

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



**Efecto del bicarbonato de sodio como bacteriostático en calostro bovino.**

**POR**

**ADELINA CORTÉS RAMÍREZ**

**TESIS**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**MARZO DE 2018**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto del bicarbonato de sodio como bacteriostático en calostro bovino.

POR

ADELINA CORTÉS RAMÍREZ

TESIS

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

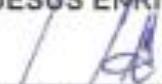
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

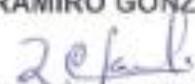
PRESIDENTE:

  
DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO

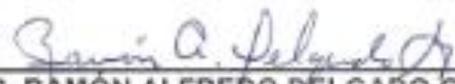
VOCAL:

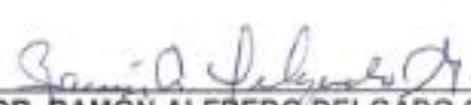
  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL:

  
MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL   
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto del bicarbonato de sodio como bacteriostático en calostro bovino.

POR

ADELINA CORTÉS RAMÍREZ

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

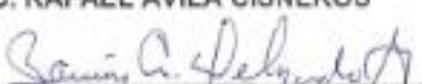
ASESOR:

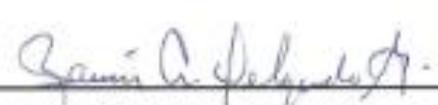
  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

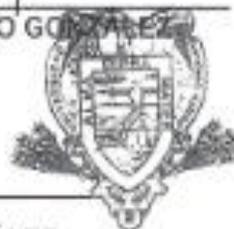
ASESOR:

  
MC. RAFAEL ÁVILA CISNEROS

ASESOR:

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

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



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** Gracias por permitirme culminar una etapa importante de mi vida, gracias por permitirme cumplir el sueño de ser una profesionista ya que sin Él nada de esto hubiera sido posible, gracias por todas y cada una de las bendiciones que nos ha dado a lo largo de nuestras vidas junto a mi familia.

**A MIS PADRES:** Mario Cortés Rosales y María Victoria Ramírez Cortés gracias por brindarme su apoyo incondicional durante toda mi vida.

**A MIS HERMANOS:** Magda, Leo, Bulmaro y Everardo, a cada uno de ellos gracias por haber aportado su granito de arena durante mi formación profesional.

**A MI ASESOR DE TESIS:** Dr. Ramiro González Avalos por compartir su conocimiento, por ser mi guía y brindarme todo su apoyo para poder llevar a cabo la realización de este trabajo.

**A BREEN Y LUPITA:** Por darme la oportunidad de convivir con ellas.

## DEDICATORIAS

**A MIS PADRES:** Mario Cortés Rosales y María Victoria Ramírez Cortés a quienes quiero mucho por ser el pilar de la familia, por ser un gran ejemplo a seguir para mí y para mis hermanos, por su apoyo incondicional y sus consejos que nos dan día con día, por su amor y comprensión que nos motivan a seguir adelante.

**A MIS HERMANOS:** Por el simple hecho de existir y compartir bellos momentos con la familia. Estoy muy orgullosa de ellos porque cada uno ha podido salir adelante a pesar de las dificultades.

**A MI AMIGOS:** A Mitzi, Nacho, Chon y Alex, por ser esos seres que cuando te los encuentras no te preguntan ¿cómo estás? sino que te preguntan ¿cómo va la tesis? A Lupita y Breen; todos y cada uno de ellos forman parte de mi trayectoria.

## RESUMEN

Diversos patógenos pueden ser transmitidos en el calostro, ya sea por descamación directa de la glándula mamaria, contaminación pos-ordeño, o proliferación bacteriana en calostro almacenado inapropiadamente. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del bicarbonato de sodio como bacteriostático en calostro bovino. Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas primíparas y múltiparas de la raza Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta de calostro se determinó la densidad utilizando un calostrómetro, a una temperatura de 22 °C al momento de la medición. Para observar el efecto del bicarbonato de sodio sobre el crecimiento de bacterias en el calostro se utilizaron cuatro tratamientos: T1= testigo, T2= 5, T3= 10, T4=20 gr de bicarbonato de sodio por L de calostro respectivamente. El análisis microbiológico de las muestras consistió en la determinación de número más probable de coliformes. El análisis estadístico para los coliformes se realizó mediante una prueba de rango de Wilcoxon, se realizó utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se utilizó el valor de  $P < 0.05$  para considerar diferencia estadística. Los resultados del estudio encontraron una carga bacteriana en las muestras de calostro de  $>1,100.0$  UFC en calostro con o sin bicarbonato de sodio. No existió diferencia estadística  $P < 0.05$  entre tratamientos. El bicarbonato de sodio no mostro un efecto bacteriostático en calostro bovino.

**Palabras clave:** bacterias, bacteriostático, calostro, bicarbonato de sodio.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIAS .....	ii
RESUMEN .....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
2.1 Importancia del calostro .....	5
2.2 Carga bacteriana en el calostro bovino .....	9
2.3 Estrategias de conservación del calostro .....	12
2.4 Congelado del calostro bovino .....	12
2.5 Liofilizado del calostro bovino .....	13
2.6 Tratamiento térmico del calostro bovino .....	13
2.7 Bicarbonato de sodio en calostro bovino .....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
5. CONCLUSIONES .....	18
6. LITERATURA CITADA .....	19

## ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Característica y composición del calostro y leche del ganado Holstein. 12
- Cuadro 2. Análisis de la composición del calostro de las muestras obtenidas de vacas en unidades de producción lechera en Pennsylvania. 12

## 1. INTRODUCCIÓN

El calostro es la primera fuente de nutrientes para la ternera después del nacimiento y es además una fuente importante de inmunoglobulinas (Ig) o anticuerpos, cuya absorción es esencial para proteger a las terneras contra infecciones entéricas, las cuáles son la razón principal de mortalidad durante las primeras semanas de vida (Wells *et al.*, 1996). Por mucho tiempo se ha reconocido que para asegurar una adecuada transferencia de inmunidad pasiva en terneras, es necesaria la administración de una cantidad adecuada de calostro de buena calidad durante las primeras horas de vida (Stott *et al.*, 1979; Stott y Fellah, 1983).

Diversos patógenos pueden ser transmitidos en el calostro, ya sea por descamación directa de la glándula mamaria, contaminación post-ordeño, o proliferación bacteriana en calostro almacenado inapropiadamente. Algunos de los patógenos que se pueden encontrar en calostro son: *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis*, *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Mycoplasma* spp. y *Salmonella* spp. (Godden *et al.*, 2006). De acuerdo a Stewart *et al.* (2005), el primer punto de control para alimentar un calostro con una baja carga bacteriana es prevenir la contaminación durante el ordeño, almacenamiento y proceso de alimentación. 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 agentes preservantes como el sorbato de potasio en calostro fresco (Stewart *et al.*, 2005).

El bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) es una sal que actúa para nivelar los ácidos orgánicos que se producen en el rumen, es por eso que se utiliza como

aditivo en la alimentación de los rumiantes, este proporciona beneficios nutricionales debido a que ayuda a mantener un adecuado rango de acidez ruminal, ya que cuando los niveles de acidez aumentan en el rumen las bacterias no podrán trabajar eficientemente y esto ocasiona problemas en la digestión (Bodas *et al.*, 2009).

El consumo de alimento fue mejorado cuando se acidifica (Eppard *et al.*, 1982) o fermentadas (Jenny *et al.*, 1983) cuando se complementó con NaHCO<sub>3</sub>. El bicarbonato de sodio también tiene efectos bacteriostáticos, inhibiendo el crecimiento de *Escherichia coli* 0111 en la leche humana (Bullen *et al.*, 1972) y el calostro bovino (Morin *et al.*, 2001). Morrill *et al.* (2010) informó que la suplementación de calostro sustituto (CR) con NaHCO<sub>3</sub> aumento de la concentración sérica de IgG en comparación con CR solo. Sin embargo, la óptima dosis de NaHCO<sub>3</sub> que maximiza la absorción de IgG tiene no se ha determinado.

### **Objetivo**

Evaluar el efecto del bicarbonato de sodio como bacteriostático en calostro bovino.

### **Hipótesis**

La adición de bicarbonato de sodio al calostro bovino evita la proliferación de bacterias.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

El calostro es la primera secreción láctea de los mamíferos después del parto. Es una fuente rica de proteínas no específicas tal como la timosina, alfa 1 y B4,

lactoferrina, insulina, factor de crecimiento de insulina. Estas proteínas son importantes para la resistencia a enfermedades infecciosas así como también para otras funciones de estimulación y crecimiento de los tejidos. Es también la fuente de las proteínas específicas Ig conocidas por ser capaces de ser transferidas pasivamente a través del alimento al recién nacido. También tiene efectos laxativos que actúan en el colon y que ayuda a expulsar el meconio y facilita el establecimiento de los movimientos normales del intestino (Muri *et al.*, 2005).

El calostro es una secreción densa, cremosa y amarilla que es colectada de la ubre después del parto. Por definición, únicamente la secreción del primer ordeño después del parto debe de ser denominada calostro. Secreciones desde el segundo hasta el octavo ordeño (cuarto día de la lactancia) son llamadas leche de transición (Cuadro 1), ya que su composición gradualmente se asemeja a la composición de la leche entera (Morin *et al.*, 2001).

El calostro cumple diversas funciones, entre las que destacan el aporte de Ig en las primeras horas después del nacimiento, el aporte de energía y favorecer la eliminación del meconio (Wells *et al.*, 1996).

En el caso del ganado caprino, se ha evaluado cual es la concentración sérica de anticuerpos tras la ingestión de los calostros necesaria para evitar el síndrome de fallo de la transferencia de la inmunidad pasiva, estimándose entre 800 y 1200 mg/dl (NAHMS, 2007).

Cuadro 1. Característica y composición del calostro y leche del ganado Holstein (tomado de Elizondo-Salazar *et al.*, 2007).

---

No de ordeño

---

Variable	1	2	3	Leche
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

A este respecto, son múltiples los factores que afectan la absorción de anticuerpos por los recién nacidos, destacando entre ellos, el volumen de calostro ingerido, su concentración en Ig, el peso al nacimiento, la hora de la primera ingesta (NAHMS, 2007).

En el manejo de la lactancia artificial no se recomienda aportar el calostro directamente de la madre, ya que la rápida vinculación materno-filial (Campos *et al.*, 2007) dificultará su posterior adaptación a las tetinas artificiales, lo que conllevará un retraso en su crecimiento. También como la prevención de ciertas patologías tales como paratuberculosis, micoplasmosis que son transmitidas por esta vía. Ello

conduce a que el conocimiento de la calidad del calostro sea importante, a fin de evitar que se reduzca su actividad inmunizante y energética. (Argüello *et al.*, 2005)

## **2.1 Importancia del calostro**

El organismo posee una serie de barreras físicas, químicas y biológicas que desempeñan un papel importante en la defensa contra patógenos. La primera de ellas: la piel, es una barrera absoluta contra los gérmenes. Son también barreras externas las vellosidades nasales, que impiden el paso de agentes extraños; y las mucosas que producen sustancias antimicrobianas. Los agentes patógenos que logran entrar al cuerpo se encuentran con una segunda línea de defensa, que consiste en células fagocíticas que destruyen dichos elementos. Una tercera línea de defensa como respuesta a la presencia de una sustancia extraña (antígeno) son los anticuerpos o inmunoglobulinas, las cuáles son proteínas producidas por los linfocitos, que son uno de los diversos tipos de células blancas producidas en la médula ósea por el proceso de hematopoyesis (Kindt *et al.* 2007).

Como se mencionó anteriormente, el sistema inmune de la ternera al nacimiento no posee la capacidad de producir suficientes Ig que ayuden a combatir las infecciones. Por su parte, el calostro es especialmente rico en Ig o anticuerpos, los cuáles proveen a la ternera su protección inmunológica durante las primeras semanas de vida (Nousiainen *et al.*, 1994). El calostro contiene más de  $10^6$  inmunocélulas maternas viables por mililitro, incluyendo linfocitos T y B, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol (Le Jan, 1996). El papel de estos factores de crecimiento y hormonas juegan un papel

importante en la estimulación del desarrollo del tracto gastrointestinal y otros sistemas en la ternera recién nacida (Davis y Drackley 1998).

El calostro es además la primera fuente de nutrientes para la ternera después del nacimiento. Contiene casi el doble de los sólidos totales presentes en la leche, el contenido de proteína y grasa es mayor, pero la concentración de lactosa es menor. Vitaminas y minerales se encuentran también en mayores cantidades (Cuadro 2). Es importante recalcar como la concentración de proteínas y péptidos disminuye rápidamente después del inicio de la lactancia (Hadorn 1997). Igualmente, la concentración de Ig disminuye significativamente en los ordeños subsecuentes (Oyeniyi y Hunter 1978; Stott *et al.* 1981; Davis y Drackley 1998).

El calostro bovino es una mezcla de las secreciones lácteas y componentes de suero sanguíneo, especialmente las proteínas séricas, inmunoglobulinas (Ig) y otras, que se acumulan en la glándula mamaria durante el periodo seco preparto. Los componentes importantes del calostro incluyen Ig, leucocitos maternos, factores de crecimiento, hormonas, citoquinas, factores antimicrobianos no específicos y nutrientes (Playford *et al.*, 2000).

Cuadro 2. Análisis de la composición del calostro de las muestras obtenidas de vacas en unidades de producción lechera en Pennsylvania (tomado de Kehoe *et al.*, 2007).

Componente	(Kehoe <i>et al.</i> , 2007)	(Foley y Otterby, 1978)
Grasa (%)	6.70	6.7
Proteína (%)	14.92	14.0
Lactosa (%)	2.49	2.7

Sólidos totales (%)	27.64	23.9
Ceniza (%)	0.05	-
IgG (mg•mL <sup>-1</sup> )	-	32.0
IgG <sup>1</sup> (mg•mL <sup>-1</sup> )	34.96	-
IgG <sup>2</sup> (mg•mL <sup>-1</sup> )	6.00	-
IgA (mg•mL <sup>-1</sup> )	1.66	-
IgM (mg•mL <sup>-1</sup> )	4.32	-
Lactoferrina (mg•mL <sup>-1</sup> )	0.82	-
Retinol (µg•g <sup>-1</sup> )	4.90	2.8
Tocoferol (µg•g <sup>-1</sup> )	2.92	-
β-Caroteno (µg•g <sup>-1</sup> )	0.68	-
Vitamina E (µg•g <sup>-1</sup> )	77.17	84.0
Thiamina (µg•mL <sup>-1</sup> )	0.90	0.58
Riboflavina (µg•mL <sup>-1</sup> )	4.55	4.83
Niacina (µg•mL <sup>-1</sup> )	0.34	0.96
Vitamina B <sub>12</sub> (µg•mL <sup>-1</sup> )	0.60	0.05
Ácido fólico (µg•mL <sup>-1</sup> )	-	0.01
Piridoxal (µg•mL <sup>-1</sup> )	0.15	-
Piridoxamina (µg•mL <sup>-1</sup> )	0.21	-
Piridoxina (µg•mL <sup>-1</sup> )	0.04	-
Ca (mg•kg <sup>-1</sup> )	4,716.10	2,599.9
P (mg•kg <sup>-1</sup> )	4,452.10	-
Mg (mg•kg <sup>-1</sup> )	733.24	399.9
Na (mg•kg <sup>-1</sup> )	1,058.93	699.9
K (mg•kg <sup>-1</sup> )	2,845.89	1,399.9
Zn (mg•kg <sup>-1</sup> )	38.10	11.6
Fe (mg•kg <sup>-1</sup> )	5.33	1.9
Cu (mg•kg <sup>-1</sup> )	0.34	0.6
S (mg•kg <sup>-1</sup> )	2,595.67	-
Mn (mg•kg <sup>-1</sup> )	0.10	0.2

La ingestión y absorción de Ig del calostro son esenciales para el establecimiento de la inmunidad. La transferencia de Ig de la madre al neonato se denomina transferencia pasiva, es importante en la protección del recién nacido

contra enfermedades infecciosas. La falla en la transferencia pasiva (FPT) no es una enfermedad, pero es una condición que predispone al neonato al desarrollo de las enfermedades (Stott *et al.*, 1979). La FPT ocurre cuando la becerro no absorbe una adecuada cantidad de Ig. Sin embargo, incluso las becerras que recibieron su alimentación temprana con gran cantidad de calostro y alta concentración de Ig tienen considerable variabilidad en los niveles de transferencia pasiva (Haines y Godden, 2011).

El lograr un consumo adecuado y temprano de calostro de alta calidad es ampliamente reconocido como el factor de manejo más importante para determinar la salud y la supervivencia de las becerras recién nacidas (Weaver *et al.*, 2000; McGuirk y Collins, 2004).

El calostro es el primer y el más importante de los alimentos que consumen los terneros. Tiene funciones básicas, ayuda al ternero 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 ternero a expulsar el meconio y facilitar el inicio del tránsito intestinal (Wells *et al.*, 1996).

Luego de nacido, el ternero se alimenta por primera vez de la madre con calostro, secreción de una importancia y composición química muy distinta a la leche que recibirá pasados los primeros días de vida. Un ternero que no mame el calostro al nacer está expuesto en casi un 100 % más a morir en comparación de aquellos que lo han recibido durante los primeros días de vida. Si analizamos las razones de porque la falta de calostro es casi incompatible con la supervivencia de

un ternero recién nacido, nos daremos cuenta de la importancia de este. En primer lugar los terneros nacen sin defensas naturales, ya que en el vacuno a diferencia de otras especies, durante la vida fetal, la placenta se comporta como una barrera para los anticuerpos maternos. Luego del nacimiento y por un lapso de 18 a 26 horas aproximadamente, el intestino del recién nacido es totalmente permeable a las globulinas modificadas (anticuerpos) y principios antitóxicos que la madre ha elaborado y que se encuentran en altas proporciones en la leche calostrual. Pasado el primer día, el intestino se hace impermeable y todas las sustancias son degradadas por las enzimas intestinales para poder ser asimiladas. Es esta la razón por la cual el ternero debe mamar en el primer día de vida (González *et al.*, 2014).

## **2.2 Carga bacteriana en el calostro bovino**

El bovino nace sin anticuerpos maternos, el sistema inmunológico del recién nacido no es funcional en los primeros meses de vida de forma suficiente para dar la protección contra las enfermedades virales, bacterianas y parasitarias. Por ende, el calostro es esencial en los rumiantes para transferir los anticuerpos y dar la protección de la cría en sus primeros meses de vida; especialmente para transferir la inmunoglobulina G que es la inmunoglobulina prevalente (Hurley y Theil, 2011). El consumo oportuno del calostro permite que los factores proteicos anti proteolíticos contra la tripsina y quimiotripsina protejan los anticuerpos en el tracto intestinal; evitando la alteración de las proteínas calostrales (Playford *et al.*, 2000).

El consumo oportuno de un buen calostro en cantidad suficiente determina que el ternero recién nacido adquiera la concentración inmunoglobulina G igual o mayor a 10 mg/ml de 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 hasta el destete si se depende de la inmunidad pasiva (González *et al.*, 2016).

El calostro bovino contiene inmunoglobulinas G (IgG<sub>1</sub>, IgG<sub>2</sub>); que participan en la opsonización celular y en la citólisis de las bacterias; inmunoglobulina M (IgM) que neutraliza los virus y evita su anexión a las mucosas corporales e inmunoglobulina A (IgA) que neutraliza las toxinas de origen bacteriano (Elizondo-Salazar, 2007). Según Bullen (1972), la proporción de las Ig en el calostro bovino incluyen los isotipos IgG1 (50 %), IgG2 (36 %), IgA (7 %) e IgM (7 %); las cuales se absorben vía intestinal en las primeras 24 horas después de nacer (Morin *et al.*, 2001). Las Ig protegen al ternero contra los agentes virales, bacterianos y parasitarios; formando la primera línea de defensa humoral (Kamada, 2007) y por ende estas complementan la protección corporal y sistémica con la defensa celular leucocitaria (Kehoe *et al.*, 2007). Según Jaster (2005), el contenido de anticuerpos en conjunto con la composición química (sólidos totales, grasa, proteína, inmunoglobulina, lactosa, calcio, fósforo, vitamina A y E) es utilizado para establecer la calidad del calostro (Araúz *et al.*, 2011)

Se debe tener presente que el sistema inmune de la ternera al nacimiento es inmaduro e incapaz de producir suficientes Ig para combatir infecciones (Sasaki *et al.*, 1983). Adicionado a ello, la estructura de la placenta bovina previene la transferencia de Ig séricas de la madre al feto antes del nacimiento (Argüello *et al.*, 2005). 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 adquisición de las Igs, a través de la permeabilidad intestinal, protege a la ternera de las enfermedades hasta que su propio sistema inmune llegue a ser completamente funcional (Robinson *et al.*, 1988).

El calostro bovino es una fuente importante de Igs y su absorción es esencial para proteger a las terneras contra infecciones intestinales, que son la causa principal de su mortalidad durante las primeras semanas de vida. Algunos de los patógenos que pueden ser transmitidos en el calostro, ya sea por descamación directa de la glándula mamaria, contaminación post-ordeño o por proliferación bacteriana si el mismo se almacena inapropiadamente, incluyen: *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Mycoplasma* spp., *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, and *Salmonella* spp, entre otras (McMartin *et al.*, 2006).

De acuerdo a Stewart *et al.* (2005), el primer punto de control para alimentar un calostro con una baja carga bacteriana es prevenir la contaminación durante el ordeño, almacenamiento y proceso de alimentación. Existe además una serie de estrategias para prevenir la proliferación bacteriana en el calostro almacenado como la refrigeración, el congelamiento y el uso de agentes preservantes como el sorbato de potasio en calostro fresco (Stewart *et al.*, 2005). 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).

### **2.3 Estrategias de conservación del calostro**

El primer punto de control para alimentar un calostro con una baja carga bacteriana es prevenir la contaminación durante el ordeño, almacenamiento y proceso de alimentación (Elizondo-Salazar *et al.*, 2008).

Además, existe una serie de estrategias para prevenir la proliferación de bacterias en el calostro almacenado como la refrigeración, el congelamiento y el uso de agentes conservadores como el sorbato de potasio en calostro fresco. Un método adicional para reducir o eliminar los patógenos bacterianos y cuyo uso se está incrementando es la pasteurización de calostro fresco (González *et al.*, 2015).

### **2.4 Congelado del calostro bovino**

Existe la posibilidad de conservar calostro de mejor calidad para suministrarlo a los terneros recién nacidos. El calostro puede ser refrigerado a 1-2 °C por una semana, sin que la concentración de Ig disminuya. Otra opción es congelar hasta por un año, sin provocar una disminución significativa de las Ig. El congelador debe estar a una temperatura constante de -20 °C, asegurándose que no existan periodos de descongelamiento. La forma óptima para descongelarlo es mediante la inmersión en agua tibia cuya temperatura no debe superar los 50 °C, lo que permitirá una descongelación lenta, por medio de este método se puede conservar el calostro por un tiempo prolongado sin modificar la composición nutricional y de Ig. Se debe envasar el calostro en bolsas con una capacidad máxima de 2 litros, las cuales deben ir correctamente marcadas con la información de la vaca, número de parto, calidad del calostro y fecha de recolección. No es recomendable utilizar congeladores que formen hielo, ya que estos tienen ciclos en los cuales la

temperatura fluctúa y el calostro puede descongelarse parcialmente, esto acortará la vida útil de almacenamiento del calostro o puede incluso comprometer la calidad final de éste (Fortín y Perdomo, 2009).

## **2.5 Liofilizado del calostro bovino**

Por medio de este proceso el calostro es sometido a deshidratación a altas temperaturas en sistemas al vacío donde se adquiere una textura fina del producto en la cual no se altera la composición natural del calostro. Este sistema de almacenamiento es costoso y está fuera del alcance de productor corriente, normalmente se emplea para la producción industrial de calostro. La congelación, el almacenamiento excesivamente prolongado y la descongelación del calostro pueden tener efectos negativos en la viabilidad de algunas células de defensa (leucocitos) del calostro (Campos *et al.*, 2007).

## **2.6 Tratamiento térmico del calostro bovino**

En la actualidad el interés por la alimentación con calostro pasteurizado para reducir la transmisión de agentes patógenos infecciosos a los terneros se ha incrementado. Sin embargo las primeras investigaciones para pasteurizar el calostro utilizando los métodos convencionales y las temperaturas que normalmente se utilizan para pasteurizar la leche, ha dado resultados menos que aceptables, ya que resulta en una reducción de hasta el 32% de concentración de IgG y reduce las concentraciones séricas de Ig en becerros que fueron alimentados con calostro pasteurizado. Sin embargo, este problema puede ser resuelto mediante el uso de una baja temperatura, ha mayor tiempo. En la mayoría de las situaciones, el tratamiento térmico de calostro a 140° F (60 °C) durante 60 minutos debería ser

suficiente para mantener las concentraciones de Ig, mientras que la eliminación de patógenos importantes, como la *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, *Salmonella enteritidis*. Una prueba de campo puso de manifiesto que cuando el calostro es sometido a un tratamiento térmico a 140° F durante 60 minutos, y se alimenta a los terneros, estos experimentan mejoras significativas en la eficiencia de absorción de los anticuerpos del calostro y tenían concentraciones de IgG en suero significativamente mayor a las 24 horas después de su nacimiento, comparados con los terneros alimentados con calostro crudo. Este beneficio se piensa que es debido al hecho de que hay un número significativamente menor de bacterias presentes en el calostro tratado térmicamente (Lozic, 2013; González *et al.*, 2016).

Existen básicamente dos tipos de pasteurización: 1) Baja temperatura-tiempo largo (pasteurización en bache) y 2) Alta temperatura-tiempo corto. En el primer tipo, un volumen dado de calostro se calienta en un recipiente donde se agita a una temperatura de 63 °C durante un lapso de 30 minutos. El segundo tipo de pasteurización, es un sistema de flujo continuo, en el cual la leche fluye dentro de un tubo en forma de espiral y es calentada a 72 °C durante un lapso de 15 segundos (Elizondo-Salazar *et al.*, 2010).

## **2.7 Bicarbonato de sodio en calostro bovino**

El bicarbonato de sodio se ha utilizado como un método para amortiguar el calostro acidificado y fermentado. Foley y Otterby (1978) observaron que los terneros neonatos que recibían calostro amortiguado tenían concentraciones séricas de IgG más elevadas que los terneros alimentados con calostro fermentado. Adición de bicarbonato de sodio al calostro fermentado (Jenny *et al.*, 1983) y al

calostro acidificado (Eppard *et al.*, 1982) mejoró el consumo de alimento en comparación con el calostro acidificado o fermentado que no contenía bicarbonato de sodio. Bullen *et al.* (1972) informaron que el calostro bovino que contenía bicarbonato de sodio suplementario había aumentado la actividad bacteriostática.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se desarrollará del 05 de febrero al 30 de marzo del 2016, en un establo del municipio de Francisco I. Madero en el Estado de Coahuila; éste se localiza a una altura de 1100 msnm. Entre los paralelos 26° 17' y 26° 38' de latitud norte y los meridianos 103° 18' 103° 10' de longitud oeste (INEGI, 2009).

Se utilizará el calostro de primer ordeño de vacas primíparas y multíparas de la raza Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto.

Inmediatamente después de la colecta, se determinará la densidad de este producto, utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a una temperatura de 22 °C al momento de la medición. El calostro con densidad  $\geq 50$  mg•mL<sup>-1</sup> de Ig se combinará hasta acumular la cantidad de 10 L (un lote).

Para observar el efecto del bicarbonato sobre el crecimiento de bacterias en el calostro se utilizarán cuatro tratamientos: T1= testigo, T2= 5 gr, T3= 10 g, T4=20 g de bicarbonato de sodio por litro de calostro respectivamente.

El análisis microbiológico de las muestras consistirá en la determinación de número más probable de coliformes. El análisis estadístico para los coliformes se realizará mediante una prueba de rango de Wilcoxon, ambos análisis se realizarán utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se utilizará el valor de  $P < 0.05$  para considerar diferencia estadística.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados del presente estudio (Cuadro 1) se observa desarrollo de bacterias en las muestras de calostro en donde se utilizó el bicarbonato de sodio como bacteriostático.

Cuadro 1. Determinación de número más probable de coliformes en muestras de calostro con y sin bicarbonato de sodio.

Tratamiento	Hora del muestreo después del ordeño				
	0	1/2	1	2	3

T1	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0
T2	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0
T3	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0
T4	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0	>1,100.0

El calostro es un producto biológico rico en carbohidratos, grasas, proteínas, minerales, vitaminas y otros elementos, y posee un pH cercano a la neutralidad. En consecuencia, constituye un medio adecuado de cultivo para bacterias. Determinación de número más probable de coliformes estima el número de bacterias; es un estándar aceptado para estimar la calidad de los productos alimenticios como leche y productos lácteos y es un buen indicador de las prácticas de producción higiénica de la leche.

Por otra parte es importante recordar que las bacterias pueden adherirse a los receptores no específicos en los enterocitos de becerras, y por consecuencia reducir el número de receptores disponibles para la filtración de Ig (Staley y Bush, 1985). Las bacterias en el calostro se pueden adherir a las Ig libres en el lumen intestinal o impedir directamente la entrada y el transporte de las moléculas de Ig a través de las células epiteliales intestinales, interfiriendo por tanto en la absorción pasiva de Ig del calostro (James *et al.*, 1981).

Rodríguez (2016) realizó un tratamiento con extracto de cítricos en calostro, en el cual se realizó un conteo bacteriano, observó un efecto bacteriostático entre los tratamientos en los cuales se utilizó el extracto de cítricos, reporta 2,460 hasta 18,225 colonias por placa.

Elizondo-Salazar et al. (2010), realizaron un tratamiento térmico en calostro, a temperaturas de 57, 60 y 63°C con tiempos de 0, 30, 60 y 90 minutos con cada una de las temperaturas, en el cual se realizó un conteo bacteriano. En el cual en el conteo de placa estándar encontró Una disminución ( $P < 0.05$ ) en SPC fue observada en la combinación de tiempo y la temperatura más baja (57°C para 30 min). Tratamiento a 57° C durante 90 minutos o 60°C durante 30 o 60 min. dio lugar a casi 1  $\log^{10}$  reducción en SPC, y tratamiento a 60°C durante 90 minutos o a 63°C durante 60 minutos resultó en aproximadamente 2 reducciones de  $\log^{10}$  en SPC.

Elizondo-Salazar *et al.* (2008) mediante un estudio de pasteurización realizó un análisis de bacterias en muestras de calostro no pasteurizado y otras con calostro pasteurizado. En el cual los resultados del trabajo con el tratamiento térmico de calostro a 62°C por 30 minutos se observó una reducción significativa de la carga bacteriana.

## 5. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos en este trabajo se observó que la aplicación de bicarbonato de sodio no redujo la carga bacteriana. Sin embargo, se recomienda seguir con investigaciones sobre el tema, utilizando diferentes dosis y en combinación con la refrigeración, congelación o pasteurización del calostro.

## 6. LITERATURA CITADA

Araúz, E. E., Fuentes, A., Batista, J. R., Ramón, V., Caballero, S. 2011. Potencial calostropoiético 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). España. pp. 1-28

Arguello, A., Castro, N. y Capote, J. 2005. Evaluation of a color method for testing immunoglobulin G concentration in goat colostrum. J. Dairy Sci. 88:1752-1754.

- Bullen, J. J., Rogers, H. J. y Leigh, L. 1972. Iron-binding proteins in milk and resistance to *Escherichia coli* infections in infants. *BMJ* 1:69-75.
- Campos, R., Carrillo, A. F., Loaiza, V., y Giraldo L., 2007. El calostro: herramienta para la cría de terneros. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de ciencia animal. Palmira, Colombia. pp. 1-16.
- Davis, C. L. y Drackley, J. K. 1998. The development, nutrition, and management of the young calf. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana*. 18(2):271-281
- Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M., y Heinrichs, A. J. 2008. Pasteurización de calostro: efecto sobre la carga bacteriana y la concentración de inmunoglobulinas G. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*. 9(9): 1-9.
- Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M., y Heinrichs, A. J. 2010. Effect of heat treatment of bovine colostrums on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin G concentration. *J. Dairy Sci.* 93(3):961-967.
- Eppard, P. J., Otterby, D. E., Lundquist, R. G. y J. G. Linn. 1982. Influence of sodium bicarbonate on growth and health of young calves. *J. Dairy Sci.* 65:1971-1978.
- Foley, J. A. y Otterby, D. E. 1978. Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum: A review. *J. Dairy Sci.* 61:1033-1060.
- Fortin, C. A. M. y Perdomo, C. J. J. 2009. Determinación de la calidad del calostro a partir de la densidad y la concentración de IgG y el número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.
- 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.* 89:3476-3483.

- González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Moreno, R. A. y Reyes, C. J. L. 2016. Crecimiento y supervivencia de becerras lactantes suministrando diferente cantidad de calostro pasteurizado. *AGROFAZ*. 16(1):37-46.
- González, A. R., González, A. J., Rodríguez, H. K., Peña, R. B. P., Núñez, G. L. E., Macías, E. J. C. 2014. Calidad del calostro: efecto en la transferencia de inmunidad pasiva en becerras lecheras Holstein. Efecto de la pasteurización sobre la carga bacteriana en calostro bovino. 12º Congreso Internacional de MVZ especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera. Torreón, Coahuila, México.
- González, A. R., Rodríguez, H. K., Isidro R. L. M., González, A. J., Peña, R. B. P.; Núñez G. L. E., Macías E. J. C. y Robles T. P. A. 2015. Efecto de la pasteurización sobre la carga bacteriana en calostro bovino. 12º Congreso Internacional de MVZ especialistas en Bovinos de la Comarca Lagunera. Torreón, Coahuila, México.
- Hadorn, U. y Blum, J. W. 1997. Effects of feeding colostrum, glucose or water on the first day of life on plasma immunoglobulin G concentrations and  $\gamma$ -glutamyltransferase activities in calves. *J. Vet. Med. A*. 44:531-537.
- Haines, D. M. y Godden, S. M. 2011. *Short communication*: Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. III. Effect of artificial mothering. *J. Dairy Sci.* 94:1536-1539.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila. Clave geoestadística 05035.
- James, R. E., Polan, C. E. y Cummins, K. A. 1981. Influence of administered indigenous microorganisms on uptake of [Iodine-125]  $\gamma$ -globulin in vivo by intestinal segments of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 64:52-61.
- Jaster, E. H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G<sub>1</sub> absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 8:296-302.

- Jenny, B. F., Hodge, S. E., O'Dell, G. D. y Ellers, J. E. 1983. Influence of colostrum preservation and sodium bicarbonate on performance of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 67:313-318.
- Kamada, H., Nonaka, I., Ueda, Y. y Mural, M. 2007. Selenium addition to colostrum increases immunoglobulin G absorption by newborn calves. *J. Dairy Sci.* 90:5665-5670.
- Kehoe, S. I., Jayarao, B. M. y Heinrichs, A. J. 2007. A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *J. Dairy Sci.* 90:4108–4116.
- Kindt, T. J., Goldsby, R. A. y Osborne, B. A. 2007. *Kuby Immunology*. 6 ed. W. H. Freeman and Company. New York, U. S. A.
- Le Jan, C. 1996. Cellular components of mammary secretions and neonatal immunity: a review. *Vet. Res.* 27:403-417
- Lozic, S. S .A. 2013. Calibración de refractómetro Brix para la determinación del contenido de inmunoglobulina G en el calostro bovino. Tesis Licenciatura. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- 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.* 89:2110-2118.
- Morrill, K.M., Marston, S. P., Whitehouse, N. L., Van Amburgh, M. E., Schwab, C. G., Haines, D. M. y Erickson, P. S. 2010. Anionic salts in the prepartum diet and addition of sodium bicarbonate to colostrum replacer, and their effects on immunoglobulin G absorption in the neonate. *J. Dairy Sci.* 93 :2067-2075

- Morin, D. E., Constable, P. D., Maunsell, F. P. y McCoy, G. C. 2001. Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:937-943.
- Muri, C., Schottstedt, T., Hammon, H. M., Meyer E. y Blum, J. W. 2005. Hematological, metabolic, and endocrine effects of feeding vitamin A and lactoferrin in neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 88:1062-1077.
- Nacional Animal Health Monitoring System (NAHMS). 2007. Dairy 2007. Part 1: Reference of Dairy Health and Management in the United States. USDA-APHIS Veterinary Services, Ft. Collins, CO.
- Nousiainen, J., Korhonen, H., Syvaoja, E. L., Savolainen, S., Saloniemi, H., y Halonen, H. 1994. The effect of colostrum, immunoglobulin supplement on the passive immunity, growth and health of neonatal calves. *Agric. Sci. Finly* 3:421-428.
- Olivares-Sáenz, E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., Mexico.
- Oyeniya, O. O. y Hunter, A. G. 1978. Colostrum constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum. *J. Dairy Sci.* 61:44-48.
- 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.
- Robinson, 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.* 71:1283-1287.
- Rodríguez, C. M. A. 2016. Efecto bacteriostático de extracto de cítricos en calostro bovino. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

- Sasaki, M., Davis, C. L. y Larson, B. L. 1983. Immunoglobulin IgG<sub>1</sub> metabolism in new born calves. *J. Dairy Sci.* 60:623-626.
- Staley, T. E. y Bush, L. J. 1985. Receptor mechanisms of the neonatal intestine and their relationship to immunoglobulin absorption and disease. *J. Dairy Sci.* 68:184-205.
- 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.* 88:2571-2578.
- Stott, G. H. y Fellah, A. 1983. Colostral immunoglobulin absorption linearly related to concentration for calves. *J. Dairy Sci.* 66:1319-1328.
- Stott, G. H., Marx, D. B., Menefee, B. E. y Nightengale, G. T. 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves III. Amount of absorption. *J. Dairy Sci.* 62:1902-1907.
- Stott, G. H., Fleenor, W. A. y Kleese, W. C. 1981. Colostral immunoglobulin concentration in two fractions of first milking postpartum and five additional milkings. *J. Dairy Sci.* 64:459-465.
- Weaver, D. M., J. W. Tyler, D. C. VanMetre, D. E. Hostetler, and G. M. Barrington. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14: 569-577.
- Wells, S. J., Dargatz, D. A. y Ott, S. L. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29: 9-19.