

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



Nivel de proteína sérica y su efecto en el desarrollo de becerras lactantes alimentadas con calostro pasteurizado.

Por:

ANGEL MAURICIO ALBERTO CID

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Nivel de proteína sérica y su efecto en el desarrollo de becerros lactantes
alimentados con calostro pasteurizado.

Por:

ANGEL MAURICIO ALBERTO CID

TESIS


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO
Presidente


DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS
Vocal


MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO
Vocal


DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS
Vocal Suplente


MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

Nivel de proteína sérica y su efecto en el desarrollo de becerros lactantes
alimentados con calostro pasteurizado.

Por:

ANGEL MAURICIO ALBERTO CID

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Asesor Principal

DR. JESUS ENRIQUE CANTÚ BRITO MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO
Coasesor Coasesor

MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por darme la oportunidad de estar vivo para cumplir uno de mis propósitos y darme todo lo necesario para lograr mis metas.

A mis padres. Patricia y Fernando Quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y mi educación, siendo mi mayor apoyo en todo momento y siendo ellos en quien depositare más confianza de la que cualquier persona en esta vida me pudiera dar, gracias a ustedes, por darme la mejor herencia que un padre puede regalarle a su hijo.

Al Dr. Ramiro González Avalos. Quien me dio la oportunidad de trabajar junto a él por regalarme de su valioso tiempo y confianza, dándome como ejemplo su dedicación y vocación, gracias por su apoyo, gracias por sus consejos y motivaciones que no cabe duda que los pondré en práctica y gracias por no dejar de creer en mí.

A mi ALMA TERRA MATER. Quien me recibió y me formo profesionalmente dándome las bases para enfrentarme a cualquier reto, gracia a eso conocí a grandes profesores los cuales serán parte de mi por sus enseñanzas, a ella mi institución le debo haber conocido a mi segunda familia por 5 años con los que conviví tanto.

DEDICATORIAS

A mis padres. Que hicieron esto posible con sacrificios porque nunca dudaron de mí, porque es el mejor fruto que yo les pueda dar, viéndome realizar nuestros logros, porque junto a ellos y gracias a ellos fue posible.

A mis hermanos. Que cada vez que tuve la oportunidad de verlos y hablar con ellos me alentaban a seguir adelante, me apoyaron en todo momento y jamás dejaron que me doblegara.

Es bonito cuando toda una familia está contigo apoyándote y motivando a ser mejor en la vida, ese fue mi caso sentir ese apoyo.

RESUMEN

La transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno, el cual debe de contener una baja carga microbiana, es primordial para la salud y supervivencia de las becerras en las primeras semanas de vida. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la transferencia de inmunidad pasiva en becerras alimentadas con calostro pasteurizado. Se seleccionaron 411 becerras a las cuales se les suministró 2 L•toma⁻¹, la primer toma fue dentro de las primeras dos h de vida. El calostro aplicado se colectó del primer ordeño post-parto de vacas Holstein Friesian; inmediatamente después a la colecta, se pasteurizó a una temperatura de 60 °C por 60 min, en un pasteurizador comercial, en lotes de 40 L. Se determinó la proteína sérica como variable para estimar la transferencia de inmunidad. Para el análisis de los datos se utilizó la estadística descriptiva. El 4.8% de las becerras presentaron falla en la transferencia de inmunidad y el 95.2% éxito en la transferencia de inmunidad. Cuando se suministra calostro pasteurizado a las becerras se observa éxito en la transferencia de inmunidad pasiva.

Palabras clave: Proteína sérica, Inmunoglobulina, Calostro, Pasteurización, Becerras.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Características del calostro	3
2.2 Inmunidad pasiva	5
2.3 Evaluación de la calidad del calostro	6
2.4 Pasteurización del calostro	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
5. CONCLUSIONES	16
6. LITERATURA CITADA	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Tabla de frecuencias de la transferencia de inmunidad pasiva (g/dL ⁻¹) en becerras Holstein, alimentadas con calostro pasteurizado.	11
Cuadro 2	Porcentaje de transferencia de inmunidad pasiva (g/dL ⁻¹) de acuerdo al peso de la becerro al nacimiento.	12

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Histograma de los niveles de transferencia de inmunidad 13
pasiva en becerras Holstein, alimentadas con calostro
pasteurizado.

1. INTRODUCCIÓN

Los anticuerpos (Acs) o inmunoglobulinas (Igs) son proteínas que se encuentran en el torrente sanguíneo, son componentes del sistema inmunológico cuya función es neutralizar, opsonizar y ayudar a destruir bacterias, así como otras partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo (Abul *et al.*, 1996).

Una exitosa transferencia de inmunidad pasiva es importante para los productores ya que se ha demostrado que terneras con una falla en la transferencia de inmunidad pasiva tienen bajas ganancias peso, sufren severos episodios de diarrea y tienen mayores tasas de mortalidad (Nocek, *et al.*, 1984). Terneras con una transferencia inadecuada de inmunidad pasiva, mostraron ganancias de peso reducidas en los primeros meses de vida. Estas Igs ingresan al torrente sanguíneo, a través del intestino, y los protegen hasta que su sistema inmune llega a ser funcional (Robinson *et al.*, 1988). Una inmunidad adecuada requiere que una concentración de Igs en suero sanguíneo durante los primeros días de vida, de al menos 10 g/L, o de una concentración de proteína sérica total (PST) igual o superior a 5,5 g/dL (Elizondo-Salazar, 2007).

La placenta del bovino es del tipo epiteliocorial, esta circunstancia impide la transferencia de inmunoglobulinas (Igs) al feto durante la gestación, por lo que el becerro presenta una condición agamaglobulinémica al nacimiento en condiciones normales (Tizard, 1992). Consecuentemente, la ternera nace sin inmunidad humoral (anticuerpos) adecuada y depende casi totalmente de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas maternas presentes en el calostro. De esta forma, la adecuada adquisición de Igs a través de la absorción intestinal protege a la ternera

de las enfermedades hasta que su propio sistema inmune llegue a ser completamente funcional (Robinson *et al.*, 1998).

Diversos patógenos pueden ser transmitidos en el calostro, ya sea por descamación directa de la glándula mamaria, contaminación post-ordeño, o proliferación bacteriana en el calostro almacenado inapropiadamente. Algunos de los patógenos que se pueden encontrar en el calostro son: *Mycobacterium avium* spp. *Paratuberculosis*, *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp. *Listeria monocytogenes*, *Mycoplasma* spp. y *Salmonella* spp. (Godden *et al.*, 2006). Un método adicional para reducir o eliminar los patógenos bacteriales y cuyo uso se está incrementando es la pasteurización de calostro fresco (McMartin *et al.*, 2006).

El objetivo de la pasteurización del calostro es disminuir la cantidad de bacterias presentes en este. Por lo anterior, la colecta es una parte fundamental de la actividad de pasteurización del calostro, ya que así nos aseguraremos de que después de la pasteurización la cantidad de bacterias será mínima. Además después de pasteurizar el calostro, este se puede contaminar si se mantiene a temperatura ambiente o si al momento de ofrecerlo la mamila está sucia, por lo que se requiere de procedimientos para su correcto almacenamiento, así como para su administración (Rodríguez *et al.*, 2014).

1.1 Objetivos

Evaluar el nivel de proteínas séricas y desarrollo de becerros lactantes con el calostro pasteurizado.

1.2 Hipótesis

Cuando suministramos calostro pasteurizado se incrementa el nivel de proteína sérica y desarrollo de becerros lactantes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características del calostro

El calostro es la primera leche secretada en el momento del parto, a diferencia de la leche secretada después por que contiene más lactoalbumina y lactoproteínas y también es rica en anticuerpos que confieren inmunidad pasiva al recién nacido, también llamada leche de despunte (Godhia y Patel, 2013).

El calostro es el primer y más importante de los alimentos que consumen los becerros, tiene tres funciones básicas, ayuda al becerro a combatir posibles infecciones, debido a su alto valor energético aporta suficiente energía para combatir las posibles hipotermias y gracias a su elevado contenido en sales de magnesio posee acción laxante que ayuda al becerro a expulsar el meconio y facilitar el inicio del tránsito intestinal. El becerro deberá recibir un total de calostro que represente entre el 8-10% de su peso corporal (Roy, 1980).

El tiempo que transcurre entre el parto y el momento del consumo del primer calostro es importante debido a que el mecanismo de pinocitosis, por medio del cual la mucosa intestinal es capaz de absorber las Igs, disminuye gradualmente hasta casi desaparecer a las 36h de vida (Prosser *et al.*, 1992).

El calostro bovino es una mezcla de secreciones lácteas componentes de suero sanguíneo, especialmente las proteínas séricas, que se acumulan en la glándula mamaria durante el periodo seco preparto. Su formación comienza varias semanas antes del parto, bajo la influencia de las hormonas lactogénicas, incluyendo la prolactina, y cesa bruscamente al momento del parto (Playford *et al.*, 2000).

Contiene macronutrientes como proteínas, carbohidratos, oligosacáridos, grasas y micronutrientes como vitaminas y minerales, también factores del crecimiento, compuestos antimicrobianos y componentes inmune reguladores que no están presentes en la leche o que se encuentran sustancialmente en concentraciones más bajas (Godhia y Patel, 2013).

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-Salazar, 2007).

Por esta razón, alcanzar un consumo temprano y adecuado de un calostro de alta calidad, es el factor independiente más importante de manejo que determina la salud y sobrevivencia de las terneras (Nocek *et al.*, 1984).

Algunas de las causas que provocan que el calostro no sea ingerido en un tiempo adecuado son: becerros débiles al nacimiento, vacas con bajo instinto materno que no estimulan al becerro a amamantarse, pezones mal conformados o demasiado grandes y manipulación excesiva del becerro durante el parto causándole un efecto de estrés (Medina, 1994).

Las altas tasas de morbilidad y mortalidad durante la etapa de cría de terneros son debidas a varios factores, entre ellos el consumo y el momento de suministro de calostro al neonato en las primeras horas después del nacimiento. Una oferta inadecuada de este se refleja en bajos pesos al destete, ganancias reducidas de peso, bajas tasas de crecimiento y pubertad tardía, lo que incide en baja productividad y sensibles pérdidas económicas para los productores (Fairut *et al.*, 2009).

2.2 Inmunidad pasiva

En los grandes animales domésticos, la placenta impide la transmisión de inmunoglobulinas de la madre al feto en el útero (Weaver *et al.*, 2000). La placentación sindesmocorial de la vaca forma un sincitio entre el material endometrial y el trofoectodermo fetal, separando el suministro sanguíneo de la madre y el feto, obstaculizando la transmisión de inmunoglobulinas en el útero (Arthur *et al.*, 1996). Como consecuencia de ello, el becerro nace con agammaglobulinemia por lo que requiere de la transmisión pasiva de gammaglobulinas maternas; y no es que no puedan hacer sus propios anticuerpos, de hecho, muchos pueden, como se han visto fetos desarrollados que pueden hacer anticuerpos a numerosos antígenos pero, en el aislamiento de su entorno, esencialmente libre de gérmenes, raramente entran en contacto con antígenos extraños para producirlos (Weaver *et al.*, 2000).

Una adecuada transferencia de inmunidad pasiva permite al neonato protegerse contra enfermedades infecciosas mientras que su sistema inmune llega a ser funcional (Sasaki *et al.*, 1983). Una deficiente adquisición de inmunidad pasiva puede ocurrir cuando el recién nacido se ve imposibilitado de absorber una cantidad satisfactoria de Igs (Robinson *et al.*, 1988).

Los neonatos requieren asistencia inmune pasiva transferida por la madre a través del calostro, reflejándose el fracaso de la transferencia pasiva en una baja concentración de inmunoglobulinas en los terneros (Tizard, 1987).

Esta condición, conocida como falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP), ha sido relacionada con una serie de consecuencias negativas en los parámetros productivos del animal (Robinson *et al.*, 1988). La absorción de

suficientes Igs que provean a la ternera de inmunidad pasiva debe ocurrir durante las primeras 24 horas de vida. Adecuadas concentraciones séricas de Igs entre las 24 y 48 horas de vida se han asociado con una disminución en la morbilidad y mortalidad en el periodo pre-destete, mejora en la ganancia de peso, edad reducida al primer parto y mayor producción de leche en la etapa de lactancia (Werver *et al.*, 2000).

Existen cuatro factores que contribuyen a una exitosa transferencia de inmunidad pasiva: suministrar calostro con una alta concentración de Igs (>50 g/l), ofrecer un adecuado volumen de calostro, brindarlo en las primeras dos horas de vida, minimizar la contaminación de bacterias del mismo (Elizondo-Salazar y Heinrichs, 2009). Hay tres causas por las cuales fracasa la transferencia adecuada de calostro; en primera instancia, este puede ser insuficiente o de mala calidad; también puede existir suficiente calostro, pero la ingestión por el recién nacido es inadecuada, y la tercera causa, independientemente de las anteriores, es la falla en la absorción intestinal (Wren, 1996).

2.3 Evaluación de la calidad del calostro

Se han desarrollado diferentes formas de medir el estado de la transferencia de inmunidad pasiva en las terneras. La inmunodifusión radial y las pruebas ELISA, son los únicos análisis que miden directamente la concentración de Igs en el suero sanguíneo (Weaver *et al.*, 2000; Elizondo-Salazar, 2007).

Un método de campo práctico para medir la concentración de inmunoglobulinas en el calostro bovino se ha desarrollado a partir de la relación lineal entre la gravedad específica del calostro y la concentración de inmunoglobulinas. Un calostrometro, para la estimación de Igs calostrales, debería

permitirle al ganadero o al practicante establecer la calidad del calostro antes de alimentar y evitar una falla incipiente en la transferencia de inmunidad pasiva por un calostro inferior. En segundo lugar, el calostro agrupado puede extenderse a un mayor número de neonatos ajustando la cantidad alimentada a un volumen mínimo que entrega una masa fija de Igs al neonato (Fleener y Stott, 1980).

La medición de proteínas séricas totales (PST), por medio de un refractómetro como una forma para estimar la concentración de Igs en suero sanguíneo, es la prueba más simple como indicador de una adecuada transferencia de inmunidad pasiva (Weaver *et al.*, 2000).

2.4 Pasteurización del calostro

A pesar de que los factores inmunológicos presentes en el calostro son de vital importancia para una adecuada salud y un apropiado desarrollo de las beceras, la contaminación bacteriana puede contrarrestar dichos beneficios (González *et al.*, 2014).

Existe además una serie de estrategias para prevenir la proliferación de bacterias en el calostro almacenado como la refrigeración, el congelamiento y el uso de conservadores como el sorbato de potasio en el calostro fresco (Stewart *et al.*, 2005).

Un método adicional para reducir o eliminar los patógenos bacterianos y cuyo uso se está incrementando es la pasteurización de calostro fresco (McMartin *et al.*, 2006).

Los primeros estudios sobre la pasteurización de calostro se hicieron utilizando los mismos métodos convencionales y las temperaturas elevadas que se suelen utilizar para pasteurizar la leche (63°C durante 30 min o 72°C durante

15 s). Sin embargo, estos generaron resultados inadecuados, incluyendo el engrosamiento del calostro y una desnaturalización de las Igs en el calostro (González *et al.*, 2016b).

En años recientes la atención se ha focalizado sobre la calidad higiénica de la leche y del calostro en términos del conteo microbiano y del efecto potencial en la becerro recién nacida. Un método para reducir o eliminar los patógenos bacterianos y del cual está incrementando su implementación, es la pasteurización de calostro fresco. La pasteurización del calostro a 60°C por 60 min puede servir como un método efectivo y práctico para disminuir la cantidad de bacterias presentes en el calostro (González *et al.*, 2012b).

Estudios clínicos han descrito que cuando las becerros son alimentadas con calostro pasteurizado a 60°C por 30 o 60 minutos, las becerros obtienen una mayor eficacia de absorción de Igs, lo que provoca una mejora significativa de sus concentraciones en suero en comparación a las becerros alimentadas con calostro fresco sin tratar térmicamente (Johanson *et al.*, 2007; Elizondo-Salazar *et al.*, 2010; Donahue *et al.*, 2012; González *et al.*, 2012a; González *et al.*, 2014).

Sin embargo, no se ha determinado si hay disminución de los riesgos para la morbilidad y la mortalidad o mayores ganancias de peso en el periodo predestete de las becerros alimentadas con calostro pasteurizado (González *et al.*, 2016a).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 25 de Octubre al 30 de Diciembre del 2017, en un establo del municipio de Francisco I. Madreo en el Estado de Coahuila; este se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1100 msnm, entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte y los meridianos 103° 18' y 103° 10' de longitud oeste (INEGI 2009).

Las becerras que se registraron en la crianza fueron las del periodo del 25 de Octubre al 30 de Diciembre, se utilizaron 411 para el estudio. Se obtuvo el calostro del primer ordeño de vacas Holstein dentro de las primeras 12 h después del parto. Posterior a la colecta se determinó la densidad del calostro de cada animal por medio de un calostrómetro (Biogenics, Mapleton, Or ®), a una temperatura de 22°C al momento de la medición. Posteriormente, el calostro con calidad ≥ 50 mg/ml de Ig se combinó hasta acumular la cantidad de 40 L (1 lote). Después se pasteurizó a una temperatura de 60°C por 60 min, en un pasteurizador comercial (Dairytech, Inc., Windsor, Colorado®).

Después de pasteurizado, el calostro se embolsó (2 L por bolsa) y congeló por lo menos 24 h, antes del suministro a las becerras. En total, se trabajó con becerras recién nacidas, a las que en las primeras 2 h de vida se les administraron por medio de biberón 2 L de calostro pasteurizado, el cual fue descongelado mediante baño maría (60°C por 20 min). La variable evaluada fue: transferencia de inmunidad pasiva.

Entre las 24 y 48 h de vida se obtuvo una muestra de sangre de la vena yugular de cada becerro; la cual se dejó coagular a temperatura ambiente hasta la separación del suero, dicho suero se empleó para medir la transferencia pasiva de

inmunidad de las becerras mediante el uso de un refractómetro comercial (Vet 360, Reichert inc., Depew, NY).

Para indicar que hubo una falla en la transferencia de inmunidad se utilizó el valor de 5.5 g/dL de Ig. El análisis estadístico de la transferencia de la inmunidad pasiva se realizó mediante estadística descriptiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio (Cuadro 1) en relación a la frecuencia de transferencia de inmunidad, indican que en el 4.86% de las becerras se obtuvo una falla en la transferencia de inmunidad, y se observó un 95.14% de éxito en la transferencia de inmunidad.

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

Clase	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
4.2-5.5	20	0.0487	20	0.0487
5.5-6.6	185	0.4501	205	0.4988
6.6-7.4	164	0.3990	369	0.8978
7.4-8.4	42	0.1022	411	1.0000
	411			

Para medir los niveles de proteína sérica en el suero sanguíneo, se utilizó el refractómetro, una prueba sencilla, para estimar la concentración de inmunoglobulina en suero, y así obtener los resultados y evaluar los niveles de transferencia de inmunidad. Elizondo-Salazar (2015) considera que cuando la concentración de inmunoglobulinas es $\geq 50 \text{ mg/mL}$, es un calostro de buena calidad.

Valores por debajo de 5.5 g/dL de Ig se considera como falla en la transferencia de inmunidad. McGuirk y Collins (2004), sugieren que una meta sería $\geq 80\%$ de las becerras sometidas a la prueba con el refractómetro alcancen o superen el punto de referencia (5.5 g/dL^{-1}) de proteína sérica.

Valores similares fueron encontrados por Ochoa (2017), donde determinó la proteína sérica como variable para estimar la transferencia de inmunidad, el 1.2% de las becerras evaluadas presentaron falla en la transferencia de inmunidad y el 98.8% de éxito.

A su vez, el número de animales y de porcentajes totales en la falla de transferencia de inmunidad (Cuadro 2), en base al peso de las becerras al nacimiento, fueron similares en el presente estudio, también en el estudio se reportó que el porcentaje total de falla en la transferencia de inmunidad fue de 4.8%, mientras que Ochoa (2017) reporta el 7.20% de falla en la transferencia total de inmunidad pasiva de acuerdo al peso de la becerro al nacimiento. Ambos estudios indican que los porcentajes en la falla en la transferencia son mínimos.

Cuadro 2. Porcentaje de transferencia de inmunidad pasiva (g/dL^{-1}) de acuerdo al peso de la becerro al nacimiento.

Peso (kg)	Becerras		Falla <5.5	Éxito ≥ 5.5	
	N	N	Transferencia %	N	Transferencia %
Nacimiento					
27-35	51	1	2%	50	98%
35-40	241	13	5.40%	228	94.60%
40-45	101	6	6%	95	94%
45-50	18	0	0%	18	100%
	411				

Con referencia a los valores de proteína sérica en el presente estudio (Figura 1) los valores oscilan desde 4 hasta 8.4 g/dL⁻¹ respectivamente. A diferencia del estudio realizado por Arroyo-Arroyo y Elizondo-Salazar (2014) en la Región Huetar Norte de Costa Rica, obtuvieron que la concentración de PST en terneras de lechería con edades entre uno y siete días de nacidas varió entre 2,4 y 10,0 g/dL⁻¹, con un contenido promedio de 6,2 g/dL⁻¹. Ellos consideraron una falla en la adquisición de inmunidad pasiva cuando la concentración de PST fue menor a 5,5 g/dL⁻¹, 44.9% (295/657) de los animales evaluados presentaron niveles inadecuados de inmunidad.

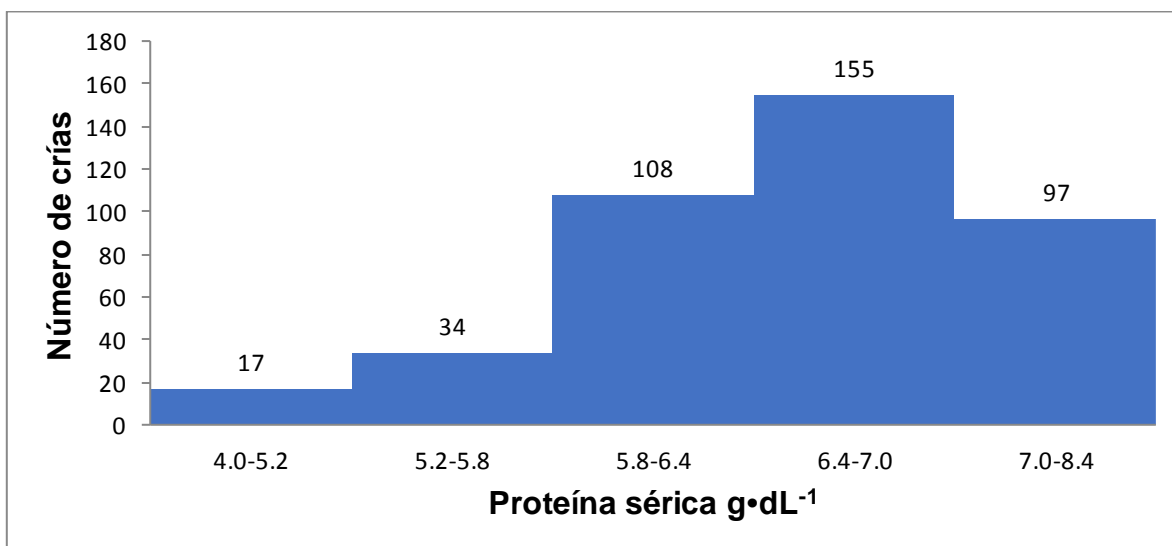


Figura 1. Histograma de los niveles de transferencia de inmunidad pasiva en beceras Holstein, alimentadas con calostro pasteurizado.

Es razonable que la concentración de Ig en el calostro utilizado para transmitir inmunidad materna a la descendencia sea de primordial importancia para asegurar una inmunidad pasiva deseable (Stott y Fellah, 1983). La calidad

del calostro está en función con la concentración de Igs; es decir, a mayor cantidad de Ig, será mayor la calidad del calostro (González *et al*, 2014).

Existen básicamente cuatro factores que contribuyen a que los animales adquieran una adecuada transferencia de inmunidad pasiva: alimentar con calostro de alta concentración de Igs (>50 g/L), suministrar un adecuado volumen de calostro, ofrecer este en las primeras dos horas después del nacimiento, y minimizar la contaminación bacteriana del mismo (Elizondo-Salazar y Heinrichs 2009, Stott y Fellah, 1983).

A diferencia del trabajo realizado por Elizondo-Salazar y Rodríguez, (2013) terneras que consumieron calostro mediante amamantamiento natural y nacidas de madres de 4 o más partos presentaron menores porcentajes de inmunidad pasiva inadecuada, en tanto que terneras que consumieron calostro por medio de chupón y nacidas de vacas primerizas y de segundo parto, presentaron concentraciones adecuadas de PST.

Estos resultados soportan la recomendación de Elizondo-Salazar (2007) que lo ideal es medir la calidad del calostro por medio de un calostrómetro antes de ser ofrecidos a los animales y siempre que el calostro sea de buena calidad ($\geq 50 \text{ g/L}^{-1}$ de inmunoglobulinas) se puede utilizar, a pesar de que provengan de animales de primer parto.

Se debe recordar que una transferencia inadecuada de Igs es una condición importante de identificar, ya que las terneras recién nacidas son propensas a infecciones, las cuales pueden llevar a altas tasas de morbilidad y mortalidad (Nocek, *et al*, 1984, Robinson, *et al*, 1988).

Para tener éxito en la pasteurización del calostro la transferencia exitosa de inmunidad se requiere la adhesión a protocolos estrictos de manejo. Los factores importantes incluyen el control preciso de la temperatura, para impedir las fluctuaciones de la temperatura más de 1°C por encima de la meta de 60°C, para evitar la excesiva pérdida de Igs; calentamiento y enfriamiento rápido del calostro antes y después de la fase de pasteurización; agitación constante durante el proceso del calentamiento y la fase de enfriamiento. Sin embargo, la higiene en el ordeño, en el almacenamiento y alimentación del calostro son el primer punto de control para impedir un excesivo crecimiento bacteriano (González *et al*, 2014)

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, podemos concluir, que el suministro de calostro pasteurizado a una temperatura de 60°C por 60 min, nos puede dar como resultado éxito en la transferencia de inmunidad, sin comprometer la cantidad ni la calidad de proteína sérica en el mismo. Así mismo, se sugiere seguir investigando sobre la relación del consumo de calostro pasteurizado sobre la salud y desarrollo de becerras.

6. LITERATURA CITADA

- Abul, K. A., Lichtman, H. A. y Pober, S. J. 1996. Inmunología celular y molecular. 3 ed. Interamericana. México DF. p. 57
- Arroyo-Arroyo, J. J. y Elizondo-Salazar, J. A. 2014. Prevalencia de falla en la transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería. *Agron. Mesoam.* 25(2):279-285.
- Arthur, G. H., Nokes, D. E., Pearson, H. y Parkinson, T. J. 1996. *Veterinary Reproduction and Obstetrics. Pregnancy and parturition.* 7 ed. WB Saunders. Philadelphia. P.p. 51-109
- Donahue, M., Godden, S. M., Bey, R., Wells, S., Oakes, J. M., Sreevatsan, S., Stabel, J. y Fetrow, J. 2012. Heat treatment of colostrum on commercial dairy farms decreases colostrum microbial counts while maintaining colostrum immunoglobulin G concentrations. *J. Dairy Sci.* 95(5):2697-2702.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agron. Mesoam.* 18(2):271-281.
- Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M. y Heinrichs, A. J. 2010. Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin G concentration. *J. Dairy Sci.* 93:961-967.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2015. Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros de vacas en explotaciones lecheras de costa rica. *Agronomía Mesoamericana.* 26(1):27-32
- Elizondo-Salazar, J. A. y Heinrichs, A. J. 2009. Feeding heat-treated colostrum or unheated colostrum with two different bacterial concentrations to neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 92(9):4565-4571.
- Elizondo, S. J. A. y Rodríguez, Z. J. 2013. Transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería que reciben calostro por dos métodos diferentes. *Nutricion Animal Tropical.* 7(1):1-13.

- Fairut, C. A., Loaiza, V. y Campos, G. R. 2009. Utilización de indicadores metabólicos en la valoración de la transferencia de inmunidad pasiva en neonatos bovinos. *Acta agronómica*. 58(3):174-179
- Fleenor, W. A. y Stott, G. H. 1980. Hydrometer Test for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. *J. Dairy Sci.* 63:973-977.
- Godden, S., McMartin, S., Feirtag, J., Stabel, J., Bey, R., Goyal, S., Metzger, L., Fetrow, J., Wells, S. y Chester-Jones, H. 2006. Heat-treatment of bovine colostrum. II: Effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin g. *J. Dairy Sci.* 89(9): 3476-3483
- Godhia, M. L. y Patel, N. 2013. Colostrum – Its Composition, Benefits As A Nutraceutical: A Review. *Current Research in Nutrition and Food Science*. 1(1):37-47.
- González, A. R., Rodríguez, H. K. y Nuñez, H. G. 2012a. Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGROFAZ*. 12(4):1-7.
- González, A. R., Rodríguez, H. K., Isidro R. L. M., González, A. J., Macías, E. J. C., Peña, R. B. P., Núñez, G. L. E. y Robles T. P. A. 2012b. Pasteurización de calostro: efecto sobre la carga bacteriana. *Memorias de la XLVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Querétaro. México
- González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Reyes C. J. L., y Robles, T. P. A. 2014. Transferencia de inmunidad pasiva en becerras holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGROFAZ*. 14(1):1-6.
- González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Moreno, R. A., y Reyes, C. J. L. 2016a. Crecimiento y supervivencia de becerras lactantes suministrando diferente cantidad de calostro pasteurizado. *AGROFAZ*. 16(1):37-46
- González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Núñez, G. L. E., Pérez, R. E., Moreno, R. A., y Reyes, C. J. L. 2016b. Carga de bacterias coliformes en calostro bovino pasteurizado. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 1(1):157-161

- Johanson, J. L., Godden, S. M., Molitor, T., Ames, T. y Hagman, D. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 90(11):5189-5198
- McGuirk, S. M. y Collins, M. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 20(3):593-603
- McMartin, S., Godden, S., Metzger, L., Feirtag, J., Bey, R., Stabel, J., Goyal, S., Fetrow, J., Wells, S. y Chester-Jones, H. 2006. Heat treatment of bovine colostrum. I: Effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G level. *J. Dairy Sci.* 89(6):2110-2118.
- Medina, C. M. 1994. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. LIMUSA. Mexico DF. 306 p.
- Nocek, J. E., Braund, D. G. y Warner, R. G. 1984. Influence of Neonatal Colostrums Administration, Immunoglobulin, and Continued Feeding of Colostrums on Calf Gain Health, and Serum Protein. *J. Dairy Sci.* 67(2):319-333.
- Ochoa, L. V. A. 2017. Transferencia de inmunidad pasiva en becerras alimentadas con calostro pasteurizado. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 29 p.
- Playford, R. J., Macdonald, C. E. y Johnson, W. S. 2000. Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *Am. J. Clin. Nutr.* 72:5-14
- Prosser, C. G., Eichler, S. J., Farr, V. C. y Davis, S. R. 1992. Effect of colostrum intake on-lactalbumin concentrations in serum of calves. *Research in Veterinary Science.* 53:219-222
- Robison, J. D., Stott, G. H. y DeNise, S. K. 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci.* 71(5):1283-1287

- Rodríguez, H. K., Salazar, S. M. A. y Núñez, H. G. 2014. Pasteurización de calostro bovino. Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. p.p. 1-2.
- Roy, J. H. B. 1980. El ternero manejo y alimentación. Editorial Acribia. Volumen 1. P. 61-63
- Sasaki, M., Davis, C. L. y Larson, B. L. 1983. Immunoglobulin IgG1 metabolism in new born calves. *J. Dairy Sci.* 60(4):623-626
- Stewart, S., Godden, S., Bey, R., Rapnicki, P., Fetrow, J., Farnsworth, R., Scanlon, M., Arnold, Y., CLow, L., Mueller, K. y Ferrouillet, C. 2005. Preventing bacterial contamination and proliferation during the harvest, storage, and feeding of fresh bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 88(7):2571-2578
- Stott, G. H. y Fellah, A. 1983. Colostral immunoglobulin absorption linearly related to concentration for calves. *J Dairy Sci.* 66:1319-1328
- Tizard, I. 1987. *Inmunología Veterinaria. Propiedades generales de las respuestas inmunitarias.* 3 ed. Nueva interamericana SA-McGraw-Hill. México DF. p. 4-11.
- Tizard, I. 1992. *Veterinary immunology.* 4 ed. WB Saunders. Philadelphia. p. 215
- Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E. y Barrington, G. M. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14:569-577.
- Wren, G. 1996. *Nutrición, Estrés e Inmunología* [en línea]. Tecnovet de México. <http://tecnovet.com.mx/articulos/art14.html>. [23/oct/2017]