) de inmunidad en los que se incluye la historia clínica de la vaca, el volumen producido (siendo el calostro de vacas altas productoras menos rico en Igs por efecto dilución), la época del año, la nutrición de la vaca en periodo seco, la raza entre los más importantes en términos de anticuerpos en el calostro producido (Fortín y Perdomo, 2009).

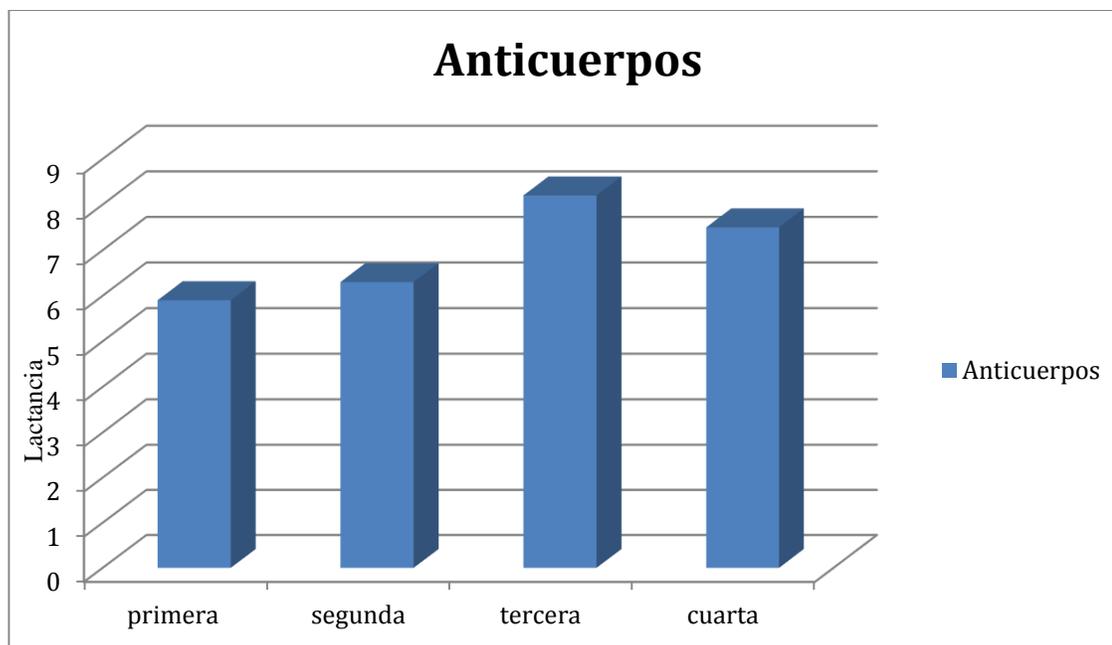


Figura 1. Aumento de Ig conforme el número de lactancias (Berra *et al.*, 1999).

### 2.11 Descripción de Factores que intervienen en la producción de calostro, raza

Al considerar el efecto raza sobre la calidad del calostro, no se encontraron diferencias significativas, Muller y Ellinger (1981) al comparar la concentración de Igs en el calostro de cinco razas de ganado lechero encontraron que el promedio de Igs totales fue de 81, 66, 63, 56 y 96 mg/ml para la raza Ayrshire, pardo suizo, Guernsey, Holstein y Jersey respectivamente. Los autores no discutieron el porqué de las diferencias encontradas, los resultados obtenidos aun significativos no deben generalizarse, ya que en el estudio se utilizó un número limitado de muestras por cada raza. En otro estudio Morril *et al.* (2012) determinaron que la concentración de Ig en el calostro proveniente de vacas de la raza Holstein no difirió significativamente del calostro proveniente de vacas de la raza Jersey 74.2 vs 65.8 mg/ml respectivamente.

### **2.12 Duración del periodo seco**

El manejo en este periodo también influye en la cantidad y calidad de calostro, de modo que la alimentación y el tiempo que permanezca la vaca en esta etapa constituyen factores importantes que permiten una adecuada clostrogenesis, por lo tanto hay que asegurar un adecuado intervalo de descanso (Beltrán, 2011).

Vacas sin periodo seco, o con periodo seco menor a 21 días tienden a producir calostros de menor calidad, ya que no existe el tiempo suficiente para acumular Ig en la glándula mamaria, la duración de este periodo no deberá ser menor a 45 días, aunque por el contrario en otro estudio no se encontró ninguna relación entre el largo del periodo seco y la calidad del calostro producido (Matamala, 2014).

### **2.13 Estado nutricional de las vacas**

Un calostro de buena calidad se produce por vacas con un estado nutricional adecuado, siendo la energía y los aminoácidos algunos de los nutrientes más importantes en el desarrollo de los componentes del sistema inmune, una suplementación o nutrición inadecuada durante el periodo seco generaría una disminución de Ig en el calostro, lo que influye sobre la absorción de las mismas en el ternero. Con una alimentación adecuada se satisfacen los requerimientos que el organismo demanda para el mantenimiento y la producción de calostro con buena calidad, además durante el último tercio de gestación, se desarrolla el tejido secretor y se prepara la glándula mamaria para la lactancia (Aricada *et al.*, 2004).

Por el contrario Campos *et al.*, (2007) señala que dietas bajas en proteína o energía provocan una disminución en la producción de calostro y disminuye la

concentración de Ig. Por esta razón Botero (2013) sugiere que las vacas secas deben recibir una ración un mínimo de 14 a 15 % de proteína cruda.

#### **2.14 Almacenamiento del calostro**

Si bien son ciertas todas las bondades anteriormente mencionadas, se debe resaltar lo susceptible que es a la contaminación y rápida descomposición, lo que lo hace propenso a pérdida de calidad rápidamente si no se conserva de la forma apropiada, por ello para su manejo es posible recomendar una serie de requisitos que puedan llegar a reducir al mínimo la contaminación y mejorar los métodos de conservación, estos conciten principalmente en ordeñar a la vaca lo más pronto posible después del parto, para no desperdiciar calostro de calidad, no mezclar calostro de diferentes vacas, así como recoger el calostro lo más higiénicamente posible, siguiendo todo el protocolo sanitario de un ordeño convencional, desechar calostro proveniente de vacas con mastitis o aspecto anormal que resultaría perjudicial para el becerro ( Yepes y Prieto, 2011).

Así tomando estos parámetros en cuenta se evitara administrar un calostro en descomposición que dificulte la falla de transferencia, hecho que no debe ocurrir si se ha cumplido con los parámetros anteriormente mencionados, se debe procurar empacar el calostro dosificado y en un volumen recomendado de 2 litros para que el proceso de enfriamiento y de calentamiento sea más corto, el calostro apto para el consumo deberá ser guardado y etiquetado estipulando su calidad y fecha en que fue colectado, para de esta manera usarlo en orden de antigüedad y siempre destinar el de mejor calidad para las primeras alimentaciones (Yepes y Prieto, 2011).

Antes de administrar un calostro este deberá ser calentado en baño maría, por un lapso de 25 a 30 minutos, dependiendo de la temperatura, los calostros de buena calidad pueden almacenarse en un refrigerador a una temperatura de 2 a 5 ° durante una semana o ser congelados hasta seis meses para ser utilizados en terneros de vacas de primer parto o en caso de no poder obtener calostro de calidad, generalmente estos calostros son de segundo o tercer parto los calostros de vacas primerizas son bajos en concentraciones de inmunoglobulinas (Franco, 2012).

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

Para poder clasificar el calostro existen varios métodos como el calostrometro que es un método moderno y sencillo este, estima la densidad del calostro por su peso específico, así se cuantifica indirectamente el nivel de Ig presentes, el dispositivo cuenta con tres áreas marcadas con distintos colores cada una correspondiente al nivel de globulinas, el color verde representa un calostro de excelente calidad y una concentración de anticuerpos entre 50 a 140 mg/ml , el color amarillo corresponde a un calostro de calidad aceptable y una concentración de 20 a 50 mg/ml y el color rojo está relacionado con una mala calidad y una concentración de Ig menor a los 20 mg/ml, esta técnica requiere de la colecta de calostro en una probeta de 250 ml se introduce el calostro metro dejándolo flotar y previamente se debe separar la espuma de la muestra para evitar lecturas falsas (Campos *et al.*, 2007).

Cuadro 7. Concentraciones de Ig presentes en un calostro (Matamala, 2014).

Calidad	mg de Ig
---------	----------

---

Muy buena	60 mg/ml
Buena	50 mg/ml
Pobre	30 mg/ml

---

### **2.16 Inmunodifusión radial**

Este método utiliza anticuerpos anti Ig específicas bovinas, las cuales al estar presentes en una capa de agar sobre una placa, reaccionan con el suero problema formando un anillo de precipitación, cuyo diámetro es proporcional a la cantidad de Ig presentes sus ventajas es que presenta una alta sensibilidad y especificidad, sin embargo presenta varias limitaciones, como el tiempo que requiere para obtener resultados el cual va de las 18 a 24 horas (Chahin, 2014).

### **2.17 Espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano**

La técnica se basa en la absorción de energía por parte de las moléculas que constituyen la materia y su posterior reacción de vibración, que puede ser de dos formas fundamentales, de extensión o de doblamiento, de los enlaces covalentes que la conforman, se debe prevenir que los errores de predicción pueden provenir de diversos factores asociados con las muestras, el instrumento o los operadores, por ello muchos ganaderos han decidido usar como instrumento de medición básico el calostro metro, ya que los resultados son casi inmediatos y tienen un bajo margen de error además de esto resulta mucho más barato, lo cual podría beneficiar a ganaderos con hatos de traspatio o que inician, puesto que resultaría mucho más económico que realizar pruebas con elevados costos (Chahin, 2014).

## 2.18 Refractometria

Otro método indirecto de medir si el becerro aprovecho adecuadamente la toma de calostro es mediante el refractómetro, que actualmente es un método muy barato que nos ayudara a reducir costos y que además es muy preciso, este es un instrumento que funciona concentrando un rayo de luz atraves de una muestra liquida (plasma, suero), midiendo la cantidad de luz que es reflejada o desviada de la trayectoria original, debido a los componentes de la muestra en el suero, las proteínas pueden causar que la luz sea desviada, a mayor cantidad de proteínas, mayor es la cantidad de luz que es desviada de su trayectoria original (Hernández, 2013).

El refractómetro mide la proteína total en los terneros recién nacidos, existe usualmente una correlación entre la proteína total y las IgG en la sangre, debido a que la mayor cantidad de proteínas absorbidas del calostro es IgG, la correlación entre la proteína total del suero y las IgG en terneros con 24 horas de nacidos es aproximadamente .71 esto significa que el 71 % de la variación en la proteína total en la sangre en los terneros con 24 horas de nacido se puede ser atribuida a la fracción de las IgG, en consecuencia se hace necesario el monitoreo de los niveles de inmunidad pasiva en terneros, para lo cual el refractómetro es una herramienta de control y asegurar un sistema de vigilancia, lo que llevara a menores índices de mortalidad, por lo tanto mayor número de reemplazos (Hernández, 2013).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización**

El estudio se realizó en la región lagunera, del 1 de octubre del 2015 al 15 de diciembre del 2015, en un establo lechero del municipio de torreón, en el estado de Coahuila de Zaragoza; este se encuentra localizado en la región

semidesértica del norte de México a una altura de 1140 msnm, entre los parámetros 25° 30' y 25° 45' N y los meridianos 103° 20' y 103° 40' O (INEGI, 2016).

Se ordeñara a las vacas primíparas y multíparas dentro de las 24 h pos-parto. Posterior a la colecta, se determinara la densidad del calostro de cada animal por medio de un calostrometro (Biogenics, Mapleton, Or) a una temperatura de 22 °C al momento de la medición. Posteriormente, el calostro se depositara en biberones (2 L por biberón) y se refrigerara en el suministro de las becerras.

### **3.2 Animales en estudio**

Se obtuvo un total de 300 muestras de calostro, de dos grupos de vacas Holstein clasificadas en primerizas y multíparas, administrando 2 L en biberón de calostro de mayor calidad (multíparas) a neonatales de 0-4 hrs de edad, mientras que el calostro de intermedia y baja calidad a neonatos de 2 y 3 días de edad en una misma cantidad.

### **3.3 Variable evaluada**

Entre las 24 y 48 H de vida se obtendrán muestras de sangre de la vena yugular, 5.0 ml de cada becerro en tubos Vacutainer la cual se dejara coagular a temperatura ambiente hasta la separación del suero, la lectura se hará en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc. ®) del suero ( $\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$  de proteína sérica) se empleara como variable de la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerras. Se considerará  $>5.5 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$ , una transferencia exitosa de inmunidad pasiva;  $5.0$  a  $5.4 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$ , una transferencia medianamente exitosa y  $<5.0 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$ , una transferencia incompleta de inmunidad pasiva (Quigley y Drewry, 1998). El

análisis estadístico de los resultados se realizara mediante estadística descriptiva.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Desde el punto de vista inmunológico el calostro es vital para la supervivencia y la salud de la becerro. Los factores que más influyen sobre la absorción de inmunoglobulinas en terneros son entre los más importantes la cantidad ofrecida

así como la concentración de anticuerpos, por lo que resulta esencial obtener un calostro que reúna ambas características y así proporcionar una inmunidad adecuada al ternero al momento del nacimiento. La calidad del calostro tiene relación con la concentración de Ig, es decir, a mayor concentración de Ig, será mayor la calidad del calostro (Godden, 2008). Los valores encontrados (Figuras 2 y 3), en el presente trabajo oscilan entre 10 y 110 mg/ml de Ig. El 70% de las muestras tienen adecuada cantidad de Ig, el 30% presentan una inadecuada cantidad. Aunque se sabe que el calostro contiene una gran variedad de importantes componentes inmunológicos y nutricionales; la concentración de Ig en el calostro tradicionalmente ha sido considerada como el sello distintivo para la evaluación de la calidad del calostro; el calostro de alta calidad tiene una concentración de Ig > 50 mg/ml (McGuirk y Collins, 2004). Morrill *et al.* (2012), reportan concentraciones de 42.4 mg/ml para vacas de primera lactación, 68.6 para segunda y para las de tercera lactación 95.9 mg/ml de Ig. Además, reportan de un total de 827 muestras de calostro, 243 con menos de 50 mg/ml, 303 de 50 a 80, 156 con 80 a 100, 75 de 100 a 120 y 50 con más de 120 mg/ml.

En el presente estudio el 40% de las muestras de las vacas de primer parto tienen una concentración menor a 50 g L<sup>-1</sup>, en el 60% restante la calidad del calostro es superior a la cantidad antes mencionada. Se observaron 4 muestras de 80 a 100 mg/ml de Ig.

En relación a la calidad del calostro en vacas multíparas en el 20% de las muestras se observa una concentración menor a 50 mg/ml, en el 80% restante la calidad del calostro es superior a la cantidad antes mencionada. Se observaron 10 muestras de 80 a 100 mg/ml de Ig.

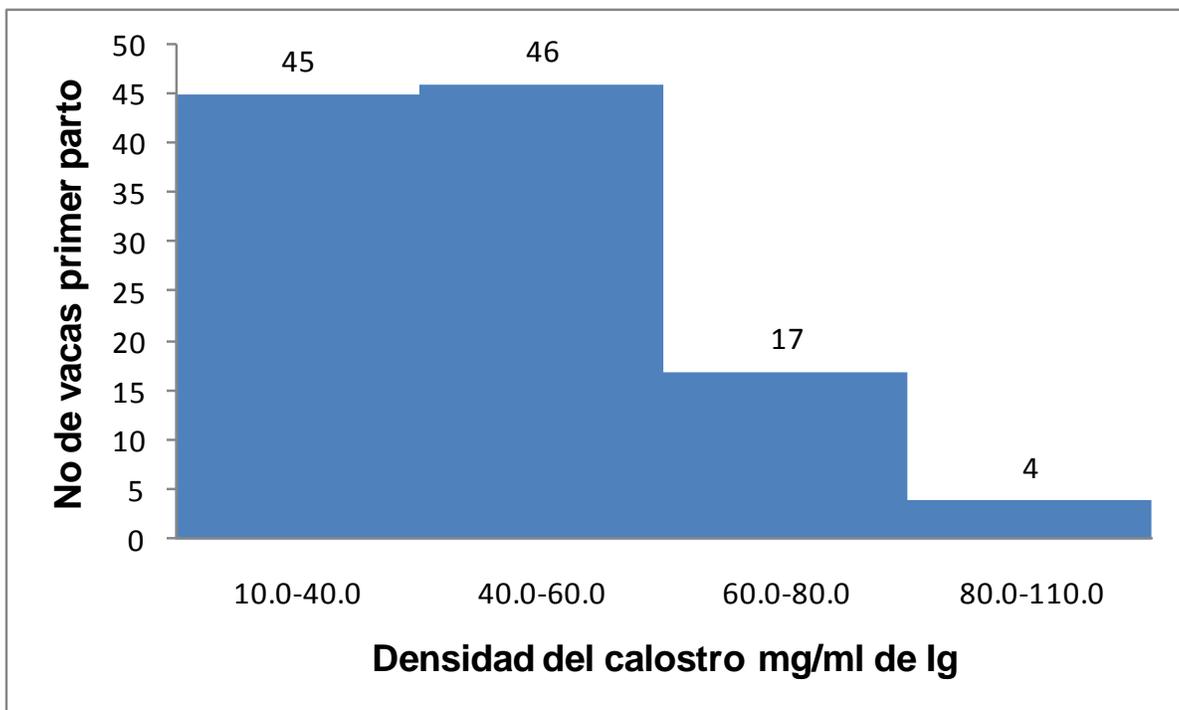


Figura. 2. Histograma de la densidad del calostro de vacas de primer parto Holstein.

Se menciona que la concentración media en el calostro de las IgG para las vacas Holstein en su primera, segunda o tercera y mayor lactancia fue de 66, 75 y 97 g L<sup>-1</sup>, respectivamente. Sin embargo, en el mismo estudio se reporta que no hay diferencia en la concentración de las IgG para las vacas Guernsey, registrándose en su primera, segunda, tercera y posteriores lactancias 119, 113 y 115 g L<sup>-1</sup>, respectivamente (Tyler *et al.*, 1999).

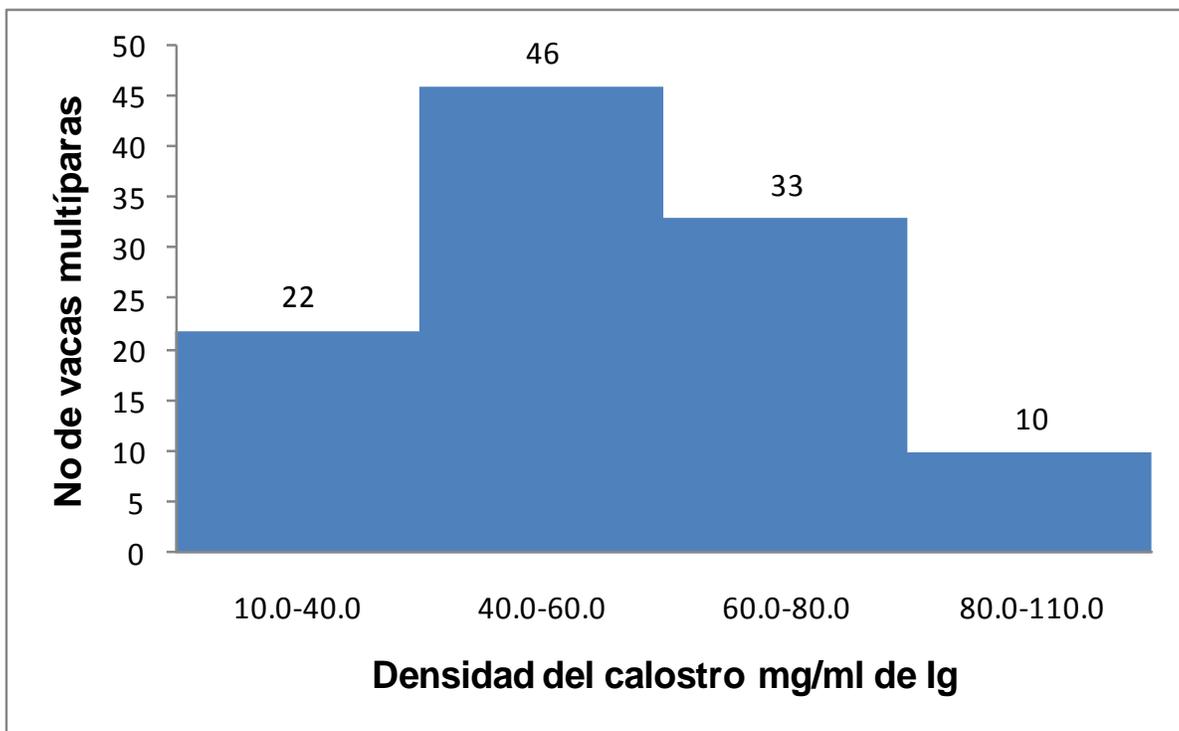


Figura. 3. Histograma de la densidad del calostro de vacas múltiparas Holstein.

En otro estudio se determinó la concentración de Ig en muestras de calostro primero-ordeño de 919 vacas Holstein. Vacas en su primera lactancia producen calostro con una concentración media de IgG1 ( $42.8 \text{ g L}^{-1}$ ) igual a la de las vacas segundo-lactancia, vacas en su tercera o mayor lactancia producen calostro con la mayor concentración de IgG1  $56.6 \text{ g L}^{-1}$  (Pritchett *et al.*, 1991).

Estos resultados coinciden con los de Devery y Larson (1983) quienes observan que el calostro producido por vacas de primer parto contiene una menor densidad que el de las vacas con mayor número de partos.

Sin embargo, algunos factores como los genéticos pueden afectar la producción del calostro; al reducir la capacidad calostropoyetica y el potencial lactogénico. La influencia del *Bos indicus* (Cebú y Brahman) reducen la habilidad de la

glándula mamaria al limitar el tamaño del tejido en el parénquima mamario para ejercer la síntesis y secreción del calostro (Araúz, 1994).

Estudios comparativos han reportado que puede haber un efecto de raza sobre la calidad del calostro (Guy *et al.*, 1994). En un estudio, la concentración de las IgG<sup>1</sup> fue mayor en el calostro de las vacas de carne 113.4 g L<sup>-1</sup>, que de las vacas lecheras 42.7 g L<sup>-1</sup> (Guy *et al.*, 1994). En otro estudio, las vacas Holstein produjeron calostro con contenido total de Ig 5.6 %, que fue numéricamente inferior a la de vacas Guernesey 6.3 % y Pardo Suizo 6.6 %, y estadísticamente inferiores a los de vacas Ayrshire 8.1 % y Jersey 9.0 % (Muller y Ellinger, 1981). La adquisición de Ig no garantiza que la becerria en un futuro esté libre de enfermedades. Los valores encontrados (Cuadro 7) el menor 4.8 g/dL<sup>-1</sup> y el mayor 8.2 g/dL<sup>-1</sup>; la media obtenida fue de 6.5 g/dL<sup>-1</sup>. Este valor en particular es mayor al que se utiliza como referencia de una transferencia exitosa de inmunidad pasiva en las becerras que es de 5.5 g/dL<sup>-1</sup> (Quigley y Drewry, 1998). González *et al.* (2012), observaron resultados similares obtenidos a los del presente trabajo, concentración promedio de 7.71 g/dL<sup>-1</sup> de proteína sérica en becerras alimentadas con calostro pasteurizado.

Las becerras que presentan falla en la transferencia de inmunidad pasiva están más susceptibles a enfermarse o morir dentro de los dos primeros meses de vida, que las becerras que presentan una adecuada inmunidad (Coleen y Heinrichs, 2011). El 4.7% de los animales analizados (Cuadro 7) presentaron falla en la transferencia de inmunidad. El 95.3% tuvieron una transferencia de inmunidad pasiva exitosa. La absorción de una adecuada cantidad de Ig del calostro, es esencial para que las becerras puedan adquirir inmunidad pasiva (Medina, 1994).

Cuadro 6. Tabla de frecuencias de la transferencia de inmunidad pasiva ( $\text{g/dL}^{-1}$ ) en becerras Holstein, alimentadas con calostro.

Clase	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada
4.8-5.5	10	0.0476	10	0.0476
5.5-6.0	70	0.3333	80	0.3810
6.0-6.6	90	0.4286	170	0.8095
6.6-7.6	20	0.0952	190	0.9048
7.6-8.2	20	0.0952	210	1.0000

## 5. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que las vacas primíparas producen calostro de buena calidad, al igual que las vacas múltiparas y éste se puede utilizar para la alimentación de las becerras

recién nacidas. Son diversos los factores que influyen sobre el contenido de Ig presentes en el calostro, por lo que se debe de realizar una selección del calostro de la más alta calidad para alimentar las becerras. Se puede tener una excelente transferencia de inmunidad cuando se ofrece calostro de calidad a las becerras recién nacidas.

## 6. LITERATURA CITADA

Arauz, E., A. Fuentes, J. Batista, R. Ramón Y S. Caballero. 2011. Potencial calostropoietico en vacas multíparas 3/4 pardo suizo x 1/4 cebú y perfil químico, inmunológico y energético del calostro secretado en las primeras seis horas después del parto. *Revista Electrónica de Veterinaria*.12(9):1-28.

- Arauz, E. E. 1994. Actividad secretora de la ubre en vacas cruzadas durante el periodo prepartum correspondiente a la lactogénesis. *Investigaciones Agropecuarias FCA*. 154-170.
- Aricada, H.J., B. Bedoya, A. García, C. Heredia, M. Maldonado, C. Peláez y A. Ceballos. 2004. Competencia inmunológica en la primera semana de vida en terneros mantenidos bajo dos sistemas de producción de leche. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.17(2):167-174.
- Arrollo, J. J y J. A. Elizondo. 2014. Prevalencia De Falla En La Transferencia De Inmunidad Pasiva En Terneras De Lechería. *Agronomía Mesoamericana*. 25(2):279-285.
- Beltrán, C.L. 2011. Inmunidad del becerro recién nacido. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Berra, G., G. Osacar y A. Mate.1999. Novedades sobre el calostro. *Infortambo* 128:1-4. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com) .
- Botero, J. 2013. Manejo perfecto del calostro. En Memorias de DIGAL. Día Internacional del Ganadero. Chihuahua, Chihuahua. 119-127.
- Campos, R., A, F. Carrillo, V. Loaiza y L. Giraldo. 2007. El calostro: Herramienta para la cría de terneros. Universidad Nacional de Colombia. 1-11.
- Carrillo, F. A., V. Loaiza y R. C. Gaona. 2009. Utilización de indicadores metabólicos en la valoración de la transferencia de inmunidad pasiva en neonatos bovinos. Universidad Nacional de Colombia. 174-179.
- Casas M. y F. Canto. 2015. Como evaluar la calidad del calostro y la inmunidad de las terneras. En: Morales, P.R. y R.J. Ramírez. Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. Boletín INIA No. 297. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 11-20.
- Chahin, J. A. 2014. Determinación de la calidad de calostro mediante la calibración de un refractómetro Brix en vacas Holstein a pastoreo. Tesis de Licenciatura. Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile. 1- 28.
- Coleen, J. y J. Heinrichs. 2011. Colostrum supplements and replacer. PennState. College of Agricultural sciences. DAS 2011-128
- Delgado, R. 2001. Manejo de terneraje. *Revista Veterinaria de Perú*. 12(2):33-35.

- Devery, J. E y B. L. Larson. 1983. Age and previous lactations as factor in the amount of bovine colostral immunoglobulins. *J. Dairy Sci.* 66:221-226.
- Elizondo, S. J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana.* 18 (2):271-281.
- Elizondo, S. J. A. 2015. Concentración de inmunoglobulinas totales en calostro de vacas en explotaciones lecheras de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana.* 26 (1):27-32.
- Fernández, A. S., N. L. Padola y S. M. Estein. 1994. El calostro, fuente de transferencia de la inmunidad materna. *Rev. Med. Vet. Córdoba.* 34:304-309.
- Flodr, H., C. J. Wheeler, P. D. Kruger, J.L. Olazabal y A. R. Rosadio. 2012. Pruebas de campo para evaluar calidad calostrual en la alpaca. *Revista de Investigaciones del Perú.* 23(3):307-316.
- Fortín, C. A. M. Y C. J.J. Perdomo. 2009. Determinación de la calidad de calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de Ig G y el número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. Tesis. Escuela Agrícola *Panamericana, Zamorano, Honduras.* 1-7.
- Franco, V. J. 2012. Manual de buenas prácticas de manejo (BPM) para lecherías en confinamiento en el trópico. Tesis. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.* 1-30.
- García, J., O. Albornoz y D. Vela. 2006. Determinación de inmunoglobulinas séricas de origen calostrual en terneros recién nacidos. *Serie Zoológica.* 2: 77-85.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy. *Vet. Clin. Food Anim.* 24:19-39
- González, A. R., H. K. Rodríguez, L. M. I. Requejo, J. A. González, B. P. Peña, L. E. G. Núñez, J. C. Macías y P. A. Robles. 2012. Efecto de la pasteurización sobre la carga bacteriana en calostro bovino. *En Memorias del 12 Congreso Internacional de MVZ Especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera.* Torreón Coahuila, México.
- Gulliksen, S. M., K. I. Lie, L. Sølverød, y O. Østeras. 2008. Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 91:704-712.

- Guy, M. A., T. B. McFadden, D. C. Cockrell y T. E. Besser. 1994. Regulation of colostrum formation in beef and dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77(10):3002-3007.
- Guzmán, C. A. 2013. Efectos en la salud asociados con el fracaso de la transferencia de inmunidad pasiva en becerros recién nacidos en Cajeme. Tesis. *Instituto Tecnológico de Sonora*. Hermosillo, Sonora. 1-49.
- Hernández, F. G. 2013. Evaluación de los niveles de inmunidad pasiva, mediante refractometría en terneros recién nacidos, entre 24 y 72 horas, de 6 lecherías a pastoreo bajo sistema neozelandés. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias veterinarias. 1-19.
- Hurley, L. W. y P. K. Theil. 2011. Perspectives on immunoglobulins in colostrum and milk. *Nutrients*. 3 (4): 442-474.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Prontuario de información geográfica Municipal De Los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave Geoestadística 05035.
- Lazzaro, J. 2001. Calostro; suplementación y suplementos del calostro. *Dairy Goats*. 1-4.
- Matamala, C. N. 2014. Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción, medido a través de dos métodos. Tesis. Universidad de Chile. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias. 1-37.
- McGuirk, S. M. y M. Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 20(3):593-603.
- Medina, C. M. 1994. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. Ed. Limusa. México. D. F.
- Mendenosa, K. M. 2011. Factors affecting passive transfer in neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 93:1010-1016.
- Morrill, K. M., E. Conrad, A. Lago, J. Campbell, J. Quigley, y H. Tyler. 2012. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrums on dairy farms in the United States. *J. Dairy Sci.* 95:3997-4005.
- Muller, L. D. y D. K. Ellinger. 1981. Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64(8):1727-1730.
- Plaza, J. M. y R. Ibalmea. 2009. Respuesta del uso eficiente del calostro en los terneros de una lechería. *Revista Cubana De Ciencias Agricola.* 43(1):15-18.

- Pritchett, L. C., C. C. Gay, T. E. Besser y D. D. Hancock. 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin g1 concentration in colostrum from holstein cows. *J. Dairy Sci.* 74(7):2336-2341.
- Quezada, C., J. Vargas y S. Abarca. 2014. Modelado de un sistema de información para el manejo de lecherías en Turrialba. *Intersedes.* 14 (29): 1-30.
- Quigley, J. D., y J. J. Drewry. 1998. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and postcalving. *J. Dairy Sci.* 81:2279-2790.
- Tyler, J. W., B. J. Steevens, D. E. Hostetler, J. M. Holle y J. L. Denbigh, Jr. 1999. Colostral immunoglobulin concentrations in holstein and guernsey cows. *Am J Vet Res.* 60(9):1136-1139.
- Wattiaux, M. A. 2000. Importancia de alimentar con calostro. Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. 109-112.
- Williams, R. D., P. Pithua, A. Garcia, J. Champagne, D. M. Haines y S. S. Aly. 2014. Effect of three colostrum diets on passive transfer of immunity and preweaning health in calves on a California dairy following colostrum management training. *Veterinary Medicine International.* 1-9.
- Wells, S. J., D. A. Dargatz y S. L. Ott. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29:9-19.
- Yepes, M. M., y Q. C. Prieto. 2011. Relación de la concentración de proteína sérica, la calidad de calostro y la ganancia de peso en terneros lactantes en hatos de la sabana de Bogotá. Tesis. Universidad de la Salle. Bogotá Colombia. 1-53.