



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON OPCIÓN A: AGRONÓMICA, VETERINARIAS

TESIS:

**“EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA
MEDIANTE LA ACTIVIDAD DE LA GGT Y ABSORCIÓN DE IgG EN
BECERRAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO TRATADO TÉRMI-
CAMENTE”**

QUE PRESENTA

MVZ. Mayra Ponce Alvarez.

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

TUTOR:

DR. TEÓDULO QUEZADA TRISTÁN

COMITÉ TUTORAL:

**DR. ARTURO GERARDO VALDIVIA FLORES
DRA. SONIA VAZQUEZ FLORES**

Jesús María, Ags., Junio de 2022

AUTORIZACIONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARTA DE VOTO APROBATORIO INDIVIDUAL

DR. RAUL ORTIZ MARTINEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

Por medio del presente como TUTOR designado del estudiante MAYRA PONCE ALVAREZ con ID 150808 quien realizó la tesis titulada EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA MEDIANTE LA ACTIVIDAD DE LA GGT Y ABSORCIÓN DE IgG EN BECERRAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO TRATADO TERMICAMENTE, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el VOTO APROBATORIO, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 16 de Junio de 2022

Nombre

Dr. Teódilo Quezada Pristán
Comité tutorial.

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: 00-SE-I-O-07
Actualización: 05
Emisión: 17/05/19



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL

DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como ASESOR designado de la estudiante **MAYRA PONCE ÁLVAREZ**, quien realizó la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA MEDIANTE LA ACTIVIDAD DE LA GGT Y ABSORCIÓN DE IGG EN BECERRAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO TRATADO TÉRMICAMENTE**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 18 días de junio de 2022

Dr. Arturo Gerardo Valdivia Flores
Asesor de tesis

Centro de Ciencias Agropecuarias

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19



**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

DR. RAUL ORTIZ MARTINEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **MAYRA PONCE ALVAREZ** con ID 150808 quien realizó la tesis titulada **EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA MEDIANTE LA ACTIVIDAD DE LA GGT Y ABSORCIÓN DE IgG EN BECERRAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO TRATADO TÉRMICAMENTE**, un trabajo propio y relevante y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimir así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
San Miguel de Allende, Gto, a 25 de Junio de 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sonia Vázquez Flores'.

Dra. Sonia Vázquez Flores
Asesor de Tesis

c.c.p.- Interesado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19



DICTAMEN DE LIBERACION ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRAMITES DEL EXAMEN DE GRADO



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 20/06/2022

NOMBRE: Mayra Ponce Alvarez ID 150808

PROGRAMA: Maestría en Ciencias con opción a: Agronómicas o Veterinarias LGAC (del posgrado): Producción y Salud Animal

TIPO DE TRABAJO: () Tesis () Trabajo Práctico
 EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA MEDIANTE LA ACTIVIDAD DE LA GGT Y ABSORCIÓN DE IgG EN BECERRAS

TÍTULO: ALIMENTADAS CON CALOSTRO TRATADO TÉRMICAMENTE

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): El estudio aporta información para la mejora del manejo del calostro en las explotaciones comerciales que permitan mejorar la Transferencia de la Inmunidad Pasiva de las becerros en el periodo crítico de las primeras 72 h de vida evitando de esa manera la predisposición a enfermedades de tipo respiratorio y digestivo

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>				
SI				El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI				La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI				Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI				Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI				Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI				El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI				Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI				Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI				Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>				
SI				Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI				Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI				Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
NI				Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI				Coincide con el título y objetivo registrado
SI				Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI				Tiene el CVU del Conacyt actualizado
NO				Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<i>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</i>				
NI				Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
NI				El estudiante es el primer autor
NI				El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
NI				En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
NI				Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
NI				La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado: Sí No

FIRMAS

Elaboró: DR. ARTURO GERARDO VALDIVIA FLORES

* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO: DR. ANTONIO DE JESÚS MERAZ JIMÉNEZ

* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

Revisó: DR. ANTONIO DE JESÚS MERAZ JIMÉNEZ

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

Autorizó: DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado
 En cumplimiento con el Art. 319C del Reglamento General de Decencia que a la letra señala entre las Funciones del Consejo Académico... y según la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 109F las Funciones del Secretario Técnico, Revise el seguimiento de los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y al CONACYT por el apoyo financiero por medio de la beca otorgada para la realización de este proyecto.

Por su apoyo y tutoría invaluable a el Doctor Teódulo Quezada Tristán, por su tiempo, su conocimiento y su dedicación, así como al resto de mi comité tutorial; a el doctor Arturo Gerardo Valdivia Flores por sus consejos y estar al pendiente de mi formación, a la doctora Sonia Vázquez Flores por motivarme y compartir el gusto y pasión por esta área del ganado lechero tan hermosa (crianza). A la Dra. Leticia Esperanza Medina Esparza por sus conocimientos y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mi profesor de laboratorio MC. Carlos Leonel Hernández Millán por su paciencia, su enseñanza y su profesionalismo.

A la Posta Zootécnica por brindarme las instalaciones del laboratorio para el procesamiento de muestras y a el establo “LOS PIRINEOS” y personal de este por facilitarme la toma de muestras.

A mis padres, hermanos, familia y esposo por siempre motivarme y apoyarme en este tiempo.

A todos los que formaron parte de este proyecto en algún momento.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Gloria Álvarez Hernández y Fidel Ponce Palos, porque siempre han creído en mí, estar en cada paso y nunca soltarme.

A MIS HERMANOS

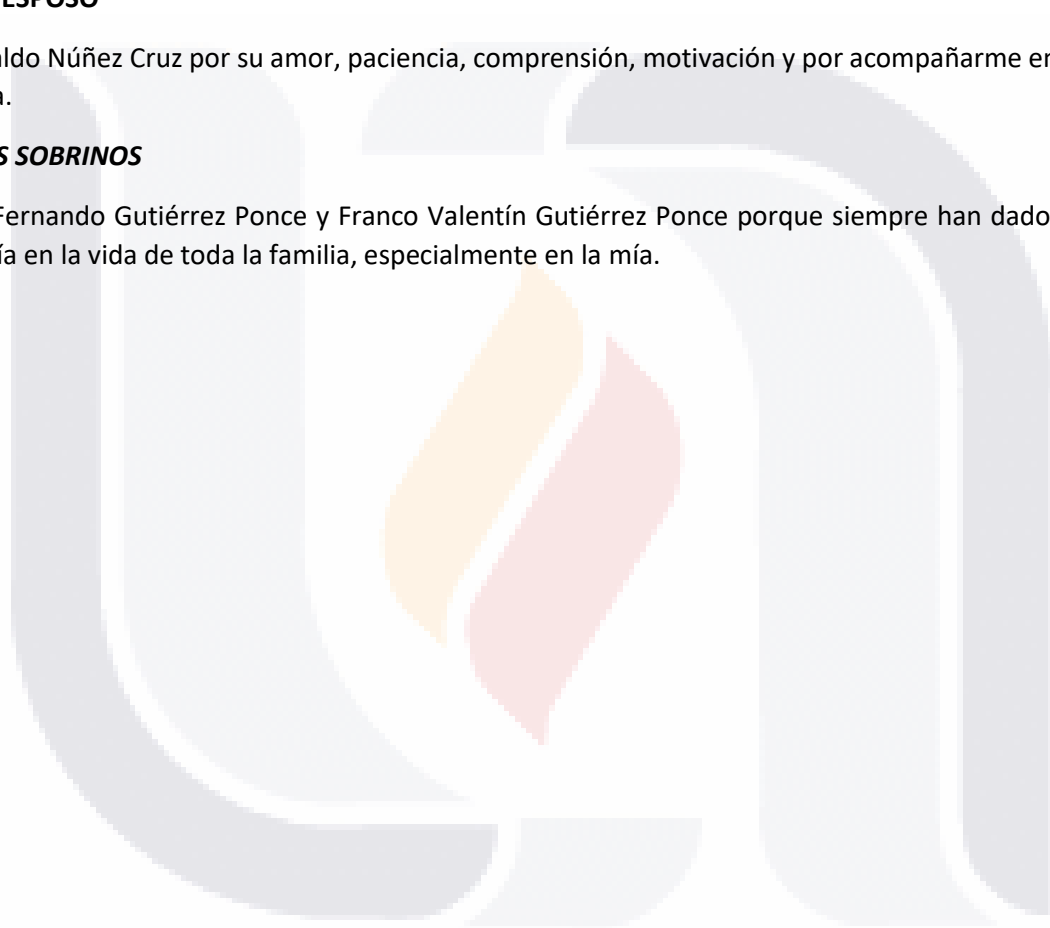
Cinthia Yazmin Ponce Álvarez, Oziel Ponce Álvarez, Adriano Ponce Álvarez que me han brindado su apoyo incondicional

A MI ESPOSO

Oswaldo Núñez Cruz por su amor, paciencia, comprensión, motivación y por acompañarme en esta etapa.

A MIS SOBRINOS

Luis Fernando Gutiérrez Ponce y Franco Valentín Gutiérrez Ponce porque siempre han dado luz y alegría en la vida de toda la familia, especialmente en la mía.



INDICE GENERAL.

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE CUADRO.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCION.....	8
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
III. JUSTIFICACION.....	11
1. ANTECEDENTES.....	12
1.1 Situación lechera en México	12
1.1.1 Producción de leche en el Estado de Aguascalientes	14
1.1.2 Producción en establos lecheros intensivo	14
1.2 Importancia de los parámetros Productivos y Reproductivos	15
1.2.1 Periodo seco.....	16
1.3 Fisiología de la Lactación.....	17
1.3.1 Desarrollo de la glándula mamaria	18
1.3.2 Génesis del calostro.	18
1.4 Calostro.....	20
1.4.1 Calidad del calostro	21
1.4.1.1 Métodos para determinar la calidad del calostro.....	22
1.4.2 Cantidad de calostro requerido.....	24
1.4.3 Digestión y Absorción del calostro	24
1.5 Transferencia de inmunidad pasiva (TIP).	26
1.6 Falla en la Transferencia de Inmunidad Pasiva (FTIP)	26
1.6.1 Factores de la madre	27
1.6.2 Factores de la cría	28
1.7 Enfermedades neonatales	29
1.8 Tratamiento térmico del calostro.....	31
1.9 Efecto del tratamiento térmico sobre la carga bacteriana del calostro y componentes proteicos IgG	31
1.10 Enzimas presentes en el calostro	33
1.10.1 GGT como indicadora de FTIP.	34
2. OBJETIVO.....	36
2.2 Objetivos específicos.	36
3.Hipótesis.....	36
4. Materiales y Métodos	37
4.1. Ubicación del estudio	37
4.2. Criterios de selección del establo.....	38
4.2.1 Criterios de Inclusión para la selección de establos	38
4.2.2 Criterios de Inclusión para la selección de las vacas.....	38
4.2.3 Criterios de inclusión para la selección de las becerras	39

4.3 Etapa de campo	39
4.3.1 Obtención, homogenización, evaluación y almacenamiento del calostro tratado y no tratado térmicamente	39
4.3.2 Administración del calostro	41
4.4 Etapa del laboratorio	42
4.4.1 Curva estándar de suero de calostro	42
4.4.2 Determinación de la concentración de IgG en calostro.....	42
4.5 Determinación de la concentración de IgG en suero sanguíneo.....	43
4.5.1 Obtención de muestras de sangre	43
4.5.2 Curva estándar de la concentración de IgG en suero sanguíneo	44
Curva de calibración para suero sanguíneo.....	45
4.5.3 Refractometría	45
4.6 Eficiencia Aparente de absorción	45
4.6.1 Calculo de estimación de la eficiencia aparente de absorción.....	45
4.7 Determinación de la actividad enzimática de Gamma Glutamil Transferasa (GGT) en suero de calostro y sanguíneo	46
4.8 Evaluación de los parámetros productivos en las becerras	46
4.8.1 Peso Inicial y Peso Final (PI y PF).....	46
4.8.2 Altura Inicial y Altura Final (TI y TF).....	46
4.8.3 Ganancia Diaria de Peso (GDP).....	46
4.8.4 Mortalidad (%).....	47
4.8.5 Morbilidad (%).....	47
4.9 Diseño de la investigación.	47
4.10 Análisis estadístico	48
5. RESULTADOS	49
5.1 Efecto del tratamiento térmico del calostro sobre la calidad y concentración de IgG en calostro.....	49
5.2 Concentraciones de IgG en suero sanguíneo.....	50
5.2.1 Técnica de espectrofotometría.	50
5.2.2 Concentración de Proteínas Totales en suero sanguíneo	51
5.2.3 Refractometría Grados Brix en suero sanguíneo.....	52
5.3 Eficiencia Aparente de Absorción	53
5.4 Actividad enzimática de la GGT.	54
5.5 Correlación entre las concentraciones de IgG, Proteína Total, Grados brix y actividad GGT	55
5.6 Parámetros Productivos.....	59
5.6.1 Peso, estatura y Ganancia diaria de peso a los 0,30,60 días de nacidas.	59
5.6.2 Morbilidades.	60
5.6.3 Mortalidades.	61
6.DISCUSIONES.....	62
6.1 Efecto del tratamiento térmico del calostro sobre la concentración de IgG en el calostro y en suero sanguíneo.	62

6.2 Concentración de IgG, grados brix y Proteínas Totales en suero sanguíneo. 62

6.3 Eficiencia Aparente de Absorción 63

6.4 Actividad Enzimática de la GGT 64

6.5 Parámetros Productivos. 65

 6.5.1 Pesos y estaturas y GDP a los 0,30,60 días 65

 6.5.2 Morbilidad y mortalidad. 65

7.0 CONCLUSIONES..... 66

Bibliografía 67

ANEXO 1..... 75

METODOLOGIA DE TURBIDEZ CON SULFATO DE ZINC 75

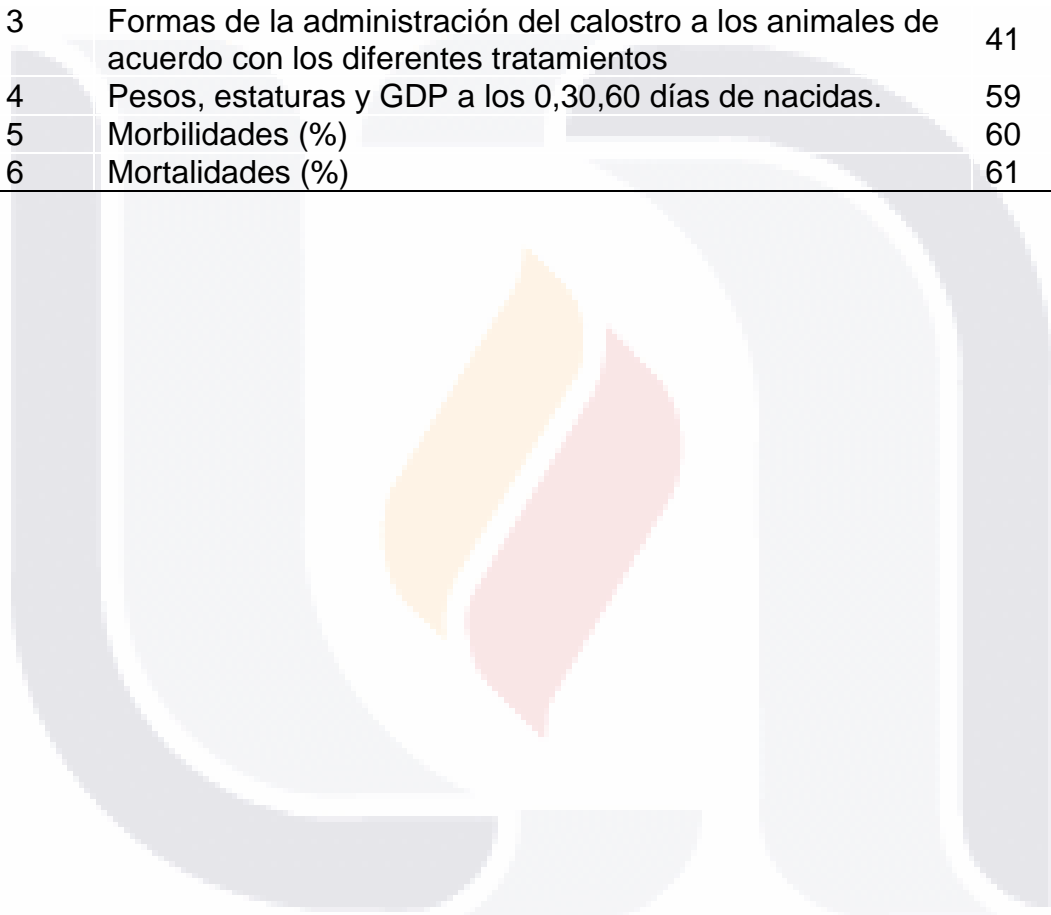
ANEXO 2..... 75

ANEXO 3..... 76



ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO No.	Contenido	Página
1	Características y composición del calostro y leche de ganado Holstein	19
2	Interpretación de la densidad específica del calostro con respecto a la concentración de IgG	40
3	Formas de la administración del calostro a los animales de acuerdo con los diferentes tratamientos	41
4	Pesos, estaturas y GDP a los 0,30,60 días de nacidas.	59
5	Morbilidades (%)	60
6	Mortalidades (%)	61



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Contenido	Página
1	Producción de leche bovino - Cifras preliminares a diciembre de 2018	13
2	Panorama de la leche en México 2018	13
3	Principales estados Productores de leche bovino 2011-2019	14
4	Localización Geográfica del Establo Lechero.	37
5	Localización Geográfica de la Posta Zootécnica	37
6	Curva estándar de inmunoglobulina G (IgG) en suero de calostro	42
7	Curva estándar de inmunoglobulina G (IgG) en suero sanguíneo	45
8	Concentraciones de IgG (mg/mL) en suero de calostro con y sin tratamiento térmico	49
9	Concentraciones de IgG (mg/mL) en sueros sanguíneos de becerras por método de espectrofotometría	50
10	Concentraciones de Proteínas Totales (g/dL) en sueros sanguíneos de becerras.	51
11	Concentraciones de IgG (mg/mL) en sueros sanguíneos de becerras mediante método de grados brix.	52
12	Eficiencia Aparente de Absorción (%)	53
13	Actividad enzimática de la enzima Gamma Glutamil Transferasa (GGT) (UL) en suero sanguíneo de becerras.	54
14	Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T1.	55
15	Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T2.	56
16	Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T3.	57
17	Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T4.	58

RESUMEN

Las terneras nacen agammaglobulinémicas, por lo tanto, dependen de los anticuerpos que su madre puede ofrecerle por vía del calostro para que la cría combata las infecciones. Debido a los manejos en campo existen controversias sobre el tratamiento térmico aplicado para el calostro ya que esta mejora la absorción de inmunoglobulinas y ayuda a bajar la carga bacteriana, pero también puede correr el riesgo de desnaturalizar las inmunoglobulinas. Se reporta una correlación entre los niveles de la inmunoglobulina G (IgG), las concentraciones de proteínas séricas totales y la actividad de la gamma-glutamil transferasa (GGT) por lo que usar la gamma-glutamil transferasa (GGT) también nos indica si existió una (Transferencia de inmunidad pasiva) TIP ya que estos elementos pueden ser usados como indicadores de una adecuada absorción de Inmunoglobulinas. Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tratamiento térmico del calostro y del tiempo de alimentación de las becerras en la transferencia de inmunidad pasiva, a través de la concentración sérica de IgG, PT, la actividad enzimática de la GGT y los parámetros productivos. La investigación se llevó a cabo en un establo lechero intensivo de ganado Holstein, se recolectará el calostro, se evaluó la calidad de este en campo con calostrómetro y refractómetro Grados Brix, antes y después del tratamiento térmico y se utilizó el calostro que cumpla con niveles de 50 a 120 mg de IgG/mL, en laboratorio se realizó la técnica de espectrofotometría. Se seleccionaron 120 becerras que se distribuyeron de manera aleatoria en cuatro grupos de 30 becerras. A cada grupo se les asigno los tratamientos, de la siguiente manera: T1, animales que recibieron el calostro sin calentamiento térmico con base al 10% de su peso corporal (PC) en una sola toma; T2, animales que recibieron el calostro calentado térmicamente en base al 10% de su PC en una sola toma; T3, animales que recibieron el calostro sin tratamiento térmico en tres tomas; y T4, animales que recibieron el 10% PC de calostro tratado térmicamente con tres tomas. A todas las becerras Se les tomaron muestras de sangre por venopunción a las 24 y 48 h de nacimiento y se les analizó PT, la concentración del IgG por medio de Grados Brix y espectrofotometría, se les determino la actividad enzimática de GGT y la eficiencia de absorción aparente (EAA). Se determinaron los parámetros productivos a los 0, 30, y 60 días de nacimiento. Se observó una mayor actividad de GGT a las 24 h en todos los tratamientos, no se encontró efecto de la pasteurización del calostro sobre la media de los valores de la prueba de Refractometría y Grados Brix ($P > 0.05$). La administración de calostro tratado térmicamente y tres tomas incrementó la concentración de IgG en sangre y EAA ($P < 0.05$). Se observó un efecto sobre el desempeño productivo de las becerras ($P > 0.05$). El tratamiento térmico del calostro y la administración de tres tomas antes de las primeras 24 h mejoró la salud de las becerras en cuanto a la morbilidad y la mortalidad. Los niveles de IgG y la actividad enzimática de la GGT en sangre a las 24 h son indicadores que sirven para evaluar la TIP.

ABSTRACT

Calves are born amagamaglobulinemic, therefore, they depend on the antibodies that their mother can offer through colostrum so that the newborn is able to fight infections. Due to the handling in the field, there are controversies about the heat treatment applied to colostrum since it improves the absorption of immunoglobulins and helps to lower the bacterial load, but it can also run the risk of denaturing immunoglobulins. There is a correlation between immunoglobulin G (IgG) levels, total serum protein (TSP) concentration and gamma-glutamyl transferase (GGT) activity. The use of gamma-glutamyl transferase (GGT) also indicates the amount of PIT (Passive Immunity Transfer) since these elements can be used as indicators of adequate absorption of immunoglobulins. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of heat treatment of colostrum and calf feeding time on passive immune transfer, through serum concentration of IgG, PT, enzymatic activity of the GGT and the productive parameters. The research was carried out in an intensive dairy barn for Holstein cattle, where colostrum was collected, quality was evaluated in the field with a colostrometer, hand- refractometer and Brix refractometer before and after heat treatment. The aim was to determine if colostrum complied with at least 50 to 120 mg of IgG/mL. A spectrophotometry technique was performed in the laboratory to detect colostrum density. 120 calves were randomly selected and distributed in four groups of 30 calves each. Treatments were assigned to each group, as follows: T1, calves receiving colostrum without thermal heating based on 10% of their body weight (BW) in a single intake; T2, animals that received the thermally heated colostrum based on 10% of their PC in a single feeding; T3, animals that received colostrum at 14 % BW without heat treatment in three feedings; and T4, animals that received 14% BW of thermally treated colostrum in three feedings. Blood samples were taken from all calves by venipuncture at ,24, and 48 hours after birth for determination of TP and IgG concentration by means of Brix degrees and spectrophotometry and GGT enzymatic activity. Apparent absorption efficiency (AAE) was calculated. Productive parameters were determined at 0, 30, and 60 days of birth. A higher GGT activity was observed at 24 h in all treatments, no effect of colostrum pasteurization was found on the mean values of the refractometry and Brix degrees. The administration of heat-treated colostrum and three feedings increased the concentration of IgG in blood and AAE ($P < 0.05$). An effect on the productive performance of calves was observed ($P > 0.05$), in both weight and height at 60 days. Heat treatment of colostrum and administration of three feedings before the first 24 h improved calf health in terms of morbidity and mortality. IgG levels and GGT enzymatic activity in the blood at 24 hours are good indicators to assess PIT.

I. INTRODUCCION

México tiene una alta tasa de mortalidad (entre 12% y 16%) y morbilidad (mayor al 40% pero menor al 47%) en hatos lecheros, por lo que no tiene la capacidad de producir reemplazos en la producción. Se menciona en la etapa pre-destete un estimado de la tasa de mortalidad entre 8% al 11%, relacionando estos porcentajes a una inmunidad pasiva deficiente (Mendoza y Parra,2004).

Idealmente, la inmunidad debe transferirse de la madre al feto in-utero para que el ternero pueda resistir ciertos microorganismos al nacer hasta que su propio sistema inmunológico pueda defenderlo. En los bovinos, esto no ocurre debido al tipo de placenta (epitelio coriónico cotiledón), por lo que el ternero es hipogammaglobulínico, por lo tanto, el ternero depende de los anticuerpos que su madre puede liberar pasivamente por vía del calostro, por lo que el sistema inmunológico del ternero al nacer no tiene la capacidad de producir suficientes anticuerpos para ayudar a combatir las infecciones (Wells *et al.*,1996). El riesgo en la aparición de enfermedades es alto por problemas de inmunodeficiencia debido al fracaso de la transferencia de inmunidad, que está relacionado con la cantidad, calidad, tiempo y método de administración del calostro, por lo que estos factores afectarán la absorción de IgG.(Weaver *et al.*, 2000).

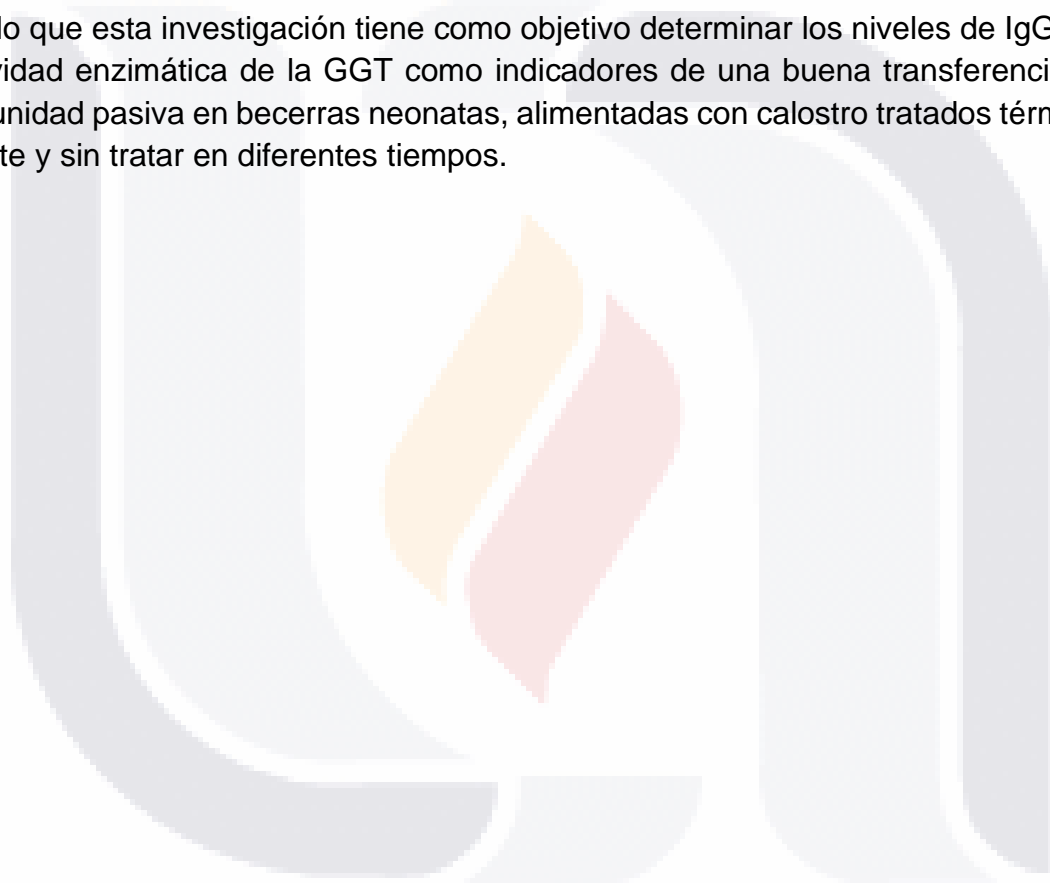
También es importante mencionar que el calostro es la primera secreción que produce la glándula mamaria después del parto, es especialmente rico en IgG o anticuerpos, además de ser la primera fuente de nutrientes para los terneros después del nacimiento (Malmuthuge *et al.*, 2015). Contiene casi el doble del total de sólidos de la leche. Es importante enfatizar cómo la concentración de proteínas y péptidos disminuye rápidamente después del inicio de la lactancia de manera similar, en el proceso de ordeño posterior, la concentración de Ig se reducirá significativamente. Igualmente importante. La primera función es proporcionar energía al recién nacido para evitar la hipotermia, tiene efecto laxante, puede eliminar el meconio o el primer excremento.

Después de que los terneros ingieran calostro, las Inmunoglobulinas se absorberán por completo a través de la mucosa intestinal y aparecerán en el torrente sanguíneo, generando así inmunidad pasiva (Olivera-angel, 2020) . La capacidad de absorber Inmunoglobulinas del calostro sin degradación es desde el nacimiento hasta 24 horas después del nacimiento del ternero, cuando la membrana intestinal se cierra es cuando el sistema digestivo del animal comienza a activarse. Los anticuerpos que no han pasado por el intestino durante este período no se pueden absorber. Sin embargo, después de 12 horas después del nacimiento, la transferencia de inmunoglobulinas desde el intestino a la sangre del ternero dejó de aumentar. Cuanto mejor sea la calidad del calostro, más rápida y eficazmente absorberá las inmunoglobulinas el ternero (Tizard, 2009).

Existen distintos métodos para determinar la transferencia de inmunidad pasiva, tanto en campo como en laboratorio, se ha señalado que la actividad enzimática de la γ -glutamilttransferasa (GGT) se puede utilizar como un indicador del consumo de calostro, debido a que en su actividad sérica esta elevada en los primeros días de vida (Quezada-Tristán et al., 2014).

Algunos establos han optado por adoptar el tratamiento térmico del calostro como practica de manejo para mejorar la inmunidad pasiva, sin embarco son pocas las investigaciones que han estudiado el efecto del tratamiento térmico del calostro sobre la absorción de Ig en terneras lecheras (Godden *et al.*, 2003).

Por lo que esta investigación tiene como objetivo determinar los niveles de IgG y la actividad enzimática de la GGT como indicadores de una buena transferencia de inmunidad pasiva en becerras neonatas, alimentadas con calostro tratados térmicamente y sin tratar en diferentes tiempos.



II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayoría de los establos lecheros de sistema intensivo, hay desechos del 23 a 35% de los animales en producción cada año, por esta razón se debe de contar con reemplazos para mantener el número de vacas en producción, lo cual significa que se debe contar con suficientes reemplazos para mantener constante el número de cabezas del hato adulto.

Existe una alta mortalidad en la etapa de crianza en los hatos lecheros hasta de un 11% así como una alta morbilidad en los primeros días de vida esto debido a una falla en la transferencia de inmunidad pasiva un reciente estudio nacional de lácteos informó que el Falla de la Transferencia Pasiva (FTP) afecta al 15.6% de los terneros, los factores principales por los que se da esta falla de transmisión de inmunidad pasiva, es la calidad, cantidad, volumen, y tiempo de administración de calostro. La productividad del hato puede verse afectada de manera negativa por las altas tasas de mortalidad de las crías, debido a que se incrementan los precios, limita la selección genética e incrementa la necesidad de compra de animales de reemplazo. Las principales enfermedades que se presentan en los establos lecheros en el área de las recrias son ocasionadas principalmente por la Falla de Transferencia Pasiva, entre estas son las enfermedades del tubo gastrointestinal y del aparato respiratorio caracterizadas por diarreas de tipo viral y bacteriano. Así como, las neumonías provocadas por las mismas causas etiológicas. En México se reportan del 12 al 40% de estas enfermedades.

Varios establos lecheros en México tratando de buscar alternativas para tener mejor calidad microbiológica de los calostros, han adoptado el realizar el procesamiento de los calostros térmicamente, ya que este proceso ayuda a bajar la carga bacteriana del calostro buscando reducir los problemas neumo entéricos que afectan severamente a las becerras de las explotaciones lecheras intensivas. Sin embargo, existen controversias en cuanto la eficiencia del uso de estos tratamientos térmicos ya que algunos autores difieren si este proceso afecta en la disminución de inmunoglobulinas y absorción de IgG por lo tanto tendría consecuencias en la transferencia de la inmunidad pasiva.

III. JUSTIFICACION

En México existen pocos estudios sobre el efecto del tratamiento térmico sobre la absorción de inmunoglobulinas relacionada con la alimentación de calostro con varias tomas. Una buena transferencia de inmunidad pasiva nos ayuda además de la reducción del riesgo de morbilidad antes del destete, y beneficios a que incluyen una reducción de la mortalidad durante esta esta etapa.



1. ANTECEDENTES

1.1 Situación lechera en México

La leche es uno de los alimentos más completos para la humanidad por sus nutrientes, en donde hacen que las proteínas destaquen, contiene gran cantidad de aminoácidos esenciales. Es la fuente de más de 20 nutrientes esenciales (Ochoa, 2001).

Desde principios de la década de 1990, la producción de leche de México ha crecido a una tasa promedio anual de 1.3%, ubicándose en el puesto 16 en la producción láctea mundial, representando el 3% del total. Según datos de SIAP-SAGARPA (2014), México ocupó el octavo lugar en la producción mundial de leche en 2018 y 2019 (SADER, 2018). A fines de 2018, la producción acumulada de leche alcanzó los 1200.08 mil millones de litros, un aumento del 2.0% con respecto a 2017 (SADER, 2018). Al cierre de 2018, la producción de derivados lácteos y productos fermentados como queso, crema y yogur alcanzó 1,15 millones de toneladas, por un valor de 52,104 millones de pesos. La producción de la industria quesera es de 418 mil 650 toneladas y el valor de mercado es de 21,200,93 mil millones de pesos. En 2018, la demanda de oferta nacional de leche en polvo fue de 602.120 toneladas; un aumento del 2,3% respecto al año anterior, de las cuales el 60% se satisfizo con las importaciones.

A nivel mundial, México ocupa el quinto lugar en compra de leche líquida, representando el 3.5% de las importaciones globales, mientras que China es el principal importador (SADER, 2018).



Figura 1 Cifras preliminares a diciembre de 2018. Fuente: SIAP. (SADER, 2018)

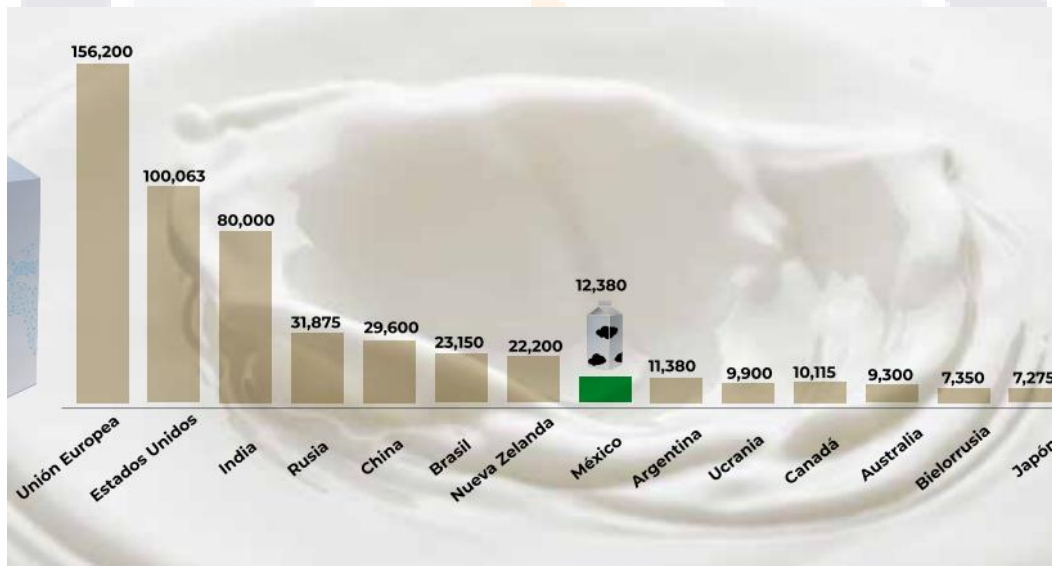


Figura 2 Panorama de la leche en México 2018 SADER. (2018).

Se estima que la producción en 2019 fue de 12.301 millones de litros, un aumento de 293 millones de litros (2,4%) con respecto a 2018 (SADER, 2019).

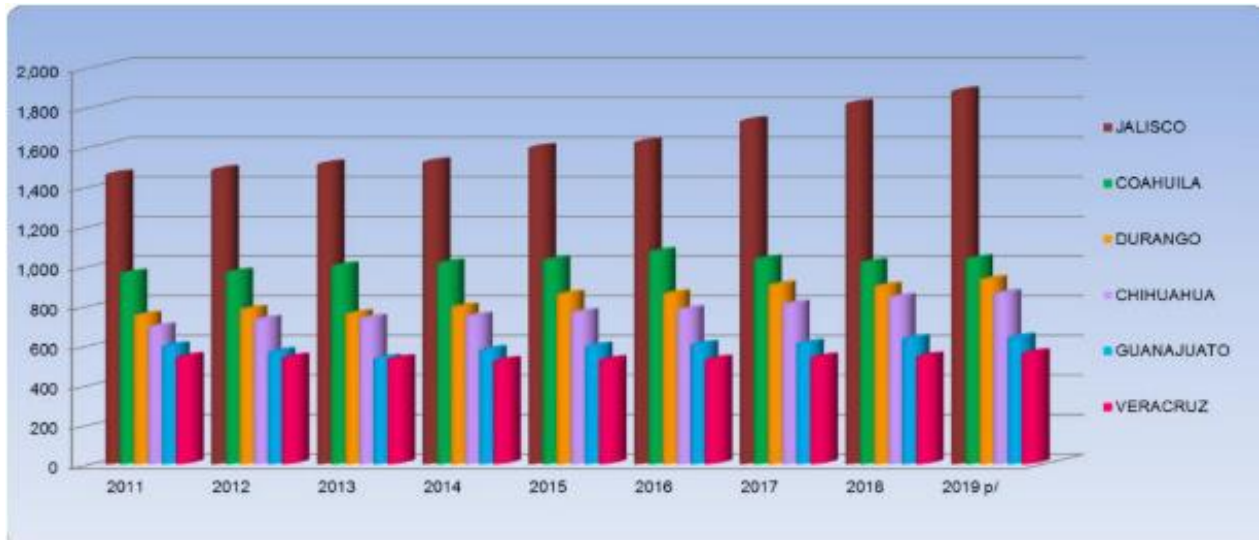


Figura 3. Principales estados productores de leche de bovino 2011-2019 (millones de litro Fuentes: (SIAP, 2019).

1.1.1 Producción de leche en el Estado de Aguascalientes

El estado de Aguascalientes es de los principales productores de leche en México, Según (SIAP, 2019), la producción en Aguascalientes en el año del 2018 fue de 442,881 miles de litros, cabe mencionar que ocupó en el año 2019 el noveno lugar de la producción lechera (SIAP, 2019).

1.1.2 Producción en establos lecheros intensivo

Las empresas lácteas enfrentan nuevos desafíos todos los días, uno de los cuales es mejorar la eficiencia de producción. El sistema intensivo representa el 51% de la producción total de México, produciendo 27 litros por vaca por día (8.2 toneladas por año); esto significa que en este sistema también hay mucho espacio para aumentar la productividad y alcanzar los mejores niveles del mundo. (Loera *et al.*, 2017).

Por su contribución al mercado es el más importante del país, las unidades de producción se encuentran en cuencas lecheras destacando por su importancia la zona de La Laguna (Gómez Palacio y Lerdo, Durango y Torreón, Coahuila), Los Altos

de Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Estado de México y Puebla (Martínez-González et al., 2000).

El sistema utiliza la tecnología más avanzada y el grado de integración vertical y horizontal es en realidad la suma. En cuanto a la alimentación del ganado, la base es la ración completa que consiste en forraje picado, que se alimenta directamente al ganado, y el alimento restante se conserva mediante ensilaje o heno (Núñez *et al.*, 2009).

Los primordiales grupos ganaderos, disponen de fábricas de alimentos balanceados, sistemas de formulación de raciones según con cada etapa de la producción y a la calidad genética de los animales e inclusive de acuerdo con la disponibilidad de insumos, con lo que se disminuyen los costos con este criterio. Asimismo, las unidades de producción cuentan con las mejores instalaciones para el manejo del ganado en condiciones de estabulación total. La ordeña es mecánica en salas construidas para ello y en algunas unidades de producción llegan a realizarse hasta cuatro ordeños. Las razas que se utilizan son especializadas, se destacan por el nivel de producción la raza Holstein, Pardo Suizo y en menor número la Jersey. Casi la totalidad del ganado se reproduce por inseminación artificial con semen de toros probados. Los animales están bajo control de programas sanitarios. Por último, la mano de obra es especializada (contratada). Este sistema se puede replicar, pero bajo condiciones de pastoreo (Améndola *et al.*, 2006).

1.2 Importancia de los parámetros Productivos y Reproductivos

La medición del rendimiento es una parte esencial de todas las industrias y la producción de leche no es una excepción. Es mejor usar indicadores claves cuantitativos de desempeño medibles para evaluar el desempeño del hato (Lane *et al.*, 2013), de forma que cada sistema de producción ganadera se encuentre referente con indicadores productivos, económicos, sociales y del medio ambiente, y la interacción entre estos indicadores determina sustentabilidad del establo. Una de las

variables más afectadas por las vacas Holstein es el porcentaje de vacas que van al rastro, lo que reduce el hato en la producción (Mariscal *et al.*, 2016).

1.2.1 Periodo seco

Si no se tiene un tiempo de secado suficiente (no menos de 4 semanas) y una mala alimentación, se producirá calostro de regular a mala calidad. Por eso es necesario llevar una dieta rica en proteínas, carbohidratos, vitaminas y sales aniónicas y catiónicas durante los últimos 30-45 días de gestación (Cano Celada, 2003).

Las vacas con un tiempo de secado demasiado cortos (<21 días) producen calostro con menor concentración de IgG. De manera similar tienen menor producción de calostro (Shoshani *et al.*, 2014). Un estudio de campo controlado informó que las vacas con un período de secado corto (40 días) produjeron 2.2 kg menos de calostro que las vacas con un período de secado regular (60 días) (Mayasari *et al.*, 2015).

Existen estudios que demuestran que la cantidad de calostro que nos puede proporcionar la madre se ve afectada por el mes del parto, el sexo de la cría, edad al primer parto) y facilidad de parto siendo mayor en abril y disminuyendo en noviembre (Borchardt *et al.*, 2022)

Varios estudios han determinado que la vacunación de las vacas y las vaquillas de tres a seis semanas antes del parto aumentará la concentración de inmunoglobulina en el calostro (Godden, 2008). Mientras que Botero (2013) recomienda la vacunación contra los antígenos de *Coronavirus*, *Rotavirus*, *Escherichia coli K99* y *Clostridium*; *Pasteurella hemolyticus*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella typhimurium* Berríos y Arthur (2009) asumen un plan de vacunación adecuado Incluso en las vaquillas, se debe lograr un buen nivel de anticuerpos calostrales.

Por otro lado, con respecto a su dieta, estudios realizados por (Campos *et al.*, 2007) confirmaron que una dieta sin el porcentaje correcto de proteína o energía puede conducir a una reducción de la producción de calostro y una reducción de la concentración de inmunoglobulinas. Los autores informan que, en comparación con una dieta de mayor contenido energético, la alimentación con una dieta energética

controlada que cumpla, la energía requerida durante el período seco aumenta el contenido de IgG de calostro, pero no afecta la producción de calostro (Lacetera *et al.*, 1996).

Según los informes, cuando todas las vacas recibieron una dieta prenatal deficiente en vitamina E y selenio, las vacas suplementadas con selenio e inyecciones de vitamina E al final de la gestación produjeron más calostro que las vacas sin estos suplementos (Aragona *et al.*, 2016).

1.3 Fisiología de la Lactación.

La fisiología de la lactación comprende el desarrollo de la glándula mamaria desde la etapa fetal hasta la edad adulta, el desarrollo durante la preñez y el inicio de la lactancia con los procesos adaptativos metabólicos y de comportamiento.

Al inicio de la preñez el sistema endocrino sufre intensos cambios. El crecimiento de la glándula mamaria es estimulado por la hormona de crecimiento (HC) y la prolactina (PRL) así como progesterona, esteroides adrenocorticales, estrógenos, gastrina y secretina del sistema gastrointestinal. El principio de la lactación es en compañía por el incremento del volumen de sangre, producción cardíaca, flujo sanguíneo mamario y flujo de sangre hepático y gastrointestinal, que dan a la glándula mamaria los nutrientes y hormonas para la síntesis de leche. El reflejo de eyección se activa con la existencia de leche en la glándula y la oxitocina que actúa en la contracción de las células mioepiteliales. Además de los mecanismos centrales, los mecanismos locales en la glándula mamaria regulan el principio de la lactación, de esta manera regula el flujo de sangre y la apoptosis ósea la muerte programada de las células de la glándula mamaria (Stefanon *et al.*, 2002).

1.3.1 Desarrollo de la glándula mamaria

Las líneas de las glándulas mamarias se pueden ver en el feto a partir del día 35. Alrededor del tercer mes, se forman las glándulas mamarias y los conductos excretores, y luego se forman los alvéolos. El sistema excretor comienza y termina en la mitad de la vida del feto. En la primera etapa del posparto, el proceso de crecimiento es el mismo que el de otras partes del cuerpo (crecimiento isométrico). Al comienzo del tercer mes, hasta la pubertad (crecimiento alométrico), la mama comienza a crecer de 2 a 4 veces más rápido que todo el cuerpo. Antes de la pubertad, el tejido mamario se ve afectado por factores de crecimiento y hormonas (Hale *et al.*, 2003).

En la edad adulta, el ciclo de lactancia se puede dividir en varios ciclos consecutivos: Mamogénesis, lactogénesis, galactopoyesis y e involución. Cada etapa tiene un estricto control hormonal. Están involucradas tres tipos de hormonas: las hormonas reproductivas (estrógeno, progesterona, prolactina placentaria, prolactina y oxitocina) actúan directamente sobre la mama. Las hormonas metabólicas (hormona del crecimiento, corticosteroides, tiroides, insulina) que actúan en diferentes partes del cuerpo suelen afectar las glándulas mamarias. Finalmente, las hormonas producidas localmente incluyen la hormona del crecimiento, la prolactina, la hormona paratiroidea (PTHrp) y la leptina (descrita recientemente como una hormona sintetizada en el tejido adiposo y en la mama) (Svennersten *et al.* 2005).

1.3.2 Génesis del calostro.

El proceso comienza unas semanas antes del parto, se ve afectado por la prolactina e influenciada por hormonas lacto génicas y se detiene repentinamente después del parto. Los componentes importantes del calostro incluyen inmunoglobulinas, glóbulos blancos maternos, factores de crecimiento, citosinas, factores antibacterianos, agua y nutrientes. Hormonas, factores antibacterianos inespecíficos y nutrientes. La concentración de estos componentes es mayor en las secreciones iniciales del primer ordeño (primer ordeño de calostro), y luego disminuye continuamente durante

los siguientes seis ordeños (leche de transición) para alcanzar la grasa completa vendible. La concentración más baja determinada de forma rutinaria en la leche (Cuadro 1) (Godden *et al.*, 2019).

La principal inmunoglobulina en la mayor parte del calostro del ganado es la IgG, que puede representar del 65% al 90% del contenido total de anticuerpos. La IgA y otras inmunoglobulinas suelen constituir un componente menor pero importante (Tizard, 2009)

Cuadro 1. Características y composición química del calostro y leche de ganado Holstein (Adaptado de Davis y Drackley, 1998).

Descripción	Número de ordeño			
	1	2	3	Leche
Gravedad específica	1.056	1.040	1.035	1.032
Sólidos totales %	23.9	17.9	14.1	12.9
Proteína total %	14.0	8.4	5.1	3.1
Caseína %	4.8	4.3	3.8	2.5
Inmunoglobulinas G (g/L)	48.0	25.0	15.0	0.6
Grasa %	6.7	5.4	3.8	3.7
Lactosa %	2.7	3.9	4.4	5.0
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

Un estudio de Donovan, *et al.*, (2007), mostraron que los leucocitos de calostro liberan citosinas y mejoran la respuesta de los linfocitos a reactivos no específicos,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

aumentan la fagocitosis y la capacidad de matar bacterias y estimulan las respuestas inmunes humorales (Donovan et al., 2007).

La IgG se transporta desde el suero a la glándula mamaria y la inmunoglobulina A (IgA) se sintetiza en la glándula por las células plasmáticas que migran desde el tracto gastrointestinal. Los precursores de células plasmáticas productoras de IgA se originan a partir del tejido linfoide asociado al intestino y entran en la glándula mamaria a través del torrente sanguíneo durante el parto. La IgA está presente en las secreciones mucosas y previene las infecciones causadas por microorganismos en estas superficies (Olivera-Ángel, 2020).

1.4 Calostro

El calostro está compuesto por una mezcla de secreciones lácteas y componentes séricos que se acumulan en la glándula mamaria entre 3 y 4 semanas antes del parto (Baumrucker *et al.*,2014).

El determinante más importante de la salud y supervivencia de los terneros es la ingesta temprana y adecuada de calostro de alta calidad. El calostro es la primera secreción de las glándulas mamarias de la vaca después del parto, es especialmente rico en proteínas e inmunoglobulinas (Ig) o anticuerpos que pueden proporcionar inmunidad a los terneros. También es muy importante como primera fuente de nutrientes para los terneros después del nacimiento. Además, el calostro también contiene muchos factores de crecimiento y hormonas, que son importantes para la función del sistema digestivo y el comienzo del crecimiento (Davis y Drackley, 1998).

Se pueden definir tres etapas del calostro: calostro génesis, la digestión del calostro en el estómago verdadero del recién nacido y la absorción final en el intestino. El calostro tiene un impacto importante en la supervivencia y la salud de los recién nacidos porque puede proteger contra los patógenos que pueden estar expuestos a él, especialmente digestivos y las vías respiratorias (Olivera-Ángel, 2020).

1.4.1 Calidad del calostro

Utilizando la definición tradicional de suero si la concentración de IgG es se estima que se requieren de al menos de 150 a 200 g de IgG para alimentar al ternero en las dos horas posteriores al nacimiento (Godden *et al.*, 2019).

La calidad del calostro está relacionada con la concentración de Inmunoglobulinas, es decir, cuanto mayor es el contenido de Igs, mayor es la calidad del calostro (González *et al.*, 2012). Las Igs son proteínas plasmáticas producidas por linfocitos en sangre de mamíferos en respuesta a antígenos extraños. Estos juegan un papel vital en el mecanismo inmunológico para proteger al cuerpo de los patógenos y proporcionar resistencia a las enfermedades (Conneely *et al.*, 2013). La composición del calostro es normalmente de 50-150 mg / mL de inmunoglobulinas, de la cual la IgG representa aproximadamente el 85-90%, la IgM representa aproximadamente el 7% y la IgA representa aproximadamente el 5% (Larson *et al.*, 1983).

En comparación con la leche, la IgG tiene un mayor contenido de grasa, por lo que, en comparación con la leche, tiene un aspecto espeso y cremoso y es más abundante en él, calostro (Stelwagen *et al.*, 2009). Se divide en dos isótopos: IgG1 (aproximadamente 80% a 90% de IgG) e IgG2, que trabajan juntos para proporcionar inmunidad pasiva a los terneros hasta que los terneros desarrollan su propia inmunidad activa (Blanco, 2001). Una forma de medir la calidad del calostro es la relación entre la densidad del calostro y la concentración de Ig. El calostro con una densidad superior a 1050 (72,7 mg / mL de inmunoglobulinas) es de buena calidad, mientras que el calostro con una densidad inferior a 1040 (34,5 mg / mL de inmunoglobulinas) es de baja calidad. Actualmente, existen varios métodos para evaluar la calidad del calostro, como la prueba de calostrometría, la turbidez del sulfato de zinc, y la prueba del índice de refracción (Godden *et al.*, 2003).

1.4.1.1 Métodos para determinar la calidad del calostro

Se han desarrollado varias técnicas para medir la calidad del calostro, incluidos métodos directos e indirectos, como lo es la inmunodifusión radial (IDR), que se considera el método más preciso para determinar el contenido de IgG en el calostro (Bielmann *et al.*, 2010), Este método utiliza un anticuerpo bovino específico, que está presente en la capa de agar de la placa y reacciona con el suero de prueba para formar un anillo de precipitación cuyo diámetro es proporcional a la cantidad de inmunoglobulina presente (Leyton *et al.*, 2007).

El ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA), que se basa en la interacción entre un antígeno (IgG bovino) y anticuerpos producidos por el antígeno. Para medir la cantidad de IgG bovina, se unió un anticuerpo contra la IgG bovina a la superficie plástica de una placa de micro titulación de 96 pocillos y la muestra se aplicó directamente a la superficie, formando así una unión específica entre las muestras. IgG y anticuerpos. La detección y cuantificación se basan en la medición colorimétrica de complejos de enzima-anticuerpo unidos y la interpolación de curvas estándar, con una precisión similar a la IDR (Leyton *et al.*, 2007; Weaver *et al.*, 2000).

Los métodos de laboratorio para medir con precisión la concentración de IgG son demasiado complicados y costosos para las aplicaciones de rutina en este campo, por lo que un método rápido, preciso y económico es esencial para identificar calostro de alta calidad (Bielmann *et al.*, 2010). En los Estados Unidos, el método más utilizado para medir la calidad del calostro es la escala de calostro, ósea el calostrómetro, porque es rápida pero sensible a la temperatura y por lo tanto se vuelve inexacta (Morris *et al.*, 2012; Capponi, 2014). Los calostrómetros se calibran a intervalos de 5 mg/mL. Para colorímetros con una concentración menor a 22 mg/mL, se clasifican como pobres (rojo); para colorímetros con una concentración entre 22 y 50 mg/mL, Se clasifica como moderado (amarillo), y para concentraciones más altas se clasifica como excelente (verde) con una concentración de más de 50 mg / mL (Elizondo *et al.*, 2007). El calostro no es una técnica cuantitativa, por lo que no puede medir con precisión el contenido de inmunoglobulina en el calostro, sin embargo,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

este método puede utilizarse para evaluar la calidad relativa del calostro (Morril *et al.*, 2012). Evitando así la falla de transferencia de inmunidad pasiva provocado por el uso de calostro de baja calidad (Elizondo *et al.*, 2007). Aunque este es uno de los métodos más comúnmente utilizados para evaluar la calidad del calostro, se puede usar completamente en condiciones de campo y porque solo se necesitan unos minutos para obtener resultados, así como poca capacitación para el personal, pero es sensible a la temperatura y la fragilidad (Bielmann *et al.*, 2010). La lectura del calostrómetro es altamente dependiente de la temperatura del calostro, por lo que debe realizarse a temperatura ambiente (20-25 ° C) (Elizondo *et al.*, 2007). Además, la lectura se ve afectada por el contenido total de sólidos en el calostro, y la gravedad específica variará debido a las variedades, el mes de entrega y la entrega varían (Morril *et al.*, 2012).

Según las investigaciones, el refractómetro Brix es un método útil para estimar la IgG en el calostro bovino, es un método rápido y de bajo costo que requiere un mínimo de equipo y capacitación (Quigley *et al.*, 2013). Los Grados Brix (%) se utilizan para determinar la proporción total de materia seca (comúnmente azúcar) disuelta en el líquido. La solución con 25°Bx contiene 25 g de sólidos disueltos por 100 g de solución total. La calidad del calostro disminuye con el aumento de los tiempos de ordeño (Deelen *et al.*, 2014).

El método de turbidez de sulfato de zinc (ZnSO₄) (Mullen, 1975) se basa entre la cantidad de inmunoglobulina y la intensidad de la reacción de turbidez de la solución de ZnSO₄. El tiempo y la temperatura de reacción, la cantidad de dióxido de carbono disuelto en la solución de ZnSO₄ y la presencia de hemólisis en el suero afectarán la prueba (Pfeiffer *et al.*, 1977). Estos métodos tienen algunas ventajas, como la fácil implementación y el bajo costo, pero también tienen ciertas limitaciones, como ser afectados por la hemoconcentración, que puede ocurrir en animales deshidratados, moribundos o con pérdida de proteínas por enteropatía; Esto tiene mayor correlación con la turbidez y el índice de refracción del ZnSO₄ (McBeath *et al.*, 1971; Naylor y Kronfeld, 1977; Pfeiffer *et al.*, 1977).

En el método de medición de las proteínas totales se utiliza un refractómetro, instrumento utilizado que mide el índice de refracción de una solución basado en su concentración, la cual está dada por las proteínas presentes en el suero de las cuales las inmunoglobulinas representan un tercio de las proteínas totales (McBeath *et al.*, 1971).

Se ha señalado que la actividad enzimática de la γ -glutamyl-transferasa (GGT) puede utilizarse como indicador del consumo de calostro de los terneros, por lo que puede utilizarse como un buen indicador de que el ternero consumió el calostro ya que en su actividad sérica esta enzima es alta durante la primera semana de vida (Bogin, 1993).

1.4.2 Cantidad de calostro requerido

El ternero debe consumir al menos el 10% de su peso corporal (PC), y actualmente se recomienda que sea entre el 10% y el 12% de su peso al nacer (Godden, 2010). Si consideramos que el volumen sérico del ternero a las 24 horas de edad es aproximadamente el 10% de su PC, por lo tanto, para obtener 10 g/L, el ternero debe consumir 35.0 g de calostro IgG (Quigley *et al.*, 2002).

1.4.3 Digestión y Absorción del calostro

Normalmente los animales que no han mamado tienen niveles de inmunoglobulina muy bajos a nivel sanguíneo. En los rumiantes la absorción no es selectiva, pasando todas las clases de inmunoglobulinas, los animales que no suelen mamar tienen el nivel de inmunoglobulina en suero muy bajo. Cuando se detiene la absorción, estos anticuerpos adquiridos pasivamente se reducirán debido a los procesos metabólicos normales. La tasa de disminución es diferente para cada clase de inmunoglobulina el tiempo necesario para reducir a niveles no protectores depende de la concentración inicial (Tizard, 2009).

El calostro se compone de secreciones lácteas y componentes del suero sanguíneo y se filtra a través de la gotera esofágica del ternero. Por lo tanto, la leche ingerida no atraviesa ni el rumen ni el retículo, sino que fluye directamente al abomaso (Braun *et al.*, 2013).

La renina secretada en el abomaso de los recién nacidos convierte la caseína soluble (una de las proteínas más grandes y abundantes del calostro) en una red de calcio de caseína, que retiene los glóbulos de grasa y se coagula en cuestión de minutos. Este coágulo se retrae rápidamente y se secretan otros sustratos que componen el suero del calostro, que en este caso es similar al suero de la leche. Como resultado, el tiempo de retención de la caseína en el estómago del recién nacido es más largo que el resto de la proteína de suero (Olivera-Ángel, 2020).

Cuando se refiere al intestino abierto, se refiere a la capacidad única de las células epiteliales intestinales neonatales para no seleccionar y absorber activamente moléculas grandes intactas (como la IgG causada por pinocitosis). Desde allí, las moléculas de IgG se transportan a través de la célula y se liberan en los vasos linfáticos por exocitosis, y luego ingresan al sistema circulatorio a través del tubo torácico en un proceso llamado de cierre (Olivera-Ángel, 2020).

Los factores que afectan la eficiencia aparente de absorción (EAA) de IgG son el tiempo de la administración, la calidad y la cantidad del calostro y alimentación de calostro o leche de transición después del cierre intestinal (Weaver *et al.*, 2000).

Después de ser absorbidas las inmunoglobulinas por la circulación del ternero, la duración de la inmunidad pasiva y la identidad de la IgG parental varían mucho, y depende en gran medida de la cantidad total de IgG consumida y absorbida en las primeras 24 horas de vida. La velocidad de descomposición de los anticuerpos del calostro puede verse afectada por una variedad de factores, incluida la infección por virus activo o la vacunación (Godden *et al.*, 2019).

1.5 Transferencia de inmunidad pasiva (TIP).

La transferencia de inmunidad pasiva es un proceso fisiológico que permite a los rumiantes adquirir la inmunidad requerida por las crías al absorber inmunoglobulinas (Ig). Esto es necesario en las primeras horas de vida porque el ganado tiene el mismo tipo de placenta y no permite que Ig pase durante la gestación (Godden *et al.*, 2009).

1.6 Falla en la Transferencia de Inmunidad Pasiva (FTIP)

El fracaso de la adquisición de la inmunidad del neonato a través del consumo del calostro en las primeras horas de nacidos las terneras se le conoce como FTIP. Cuando el ternero no recibe una cantidad suficiente de inmunoglobulina debido a varias razones, el nivel de IgG sérico es menor de 10 mg/mL de calostro o el nivel sérico de proteína total es menor que 5.2 g/dL (Lora *et al.*, 2018).

Se ha analizado que la aparición y el cambio de las enfermedades por falla de transferencia de inmunitaria pasiva (FTIP) tienen determinantes relacionados con las características poblacionales, genéticas, ambientales, inmunológicas, éticas y de manejo; se denominan factores de riesgo (FR). En estudios realizados por Chigerwe *et al.*, (2009) y Pourjafar *et al.*, (2011) han mencionado la existencia de algunos FR relacionados con FTIP, incluido el tiempo desde el nacimiento del ternero hasta la ingestión de calostro. resulta ser un factor de riesgo potencial.

Se demostró que otro factor de riesgo es la pasteurización del calostro a 60°C, durante al menos 30 minutos, ya que las Ig's se degradan y pierden sus propiedades de inmunización, además, ubican como factores determinantes de riesgo la concentración baja de Igs en el calostro, así como el método de obtención y procesamiento (Elizondo-Salazar *et al.*, 2010; Heinrichs *et al.*, 2019).

Se conocen cuatro razones principales relacionadas con el manejo de los programas calostrales por las cuáles un ternero es incapaz de obtener la inmunidad

requerida (Tizard, 2019). Cuando la dosis inicial de calostro es menor al 10% PV; y en segundo lugar, el tiempo de alimentación de los animales alimentados en el parto supera las 6 horas, excediendo el límite máximo de absorción, y la calidad es insuficiente por varios factores. Con el tiempo, el ternero sufre malabsorción (McGuirk, 2010).

La transferencia exitosa de inmunidad pasiva también puede verse afectada por otros factores, como la edad de la madre, la temporada de parto y la vitalidad del ternero después del nacimiento (Godden *et al.*, 2019).

Se ha estimado que los terneros con FTIP tienen más del doble de riesgo de muerte, 1.8 veces el riesgo de enfermedades respiratorias y 1.5 veces el riesgo de diarrea (Raboisson *et al.*, 2016). Por lo tanto, proporcionar calostro de alta calidad de manera adecuada es muy importante para mantener la salud de los terneros (Kelton *et al.*, 2020).

1.6.1 Factores de la madre

La distocia durante el parto está indirectamente relacionada con el fracaso de la transferencia inmunitaria pasiva. Besser *et al.*, (1985), encontraron que el grado de acidosis, producto del parto a largo plazo, y la eficiencia de absorción de Ig en el calostro estaban correlacionados negativamente, es decir, cuanto mayor era el grado de acidosis metabólica, menor era la eficiencia de absorción de inmunoglobulinas calostrales, teniendo mayor riesgo de enfermarse o incluso morir por diversos patógenos (Besser *et al.*, 1985).

Algunos estudios han demostrado que las vacas adultas tienden a producir calostro de mayor calidad, lo que puede deberse a la presencia más prolongada de patógenos específicos en las vacas adultas (Lora *et al.*, 2018). En el caso de tomar prostaglandinas o antiinflamatorios esteroides, también se menciona la inducción del parto, que reducen la concentración de IgG y la cantidad de calostro producida respectivamente (Paggi, 2011).

Es fundamental recolectar el calostro del primer ordeño debido a que se libera la más grande proporción de inmunoglobulinas, cuya concentración se disminuye extremadamente en los próximos ordeños. De esta forma en las primeras 12 h hay una reducción del 46.9% del nivel máximo de albúminas y globulinas (Paggi, 2011). La vacunación de las madres también es importante, vacunar a las vacas 3 a 6 semanas previas al parto resulta en un aumento en las concentraciones de inmunoglobulinas en el calostro (Godden, 2008). Botero (2013), recomienda vacunar contra antígenos de *Coronavirus*, *Rotavirus*, *E. coli* K99 y *Clostridium*. Arancibia (2009) postula establecer un programa de vacunación adecuado, para lograr buenos niveles de anticuerpos calostrales incluso en vaquillonas (Botero, 2013; Arancibia, 2009).

La alimentación de las madres juega un papel muy importante Campos y cols. En 2007, afirmaron que las dietas desprovistas de un correcto porcentaje de proteína o energía provocan una disminución en la producción de calostro y disminuyen la concentración de inmunoglobulinas (Campos *et al.*, 2007).

1.6.2 Factores de la cría

La eficiencia con que un ternero absorbe las inmunoglobulinas va disminuyendo gradualmente con el transcurso de las horas hasta llegar a un nivel casi nulo a las 24 h de nacido.

El no ofrecer el calostro durante la primera hora de nacido, afecta no solo en la capacidad de absorción, sino que también existe mayor riesgo en enfermedades y una mayor mortalidad en las crías si las bacterias colonizan los intestinos (Quigley, 2001).

Peso al nacimiento: en contraposición dos autores uno de ellos Pellerin (1982), correlaciona que los terneros de peso muy elevado o bajo al nacimiento presentan tasas séricas de inmunoglobulinas menores. En cambio, Dobbelaar *et al.*, (1987), no hallaron asociación entre el peso del ternero al nacimiento y el contenido sérico de inmunoglobulinas de estos, luego de la ingestión de calostro (Gutiérrez, 1994).

Enfermedades en el neonato o anomalías mandibulares, debilidad a el momento de mamar es decir en la succión, problemas físicos que hacen que el ternero no pueda incorporarse o no pueda mamar calostro (Tizard, 2009).

Medio ambiente y temperatura: todos los factores climáticos en extremo inducen a desequilibrios internos en el recién nacido. Estos factores disminuyen la absorción de inmunoglobulinas (Scott *et al.*, 1976).

1.7 Enfermedades neonatales

Las enfermedades neonatales más frecuentes son las diarreas principalmente seguido de las enfermedades respiratorias las cuales se manifiestan con altos niveles de morbilidad y mortalidad, estos suelen darse en las crías con falla de inmunidad pasiva (Abuelo *et al.*, 2019).

La diarrea neonatal es la principal enfermedad que afecta a las becerras, que se presenta principalmente en las dos primeras semanas de vida. Sufre pérdidas debido al retraso en el crecimiento, el aumento de los costos del tratamiento y, en los casos más graves, la muerte. La causa de la diarrea puede ser infecciosa (virus y bacterias), parasitaria (protozoarios) o nutricional (Bilbao, 2015). Los predictores de diarrea en este periodo son heces fétidas, cambio en la apariencia y color de las heces (Topal y batmaz,2020). El color anormal de las heces es uno de los principales síntomas de la diarrea, por lo que debe tenerse en cuenta a la hora de determinar un diagnóstico precoz y establecer los tratamientos adecuados. Además, podemos observar cambios en la consistencia de las heces, presencia de moco o sangre. Algunos terneros pueden tener un apetito reducido (disminución o falta de interés al dar leche) y la temperatura rectal es superior a 39,5° C (Bilbao, 2015). Cualquier coexistencia de estos cambios puede ser un indicador de diarrea clínica, esto aunado a la FTIP se tiene un mayor riesgo de morbilidades y mortalidades por diarreas (Topal y Batmaz, 2020).

Los agentes más frecuentes que causan diarrea son *Escherichia coli*, *Rotavirus*, *Coronavirus*, *Cryptosporidium* spp., *Eimeria* spp. y *Salmonella* spp., con excepción de *Salmonella* y algunos tipos de *E. coli*, estos organismos están presentes y son endémicos en el tracto intestinal de animales adultos asintomáticos (García *et al.*, 2014).

El serotipo de *Salmonella typhimurium* y *Salmonella dublin* son importantes causas de diarrea en becerros lecheros (Barrington *et al.*, 2002). En el caso de *E. coli* es la bacteria de mayor presencia en las heces de los animales de sangre caliente, y por lo mismo en el medio ambiente y las instalaciones. Todos los tipos de *E. coli* pueden causar colisepticemia y enfermedad entérica que se clasifican en enterotoxigénicas, enteropatógenicas, enteroinvasivas, enterohemorrágicas (Fecteau, 2002). En particular, el tipo enterotoxigénico es el común que se asocia con la diarrea de las crías, y tiene la habilidad de provocar severos brotes de diarrea, al expresar los factores de virulencia incluyendo adhesinas (Barrington *et al.*, 2002).

Rotavirus es un virus RNA de doble-barrera sin recubrimiento, es la causa más común de las diarreas neonatales en bovinos, la incidencia puede alcanzar el 100 % de los hatos, cuando una cría infectada se muestra clínicamente, la infección usualmente ocurre entre los 7 y 14 días de edad.

El coronavirus es un virus RNA de barrera simple con recubrimiento. No es un tan estable en el medio ambiente como el rotavirus; serológicamente se ha demostrado que la prevalencia de anticuerpos de coronavirus en suero se estima el 100% en ganado adulto de carne y leche.

Cryptosporidium parvum es un parásito protozoario que causa diarrea neonatal con sangre, en crías entre 7 y 21 días de edad, raramente producen diarreas antes de 5 días y después de 28. Similar al rotavirus y coronavirus la prevalencia de *Cryptosporidium* spp, puede llegar a ser del 100% en el primer mes de vida (García *et al.*, 2014).

Eimeria bovis y *E. zurnii* son especies más comunes de coccidia que se asocian con diarrea en las crías con un periodo de incubación del parásito de 17 días a la

exposición porque en crías recién nacidas expuestas pueden presentar diarrea con sangre y anemia para la tercera semana de vida.

La falla de transferencia de inmunidad pasiva a través de la ingestión de calostro es el mayor factor de riesgo para el desarrollo de diarrea neonatal en bovinos por *Staphylococcus* spp, Enterobacterias Gram-negativas, coliformes y *Streptococcus uberis* (Barrington, *et al.*, 2002).

1.8 Tratamiento térmico del calostro

Varios estudios han demostrado que el tratamiento térmico del calostro bovino a la temperatura y al momento de la leche comúnmente utilizada para el consumo humano puede reducir o eliminar importantes patógenos como *Salmonella* y *Mycoplasma* y *Mycobacterium avium*. *Paratuberculosis*. Green *et al.* (2002), informaron que se puede utilizar un pasteurizador comercial para pasteurizar satisfactoriamente el calostro bovino a 63° C durante 30 minutos o en un sistema de alta temperatura y tiempo corto a 72° C durante 15 segundos (Green *et al.*, 2002). Esterilizar para eliminar patógenos como *Salmonella*. spp, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli* O157: H7. Stabel *et al.* (2008) establecieron un método de pasteurización de calostro en poco tiempo a alta temperatura (Stabel *et al.*, 2008).

En cuanto al nivel de inmunoglobulinas Elizondo Salazar *et al.*, (2010) analizaron los niveles de IgG, IgG1 e IgG2 en las muestras de calostro antes y después del tratamiento térmico, y se encontró que el tratamiento redujo los niveles de IgG en comparación con las muestras no pasteurizadas (Elizndo Salazar *et al.*, 2010).

1.9 Efecto del tratamiento térmico sobre la carga bacteriana del calostro y componentes proteicos IgG

El calostro es el aspecto más importante y un elemento clave del manejo de la salud de los terneros en los establos (Heinrichs *et al.*, 2019). Se realizó una encuesta, que consistió en un análisis bacteriano de muestras de calostro, que mostró un número

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

muy alto en placas estándar en el 51% de las muestras, y la carga bacteriana excedió las 100,000 UFC/mL (Houser *et al.*, 2008).

Esto ha aumentado la comprensión del calostro como una vía de transmisión de diferentes enfermedades y ha dado lugar a muchos estudios relacionados con el calentamiento del calostro (Elizondo-Salazar *et al.*, 2010). Godden *et al.*, (2006) investigaron los requisitos de tiempo y temperatura para reducir el número de bacterias manteniendo la viscosidad, densidad y nivel de IgG en el calostro, concluyeron que, para el calostro, las mejores condiciones para la ausencia de patógenos como las micobacterias son a 60° C y 30 minutos fueron óptimos para reportar ausencia de *Mycoplasma*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria* y Diarrea Viral Bovina (Godden *et al.*, 2006).

El tratamiento térmico principalmente redujo los niveles de IgG de calostro alrededor en un 5%, sin embargo, se observó que en el suero sanguíneo los niveles de IgG mejoraron de forma notable al consumir este tipo de calostro (Heinrichs *et al.*, 2019). La eficacia aparente de absorción de inmunoglobulinas se ha identificado como un problema clave relacionado con el aumento de la concentración de IgG en terneros (Elizondo-Salazar y Heinrichs, 2009). Varios estudios posteriores coincidieron en que el bajo contenido bacteriano en el calostro tratado térmicamente es un factor que aumenta la absorción de IgG. El papel clave demostró más tarde que la reducción de bacterias es otro elemento del proceso de tratamiento térmico en lugar de aumentar la absorción de IgG (Gelsinger *et al.*, 2017). Este estudio utilizó una gran cantidad de terneros para alimentar un lote de calostro con alto o bajo contenido bacteriano y sin calentamiento o tratamiento térmico. Los resultados muestran que las bacterias son responsables de la disminución de la absorción de IgG en el calostro con altos recuentos bacterianos, y la mejora en la absorción de IgG en el calostro tratado térmicamente se debe a la disminución del número de bacterias más que al efecto intrínseco del tratamiento térmico.

Otros estudios de calostro tratado térmicamente han demostrado que cuando la calidad inicial del calostro es muy alta y los niveles de bacterias son bajos, el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

tratamiento térmico puede no aumentar el nivel de IgG o la eficiencia de absorción (Gelsinger *et al.*, 2017; Saldana *et al.*, 2019).

Otro estudio también estudió el tratamiento térmico y su efecto en la reducción de proteínas inmunes relacionadas en terneros (Gelsinger *et al.*, 2017). En comparación con la muestra de control sin calentar, la diferencia en abundancia de un total de 62 proteínas encontradas en la muestra de calostro en el tratamiento térmico (30, 60 o 90 minutos) fue más de dos veces. La mayoría de las proteínas afectadas por el tratamiento térmico están relacionadas con la inmunidad, la función enzimática y los procesos relacionados con el transporte (Tacoma *et al.*, 2017)

El tratamiento térmico del calostro es un buen manejo, esto aparentemente significa reducir las bacterias y aumentar la absorción de IgG, aunque existen controversias. (Heinrichs *et al.*, 2019). McDonald *et al.*, (2005), señalaron que la pasteurización de la leche a 72 o 73 C se puede eliminar el *Mycobacterium tuberculosis* en la leche, lo cual es cuestionable y abre la posibilidad de su existencia en los productos lácteos, en comparación con *Mycobacterium bovis*, *Salmonella*, *Listeria* y *Coxiella* en la leche, el *Mycobacterium avium* o *Paratuberculosis* es más resistente a excepto de la brucelosis (McDonald *et al.*, 2005; Sung y Collins, 1998; Carrisoza, 2014).

Por otro lado, el tratamiento térmico puede reducir la carga bacteriana en el calostro, lo que puede tener un efecto positivo en la salud de los terneros, pero también puede desnaturalizar proteínas importantes (como la IgG) y lisar los glóbulos blancos maternos (Godden *et al.*, 2019)

1.10 Enzimas presentes en el calostro

El calostro contiene carbohidratos, grasas, proteínas, péptidos, minerales, vitaminas, hormonas, citosinas, enzimas poliaminas y nucleótidos en diferentes cantidades a las que se encuentran en la leche “madura”. Por esta razón, el consumo de calostro es de gran importancia para el crecimiento y diferenciación celular. También, participa en funciones gastrointestinales, en el metabolismo, la inmunidad y en las funciones endócrinas (Koldovsky, 1989; Blum y Hammon 2000; Haines y Gooden, 2011) Por todo esto, el calostro es considerado en un elemento

de vital importancia para la “sobrevivencia” de las beceras recién nacidas. En el calostro bovino se han encontrado más de 40 enzimas importantes entre ellas la Gama-Glutamil Transferasa (GGT) (Swaisgood, 1995).

1.10.1 GGT como indicadora de FTIP.

Autores confirmaron que la medición de IgG es costosa y lenta, y han estudiado ciertos cambios en ciertos parámetros, como las enzimas que se relacionan con la inmunidad pasiva. De hecho, la detección de ciertas enzimas (como la GGT) proporciona información importante sobre la inmunidad pasiva y la absorción del calostro en los recién nacidos., en los animales receptores de calostro, las enzimas GGT maternas se toman junto con inmunoglobulina en dosis altas y el nivel de esta enzima aumenta (Elitok, 2018). Weaver *et al.*, (2000) y Perino *et al.*, (1993), informó que existe una correlación positiva entre la actividad de la enzima GGT y la concentración de IgG, por lo que se considera a la actividad enzimática de la GGT como indicador de una buena transferencia de inmunidad pasiva.

La GGT es una enzima de membrana relacionada con las proteínas, que está altamente correlacionada con la intensidad del metabolismo de los aminoácidos. Se utilizó la formación de 5-amino-2-nitrobenzoato de metilo como medida de la actividad de GGT. Esta enzima es la más estudiado en los terneros recién nacidos. Las moléculas de GGT son absorbidas fácilmente por los rumiantes recién nacidos y la actividad de la GGT sérica es alta en los terneros que consumen calostro (Bouda *et al.*, 1980; Quezada *et al.*, 2014). En la primera semana de lactancia, la secreción de calostro de las glándulas mamarias y la absorción de GGT por la nueva generación se reducen y permanecen casi estables durante el ciclo de producción de leche (Zanker *et al.*, 2001).

Perino *et al.*, (1993) y Fairut *et al.*, (2009), han demostrado que la actividad de GGT en suero humano, ternero, ovejas y en perros, puede usarse como indicador de una adecuada TIP. Jozica *et al.*, (2010), realizaron otros estudios en terneros recién nacidos, demostraron que existe una fuerte correlación positiva entre los niveles de inmunoglobulina G (IgG), inmunoglobulina A (IgA) e inmunoglobulina M (IgM), la concentración de proteína sérica total y la actividad de GGT. La conclusión es que estos elementos bioquímicos se pueden utilizar como indicadores para la absorción total de Ig. Perino *et al.*, (1993), reportan que la actividad de GGT es 200 U/L en animales que consumen calostro en los tiempos establecidos y que las prueba tiene una sensibilidad y especificidad del 80%, y 97% respectivamente. Por otra parte, Carrasco (2000), señaló que el valor de la actividad enzimática de la GGT de los terneros es cercano a cero en los recién nacidos, y aumentará significativamente antes de alcanzar un máximo de 1773 U/L a las 24 h de vida, para luego disminuir significativamente. Pasadas las 48 h, esta disminución paulatinamente se mantuvo por encima del valor normal (<39 U/L) hasta las 168 horas. Por otro lado, los estudios realizados por Gungor *et al.*, (2004), reportaron la actividad de la GGT en suero bovino con un valor superior a 1047 U/L, lo que indica que la transferencia de inmunidad pasiva se llevó de manera adecuada.

La actividad de GGT se utiliza como una prueba complementaria para realizar evaluaciones de daños en el hígado, en la cual consiste en un incremento de esta actividad debido a los procesos patológicos que incluyen inflamación, colestasis biliar e hiperplasia de las vías biliares, por lo tanto, se usan para apoyar el diagnóstico de una cirrosis hepática o daño hepático (D'Angelo *et al.*, 2007).

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del tratamiento térmico del calostro y del tiempo de alimentación de las becerras en la transferencia de inmunidad pasiva, a través de la concentración sérica de inmunoglobulina G, absorción de inmunoglobulinas, Proteínas Séricas Totales, la actividad enzimática de la Gama Glutamil Transferasa y de los parámetros productivos.

2.2 Objetivos específicos.

1. Determinar las concentraciones de IgG en calostro de vacas recién paridas antes y después del tratamiento térmico y del suero sanguíneo de las becerras alimentadas con tres tomas de calostro tratado y sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h de nacidas mediante técnica de espectrofotometría, y grados brix.
2. Determinar las concentraciones de Proteínas Totales en suero sanguíneo de las becerras alimentadas con tres tomas de calostro tratado y sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h de nacidas.
3. Estimar la eficiencia aparente de absorción (EAA) en becerras alimentadas con tres tomas de calostro tratado y sin tratamiento térmico.
4. Evaluar la actividad sérica de la enzima GGT como indicador de una adecuada transferencia de inmunidad pasiva a las 24 y 48 h de nacidas.
5. Correlacionar la actividad sérica de la GGT con la concentración de inmunoglobulinas en suero sanguíneo de las becerras alimentadas con tres tomas de calostro.
6. Evaluar los parámetros productivos de las becerras alimentadas con calostro tratados térmicamente y calostro sin tratamiento térmico a los 60 días de edad.

3.Hipótesis

La actividad enzimática de la GGT es un indicador de transferencia de inmunidad pasiva y existe una correlación entre su actividad y la concentración de inmunoglobulinas presentes en el suero de las becerras en los primeros días de vida.

El tratamiento térmico del calostro y la administración de distintas tomas de calostro influyen en la absorción de inmunoglobulinas, mejorando la transferencia de inmunidad pasiva.

4. Materiales y Métodos

4.1. Ubicación del estudio

Esta investigación se realizó una explotación intensiva lechera, que se encuentra ubicada en la zona bajo, con temperatura media de 16°C y los 22°C, con clima predominante seco-templado, a 1 923metros de altitud. Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Patología Diagnóstica del Departamento de Clínica Veterinaria del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.



Figura 4. Localización Geográfica del Establo Lechero.



Figura 5. Localización Geográfica de la Posta Zootécnica (Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes).

4.2. Criterios de selección del establo

La selección del establo se realizó por el método de conveniencia (Thrusfield, 1995). Este establo es de explotación intensiva y tecnificada que nos permitió tener acceso a el manejo de los animales y rastreabilidad de estos.

4.2.1 Criterios de Inclusión para la selección de establos

Los criterios para seleccionar el establo fueron:

1. El establo está ubicado en la zona bajo.
2. Cuentan con Pasteurizador de Calostro.
3. Se nos permitió tener acceso a la rastreabilidad de los animales.

4.2.2 Criterios de Inclusión para la selección de las vacas

Se seleccionaron animales al parto tanto vaquillas con un peso promedio de 500 ± 50.0 kg como vacas con un peso promedio de 750.0 ± 50.0 kg, fueron animales sanos en periodo de secado.

Inmunizadas en su etapa de pre-parto de acuerdo con el calendario de vacunación (ANEXO 3) Las vacas fueron a los 7 meses de gestación, (210 días de gestación) y permanecen en el corral de secas hasta 21 días antes del parto (250 días de gestación), para posteriormente ir a corrales de reto, son separadas al parto para atención y si es necesario la intervención del MVZ encargado del área para partos con distocia y atención a la cría.

4.2.3 Criterios de inclusión para la selección de las becerras

Se seleccionaron un total de 120 becerras, sin haber sufrido distocia, sin problemas congénitos ni adquiridos, ni haber ingerido calostro, con un peso promedio de 35.0 + 5.0 kg y sin signos clínicos evidentes que fueron distribuidos en cuatro grupos de 30 animales cada uno según el diseño de la investigación con un registro individual de cada animal. Las becerras fueron pesadas en Báscula industrial digital Torrey EQB 100 kg con mástil 110V/220V gris al nacimiento para obtener su peso y se midió su altura a la cruz con cinta métrica. Se registraron de manera individual al nacimiento, se registró su temperatura, signos de afección respiratoria, observación de diarrea, tratamiento y estado general del animal. Y fueron llevadas a jaulas individuales hasta los 60 días de edad (destete).

4.3 Etapa de campo

4.3.1 Obtención, homogenización, evaluación y almacenamiento del calostro tratado y no tratado térmicamente

La colección del calostro de vacas y vaquillas se realizó durante las primeras horas post parto, mediante ordeña mecánica en un recipiente de plástico individual con identificación de la vaca. De todo el calostro obtenido, se realizó la prueba de calostrometría que consiste en colocar en una probeta de plástico con una capacidad de volumen de 250 mL. El calostro se toma en cuenta de alta calidad cuando tiene una concentración de inmunoglobulinas mayor a 50 g/dl (Morrill *et al.* 2012) .Se dejó atemperar el calostro a 22 °C por unos minutos, posteriormente se colocó el calostómetro (Marca Biogenics) en el interior de la probeta, y mantuvo dentro por un par de minutos a que se estabilice y posteriormente se registró el valor de la densidad específicas obtenidas, para posteriormente correlacionar estos valores con las concentraciones de las Inmunoglobulinas y clasificar este calostro de acuerdo con lo descrito por Schingoethe y García (2004), de la siguiente manera:

Cuadro 2. Interpretación de la densidad específica del calostro con respecto a la concentración de IgG.

Color	Densidad	Concentración de Ig (g/L)	Clasificación
Verde	1.047-1.075	51-100	Superior
Amarillo	1.035 -1.046	25-50	Moderado
Rojo	< 1.035	>25	Inferior

IgG = inmunoglobulina G; Ig =inmunoglobulinas

Fuente: Schingoethe y García (2004)

Para la medición con refractómetro grados brix se usó un refractómetro grados Brix (Misco), antes de utilizar el instrumento, este se calibró colocando poca cantidad de agua destilada en el lente y hacer la lectura a que marque 0% grados Brix. Para realizar la estimación de la calidad con refractómetro se recolectaron pocas gotas de calostro, depositando estas gotas sobre el lente, dejándolas esparcir homogéneamente sobre la superficie cerrando este lente con la tapa. El resultado se leyó y se registraron los resultados obtenidos en la hoja de registro (ANEXO 2) Se deja limpio el lente del refractómetro con agua destilada y se seca con algodón para no afectar la siguiente medición.

Posteriormente, ya que se tienen estas lecturas del calostro se seleccionó solamente el calostro de primera calidad, y se dividió en dos porciones identificándose para que de esta manera sea homogéneo el calostro. Se llevó a cabo el tratamiento térmico de la mitad del calostro también llamado pasteurización para los tratamientos 1 y 3 y para el tratamiento 2 y 4 solamente se clasificará el calostro de igual manera sin ser pasado por este proceso ya que se evaluará la transferencia de inmunidad pasiva con calostro sin ser tratado térmicamente.

Una vez que se evaluó el calostro, se tomó el criterio de sólo utilizar aquellos que estuvieran en un intervalo de concentración 50 a 120.0 mg de IgG/MI por método de calostrometría. Se realizó una homogenización y consecutivamente el empaquetado de 2.0 L de calostro tratado térmicamente y sin tratar en bolsas de plástico marca Ziploc de 25.0 cm x 28.0 cm y después fueron almacenados a una temperatura de 2°C a 6°C en refrigerador.

4.3.2 Administración del calostro

El criterio de la administración del calostro tratado térmicamente y sin tratamiento térmico para los cuatro tratamientos se realizar de la siguiente manera:

Cuadro 3. Formas de la administración del calostro a los animales de acuerdo con los diferentes tratamientos

Tratamiento (T)	No. de Toma	Hora de administración	Calidad de calostro	Tratamiento Térmico	Cantidad Administrada
T 1	1	2 horas después del nacimiento	Superior a 50mg/ mL	No	10% de su peso vivo
T 2	1	2 horas después del nacimiento	Superior a 50mg/mL	Si	10% de su peso vivo
T 3	1	2 horas después del nacimiento	Superior a 50mg/mL	No	10% del peso vivo
	2	8 horas después de la primera toma	Superior a 50mg/mL	No	2 litros
	3	12 horas después de la segunda toma	Superior a 50mg/mL	No	2 litros
T 4	1	2 horas después del nacimiento	Superior a 50mg/mL	Si	10% del peso vivo
	2	8 horas después de la primera toma	Superior a 50mg/mL	Si	2 litros
	3	12 horas después de la segunda toma	Superior a 50mg/mL	Si	2 litros

4.4 Etapa del laboratorio

4.4.1 Curva estándar de suero de calostro

En la siguiente grafica se muestra la curva de calibración obtenida para suero de leche, donde se obtuvo un coeficiente de correlación (r^2) de 0.9848 y el siguiente modelo de la ecuación de la recta.

$$Y = 0.01641x + 0.1541$$

$$R^2 = 0.9848$$

Curva de calibracion para suero de calostro

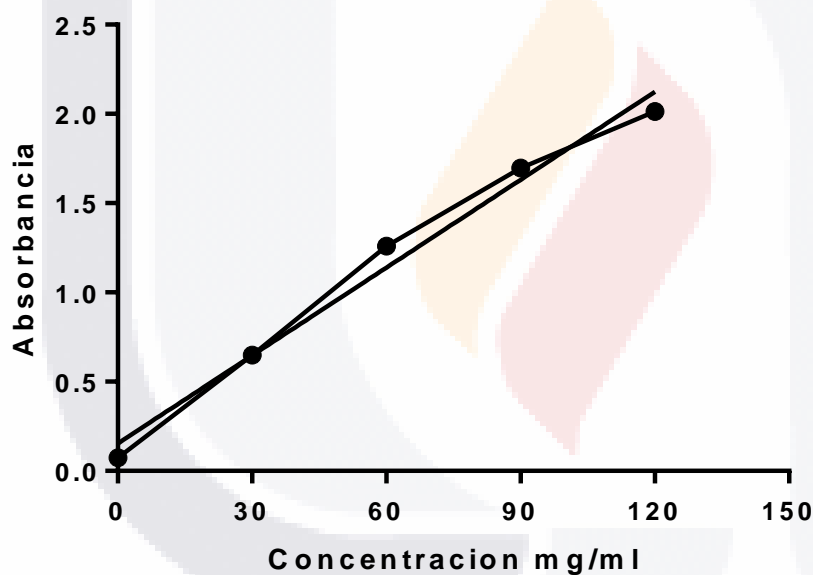


Figura 6. Curva estándar de inmunoglobulina G (IgG) en suero de calostro

4.4.2 Determinación de la concentración de IgG en calostro

Se obtuvieron muestras de 15 mL de calostro; se identificó con fecha, calidad obtenida por el lactodensímetro, identificación de la cría que fue alimentada con este calostro; para posteriormente realizar las pruebas de laboratorio (Prueba de sulfato de zinc).

En tubos Eppendorf previamente identificados se obtuvieron muestras de 1.5 mL de calostro de las vacas recién paridas de los grupos antes de ser administrados a las crías, cada una de las muestras fueron identificadas, almacenadas y conservadas en un refrigerador vertical (Marca Whirlpool de 18 P³ modelo Wt8505D, Hecho en México) a 4°C. Se centrifugaron a 18000 rpm en una centrifuga refrigerada (Marca HETTICH modelo Mikro 22 R hecha en Barcelona España) por cinco minutos. Se retirará el sobrenadante (grasa), se tomaron alícuotas de 1.5 mL en tubos Eppendorf previamente identificados y fueron almacenadas en congelación a -4°C hasta su uso. Las muestras se descongelarán en baño María a 37°C por cinco minutos y centrifugaron nuevamente a 1800 rpm durante 30 min. Se retiró el sobrenadante (grasa) y del suero decantado se tomarán alícuotas de 1.5 mL en tubos Eppendorf previamente identificados para su almacenamiento y conservación a - 4°C.

Las muestras se descongelaron a temperatura ambiente y se realizaron las determinaciones de las concentraciones de IgG (mg/mL) por el método espectrofotométrico con la Técnica de Turbidez con Sulfato de Zinc Heptahidratado (ZnSO₄-7H₂O), según la técnica descrita por (Kliks *et. al.*, 1999), en un espectrofotómetro (Marca Varian, Modelo Cary 100 Bio Hecho en EUA) con una longitud de onda de 600 nm (ANEXO 1).

4.5 Determinación de la concentración de IgG en suero sanguíneo

Para realizar las determinaciones de las concentraciones de IgG en los sueros sanguíneos las muestras previamente obtenidas y congeladas a los diferentes tiempos se descongelaron a temperatura ambiente y se analizaron mediante el método espectrofotométrico mediante la técnica de Sulfato de Zinc Heptahidratado, utilizando un equipo Marca Varian, Modelo Cary 100 Bio (Hecho en EUA) a una longitud de onda de 600 nm (ANEXO 1).

4.5.1 Obtención de muestras de sangre

A cada becerro de cada tratamiento se les extrajo 5 mL de sangre por la técnica de venopunción de la yugular (Trotz-Williams *et al.*, 2008), con una aguja de precisión de 21 G x 1.5" y un tubo vacutainer de tapa roja sin anticoagulante (marca BD

Diagnostic Systems hechos en Buenos Aires, Argentina), cada tubo se identificará con los siguientes datos: ID del animal, tratamiento, fecha y hora de muestreo (24, 48 h). Las muestras de sangre obtenidas se dejaron reposar por 20 minutos a temperatura ambiente, posteriormente se centrifugaron a 2,500 rpm durante 15 minutos en una centrifuga clínica (marca Solbat, modelo J-12 Hecha en México). Del sobrenadante (suero) obtenido, se realizaron alícuotas de 1.5 mL en tubos Eppendorf, se identificaron, e inmediatamente fueron trasladadas al Laboratorio de Patología Diagnóstica del Departamento de Clínica Veterinaria del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, donde fueron almacenadas y conservadas en congelación a - 4°C para realizar las pruebas correspondientes.

El fundamento de la prueba de precipitación con sulfato de zinc se basa en la precipitación de las proteínas, y se realizó de acuerdo con la técnica descrita por Kliks y col. (1999). Se analizaron por el método espectrofotométrico con un espectrofotómetro (marca Varian modelo Cary 100 Bio hecho en EUA) a 600 nm, los valores registrados, fueron expresados en mg de IgG/mL

4.5.2 Curva estándar de la concentración de IgG en suero sanguíneo

Se realizó una curva de calibración a diferentes concentraciones con un intervalo de 0 a 40 mg de IgG/mL esperados en las muestras problema de acuerdo con la técnica descrita por Kliks *et al.*, (1999), a 600 nm de longitud de onda (Figura No. 5).

$$Y = 0.02157x + 0.1154$$

$$R^2 = 0.9925$$

Curva de calibración para suero sanguíneo

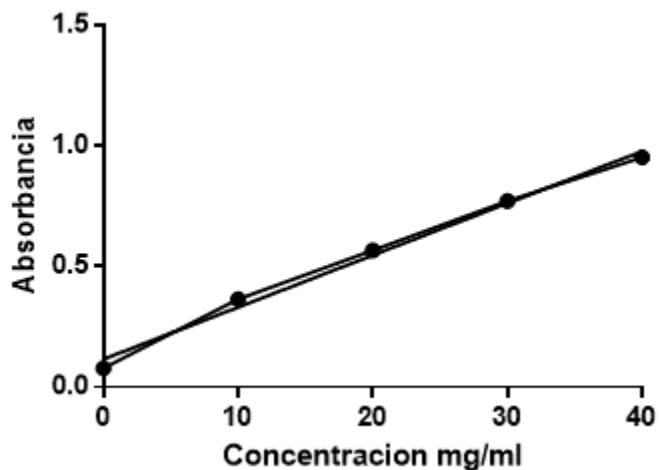


Figura 7. Curva estándar de inmunoglobulina G (IgG) en suero sanguíneo

4.5.3 Refractometría

Se utilizó un refractómetro óptico, se tomó una muestra de 0.05 mL con micropipeta del suero de sangre para colocar en el refractómetro y observar la lectura, se registró la lectura de la muestra identificada por rancho o grupo y fecha en la bitácora, y hora de la muestra.

Se realizó la lectura del suero sanguíneo en refractómetro grados brix y se registro

4.6 Eficiencia Aparente de absorción

4.6.1 Calculo de estimación de la eficiencia aparente de absorción

Para realizar el cálculo de la eficiencia aparente de absorción fue determinada de acuerdo a Quigley y Drewry (1998), con base a un volumen de sangre del 8% del peso vivo al nacimiento con la siguiente formula:

$$\text{EFICIENCIA APARENTE DE ABSORCION (Porcentaje)} = \frac{\text{Suero IgG (Gramos)}}{\text{Consumo}} * 100$$

4.7 Determinación de la actividad enzimática de Gamma Glutamil Transferasa (GGT) en suero de calostro y sanguíneo

Se basa en el principio del método que señala que la γ -Glutamil Transferasa (γ -GT) cataliza la transferencia de un grupo γ -glutamilo de la γ -glutamil-p-nitroanilida al dipéptido aceptor glicilglicina, la velocidad de formación del ácido 5-amino-2-nitrobenzoico, determinado fotométricamente, es proporcional a la concentración catalítica de γ -glutamil transferasa (γ -GT) en la muestra ensayada (Gendler, 1984). Se utilizó un kit comercial para la determinación de Gamma Glutamil Transferasa (Pointe Scientific, INC, Liquid GGT) y siguiendo las indicaciones del inserto del proveedor. Se analizarán con un analizador de bioquímica semiautomático BTS-350 de la marca Byosystems.

4.8 Evaluación de los parámetros productivos en las becerras

4.8.1 Peso Inicial y Peso Final (PI y PF)

Las becerras seleccionadas fueron identificadas con un arete de plástico propio del establo y pesadas al momento de su ingreso a la sala de crianza en una báscula de plancha (Marca Tor Rey modelo EQM hecha en México) con capacidad de 100 kg y medición mínima de 50.0 g y posteriormente se realizó el peso a los 0, 30, y 60 días para así obtener el peso final hasta el destete (60 días)

4.8.2 Altura Inicial y Altura Final (TI y TF)

Se midió la altura a la cruz al nacer, con una cinta métrica. Esta práctica se llevó a cabo posteriormente a los 0, 30, y 60 días, llevando un registro por animal para así obtener la altura final a los 60 días (término de la lactancia)

4.8.3 Ganancia Diaria de Peso (GDP)

La GDP es el incremento de peso diario (g/día) de las becerras. Éste se determinó restando al peso final el peso inicial y dividiéndolo entre los días de evaluación. Mientras que la GDP ajustada al final del estudio, se determinó mediante la resta del peso al destete, el peso al nacimiento dividido entre los 60 días que duró el experimento.

4.8.4 Mortalidad (%)

La mortalidad de los animales se obtuvo de la proporción dividiendo los animales muertos entre el total de los animales, multiplicado por 100 (%).

4.8.5 Morbilidad (%)

Las morbilidades se obtuvieron del registro de animales enfermos. Este registro se realizó a partir del nacimiento de las becerras hasta los 60 días de vida de forma cotidiana. Las diarreas de las crías se clasificaron en mecánicas e infecciosas, tomándose como diarreas infecciosas aquellas que presentaran temperaturas superiores a 39.5°C y que fueron tratadas con antibiótico. Para el registro de crías enfermas de neumonía se tomaron en cuenta las becerras que tuvieran secreción nasal, tos, temperatura superior a 39.5°C y lagrimeo.

4.9 Diseño de la investigación.

El estudio se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar. Una vez que cada una de las vacas parieron, se obtuvo el calostro, se evaluó la calidad del calostro con el calostrómetro y refractómetro Grados Brix antes y después del calentamiento térmico para ser utilizados en la alimentación de las becerras solo aquellos que cumplieran con niveles de 50 a 120 mg de IgG/mL de calostro. Se seleccionaron 120 becerras que se distribuyeron de manera aleatoria en cuatro grupos de 30 becerras cada una (Snedecor y Chrocan, 1967). A cada grupo se les asignaron los tratamientos de igual manera de forma aleatoria, de la siguiente manera: tratamiento 1 animales que recibieron el calostro sin calentamiento térmico y en base a el 10% de su PC de 2 a 6 h de nacimiento; tratamiento 2 , animales que recibieron el calostro calentado térmicamente y en base a el 10% de su PC de 2 a 6 h de nacimiento; tratamiento 3, animales que recibieron el calostro sin tratamiento térmico con la primer toma en base a el 10% del PC de 2 a 6 h después del nacimiento y posteriormente dar otras dos tomas dentro de las primeras 24 h de vida de las crías; y el tratamiento 4, animales que recibieron el 10% PC de calostro con tratamiento térmico a las 2 a 6 h después de su nacimiento y posteriormente dos tomas

más dentro de las 24 h de vida. Al nacer las becerras estas fueron limpiadas, se les hizo una revisión de su estado de salud, se desinfectó el ombligo con yodo al 5%. Se les administró el calostro de acuerdo con el tratamiento asignado. Se tomaron muestras de sangre de 5 mL por venopunción a las 24, 48 h de nacimiento, se identificaron cada una de las muestras con los siguientes datos: ID del animal, tratamiento, hora de nacidos. Se dejaron las muestras en reposo durante 20 a 30 min a temperatura ambiente, se centrifugaron a 2500 rpm durante 10 min y se obtuvo el suero sanguíneo y fue depositado en tubos Eppendorf de 1.5 mL, se conservaron en congelación a -20° C hasta su uso. Se pesaron y se midieron todas las becerras al nacimiento y se llevaron a una jaula individual, se identificaron, se les ofreció alimento a partir del quinto día de edad, así como agua a libre acceso. Se evaluaron las concentraciones de IgG en los sueros de calostro y en los sueros sanguíneos obtenidos en las diferentes horas de muestreo. Se determinaron los parámetros productivos a los 30 y 60 días de edad. Se realizaron monitoreos de morbilidad y mortalidad.

4.10 Análisis estadístico

Se realizó la recopilación de los datos obtenidos bajo un diseño completamente al azar y mediciones repetidas, estos datos fueron ingresados y ordenados en la base de datos de Excel (Microsoft Office 365). Los datos se sometieron a un análisis de varianza con el software Statistical Analysis System (SAS, 1999), para posteriormente someterlas a un análisis de comparación de las medias de los tratamientos con la prueba de rango múltiple de Tukey, con un nivel de significancia $P < 0.05$, para las correlaciones entre las concentraciones de IgG (g/L) mientras que los pesos, estaturas y ganancias de peso fueron sometidas a pruebas HSU's MCB de comparaciones múltiples con GraphPad 6 y Minitab21.1.1.0 Statistical Softwa

5. RESULTADOS

5.1 Efecto del tratamiento térmico del calostro sobre la calidad y concentración de IgG en calostro.

En la figura 8, se muestran los resultados obtenidos por los tres métodos utilizados (calostrometría, Refractometría grados Brix y espectrofotometría), tanto del calostro sin y con el tratamiento térmico. Donde se puede observar que, con los tres métodos utilizados el comportamiento de las concentraciones de IgG en el calostro (mg/mL), fueron diferentes, donde existió una disminución del 6%, con una media de por método de espectrofotometría ($P < 0,05$) con una media de 128 ± 20 (mg/mL) para el calostro sin tratamiento térmico y 119.6 ± 10 (mg/mL) para el calostro tratado térmicamente en el caso de la viscosidad y densidad existió una disminución significativa ($P < 0,05$), en el calostro tratado térmicamente. Por otra parte, con este estudio nos permite proponer que de los tres métodos que se utilizaron en este estudio para hacer las determinaciones de las concentraciones de IgG en suero de calostro y con base en los resultados que la técnica espectrofotométrica sea la utilizada o recomendada para evaluar la calidad del calostro, tanto en calostros tratados o no tratados con el tratamiento térmico ($P < 0.05$).

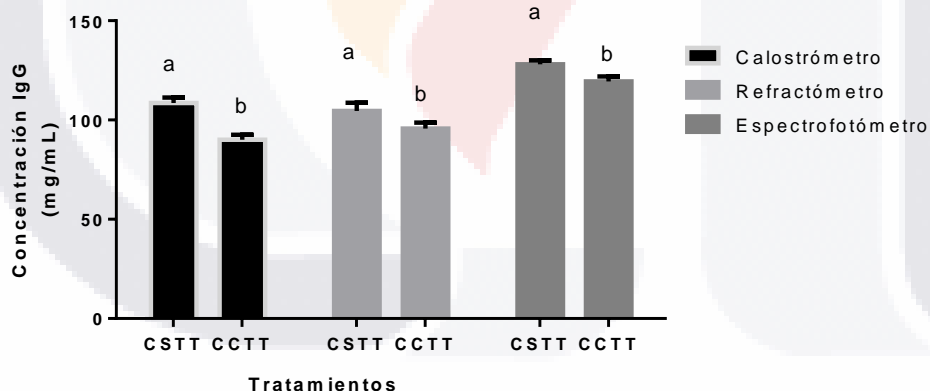


Figura 8. Concentraciones de IgG (mg/mL) en suero de calostro con y sin tratamiento térmico.

Calostro sin tratamiento térmico (CSTT) y calostro con tratamiento térmico (CCTT), $n = 30$. Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre las técnicas de calostrometría, refractometría y espectrofotometría.

5.2 Concentraciones de IgG en suero sanguíneo

5.2.1 Técnica de espectrofotometría.

Las concentraciones de IgG, obtenidas de los sueros sanguíneos de las 120 beceras incluidas en el estudio y que fueron distribuidas en los cuatro tratamientos en esta investigación, se muestran en la Figura 9. Donde se muestra que los grupos de animales que recibieron el calostro tratado térmicamente, con una y tres administraciones de calostros (T2 y T4), las concentraciones de IgG (mg/mL) fueron mayores con respecto a los grupos de beceras que recibieron calostro no tratado térmicamente (T1 y T3) ($P < 0.05$). Por otra parte, se puede observar que las concentraciones de IgG fueron más elevadas en los animales que recibieron el tratamiento cuatro (becerras que consumieron tres tomas de calostro de primera calidad tratado térmicamente) con un promedio de 44.40 ± 1.9 mg de IgG/mL a las 24 h de edad y de 50.50 ± 1.9 mg de IgG/mL a las 48 h, con respecto al grupo de beceras del tratamiento tres las cuales recibieron tres tomas de calostro pero sin el tratamiento térmico (37.33 ± 1.73 mg de IgG/mL a las 24 h y 41.75 ± 1.95 mg de IgG/mL a las 48 h respectivamente) ($P < 0.05$). Así mismo, es importante mencionar que de las 24 a las 48 h de edad se observó un incremento del valor de la IgG en los cuatro tratamientos del 11.17%, 9.62%, 11.8% y 13.9%, respectivamente, todo esto mencionado mediante la técnica de espectrofotometría.

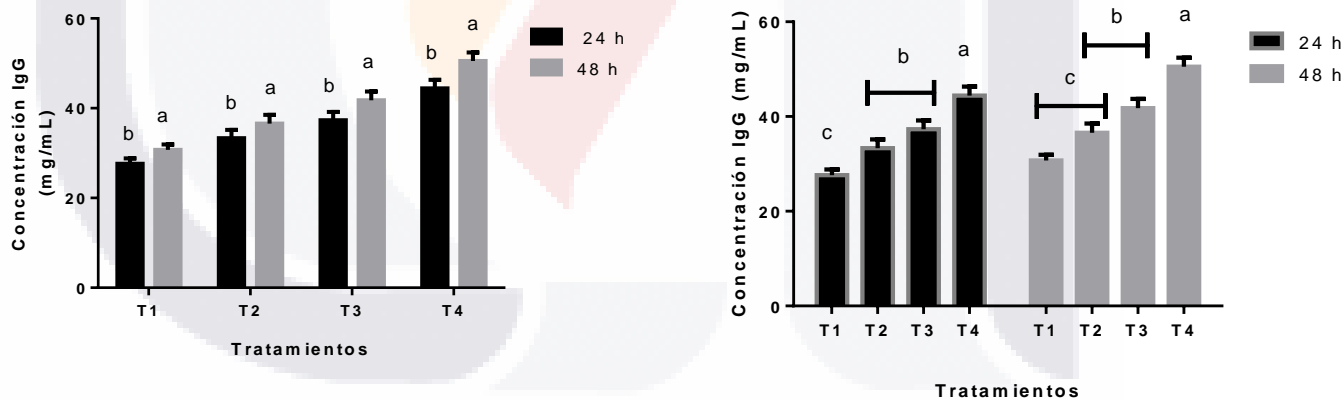


Figura 9. Concentraciones de IgG (mg/mL) en sueros sanguíneos de beceras por método de espectrofotometría.

Tratamiento 1 (T1) Becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h ($n=30$); Tratamiento 2 (T2) Becerras alimentadas con una toma de calostro con tratamiento térmico a las 24 y 48 h ($n=30$); Tratamiento 3 (T3) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h ($n=30$); Tratamiento 4 (T4) Becerras alimentadas con tres tomas de calostros con tratamiento térmico a las 24 y 48 h ($n=30$). Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

5.2.2 Concentración de Proteínas Totales en suero sanguíneo

Las concentraciones de Proteínas Totales (g/dL), obtenidas de los sueros sanguíneos de las becerras incluidas y que fueron distribuidas en los cuatro tratamientos en esta investigación, se muestran en la Figura 10. Donde se muestra que el (T4), ósea que las becerras que consumieron calostro tratado térmicamente y 3 tomas, las concentraciones de las PT, fueron más elevadas con respecto a los demás grupos de becerras que recibieron los demás tratamientos (T1, T2 y T3), con un promedio de 7.73 ± 0.10 g/dL a las 24 h de edad y de 6.88 ± 0.11 g/dL a las 48 h (P<0.05). Mientras que, entre los T1, T2 y T3 no se observaron diferencias en las concentraciones de las PT, ni por efecto del tiempo (24 y 48 h de muestreo) (P>0.05). Sin embargo, observamos que en el T4 se mostró un efecto en el tiempo (24 y 48 h de vida), caracterizándose con una disminución de la concentración en las PT del 12.3 %.

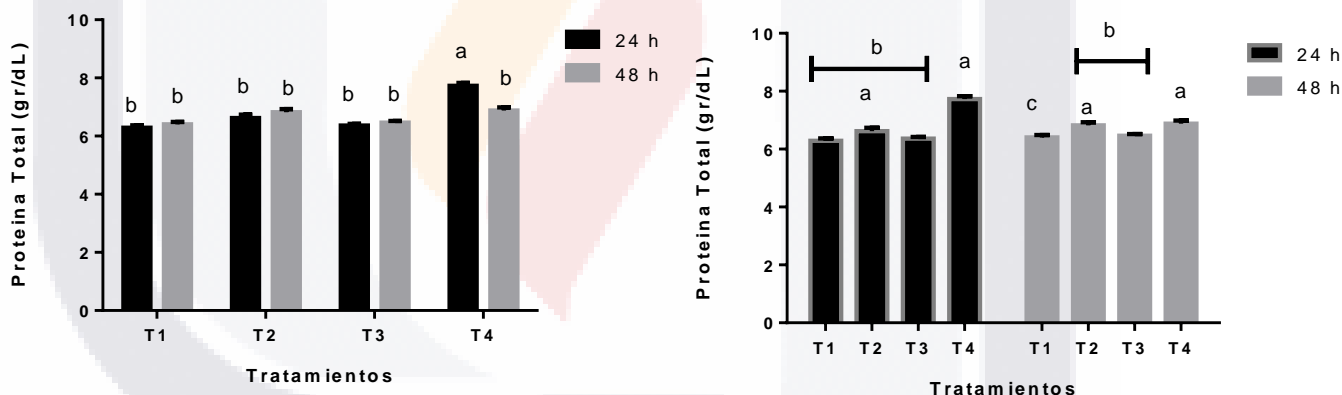


Figura 10. Concentraciones de Proteínas Totales (g/dL) en sueros sanguíneos de becerras.

Tratamiento 1 (T1) Becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 2 (T2) Becerras alimentadas con una toma de calostro con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 3 (T3) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 4 (T4) Becerras alimentadas con tres tomas de calostros con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30). Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

5.2.3 Refractometría Grados Brix en suero sanguíneo.

Para las muestras de suero analizadas con Refractometría grados Brix (n=30 beceras por tratamiento) las concentraciones medias a las 24 horas de 10.1 ± 0.10 y a las 48 horas 10.31 ± 0.12 como tal, es claro que las crías recibieron una buena transferencia de inmunidad pasiva y estos datos de campo no son significativos ($p < 0.05$) en los 4 tratamientos, tampoco hubo significancia entre el muestreo a las 24 y a las 48 horas, es decir no tuvo influencia en tiempo de muestreo, así como las tomas de calostro ni el tratamiento térmico de este.

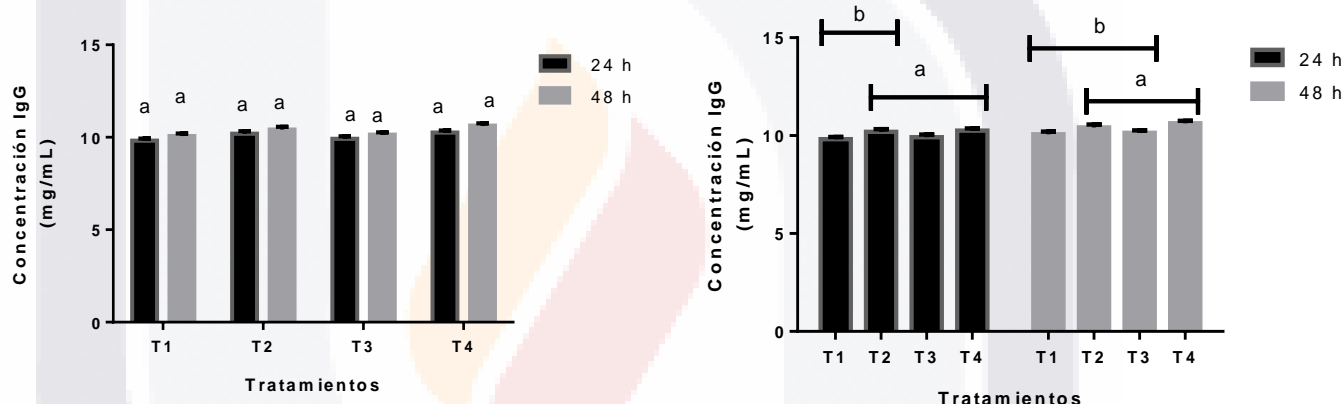


Figura 11. Concentraciones de IgG (mg/mL) mediante método de grados brix

Tratamiento 1(T1) Becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 2 (T2) Becerras alimentadas con una toma de calostro con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 3 (T3) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 4(T4) Becerras alimentadas con tres tomas de calostros con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30). Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

5.3 Eficiencia Aparente de Absorción

La Eficiencia Aparente de Absorción del Calostro (g/dL), obtenidas de las becerras incluidas y que fueron distribuidas en los cuatro tratamientos en esta investigación, se muestran en la Figura 12. Donde se muestra que el grupo de animales que recibieron las tres tomas del calostro con tratamiento térmico (T4), la Eficiencia Aparente de Absorción fueron más elevadas tanto a las 24 h como a las 48 h de su evaluación, con un promedio de 38.52 ± 2.38 % y de 43.74 ± 2.63 % respectivamente ($P < 0.05$). Mientras que, entre los grupos de becerras que recibieron los tratamientos (T1, T2, T3 y T4), se observaron diferencias estadísticas entre ellos tanto a las 24 h como a las 48 h ($P < 0.05$), siendo la Eficiencia Aparente de Absorción de menor a mayor T1, T2, T3 y T4, con 16.51 ± 0.74 , 22.61 ± 1.01 , 27.92 ± 1.45 y 38.52 ± 2.38 a las 24 h y de 18.74 ± 0.63 , 24.78 ± 1.07 , 31.47 ± 1.66 y 43.74 ± 2.63 a las 48 h respectivamente.

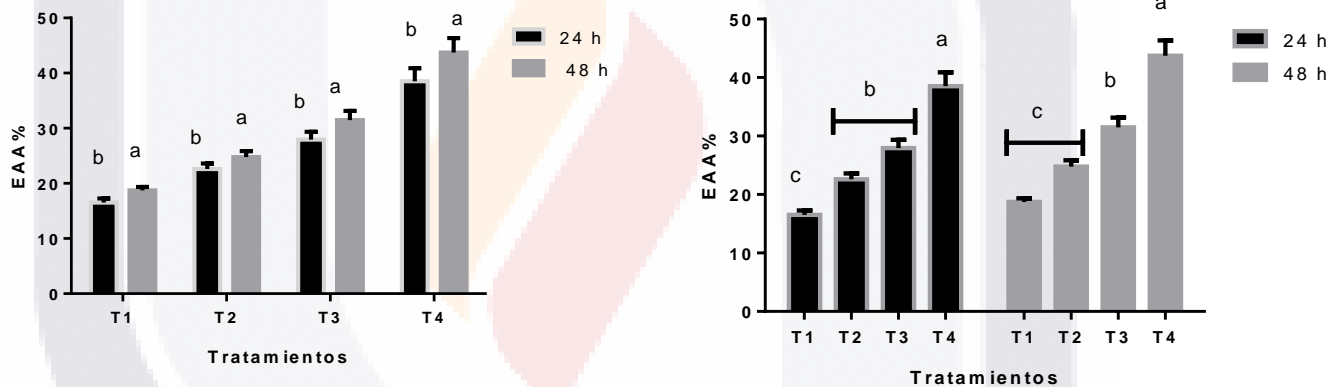


Figura 12. Eficiencia Aparente de Absorción del Calostro (%)

Tratamiento 1 (T1) Becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 2 (T2) Becerras alimentadas con una toma de calostro con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 3 (T3) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 4(T4) Becerras alimentadas con tres tomas de calostros con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30). Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

5.4 Actividad enzimática de la GGT.

La actividad enzimática de la enzima Gamma Glutamil Transferasa aumento estadísticamente en el tratamiento 4 es decir las becerras que consumieron el calostro tratado térmicamente y con tres tomas, también existió diferencia entre las becerras que consumieron tres tomas de calostro, respecto a las que solo se les ofreció una toma.

Hubo diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) aumentando su actividad en el suero sanguíneo y disminuyendo aproximadamente el 40% a las 48 horas.

También se observa que la actividad enzimática de la GGT aumenta cuando las becerras consumen calostro con tratamiento térmico.

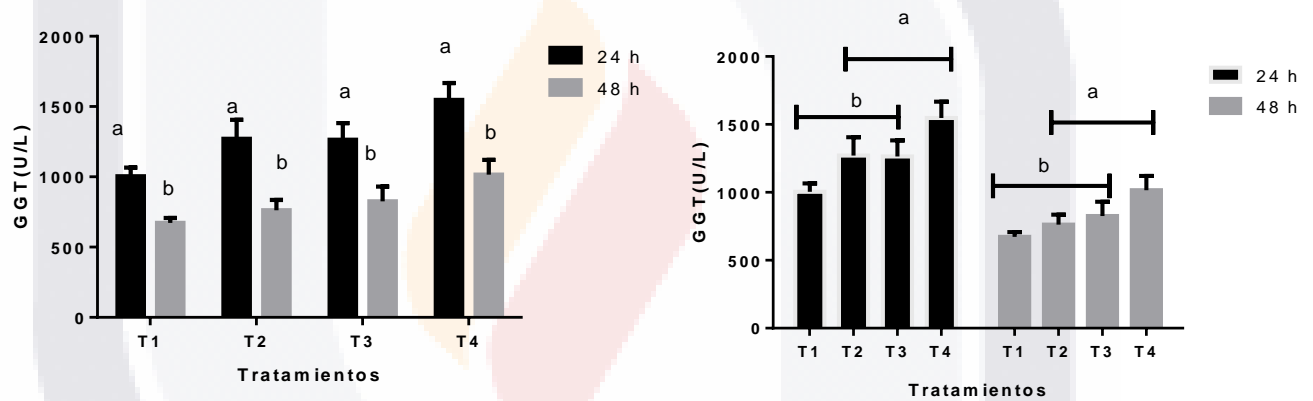


Figura 13. Actividad enzimática de la enzima Gamma Glutamil Transfera (GGT) (UL) en suero sanguíneo de becerras

Tratamiento 1 (T1) Becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 2 (T2) Becerras alimentadas con una toma de calostro con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 3 (T3) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30); Tratamiento 4 (T4) Becerras alimentadas con tres tomas de calostros con tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30). Literales diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

5.5 Correlación entre las concentraciones de IgG, Proteína Total, Grados brix y actividad GGT

Podemos observar que en el (T1) Becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico existe una relación lineal entre las concentraciones de IgG(g/L) a las 24 h (figura 12 a $r=0.84$) así como a las 48 h (figura 14 d $r=0.80$) y grados brix de igual manera, Proteína total a las 24 h (figura 12b) y 48 h (figura 12e $r=0.81$) sin embargo; no existe relación entre la actividad de la GGT y concentración de IgG (g/L)

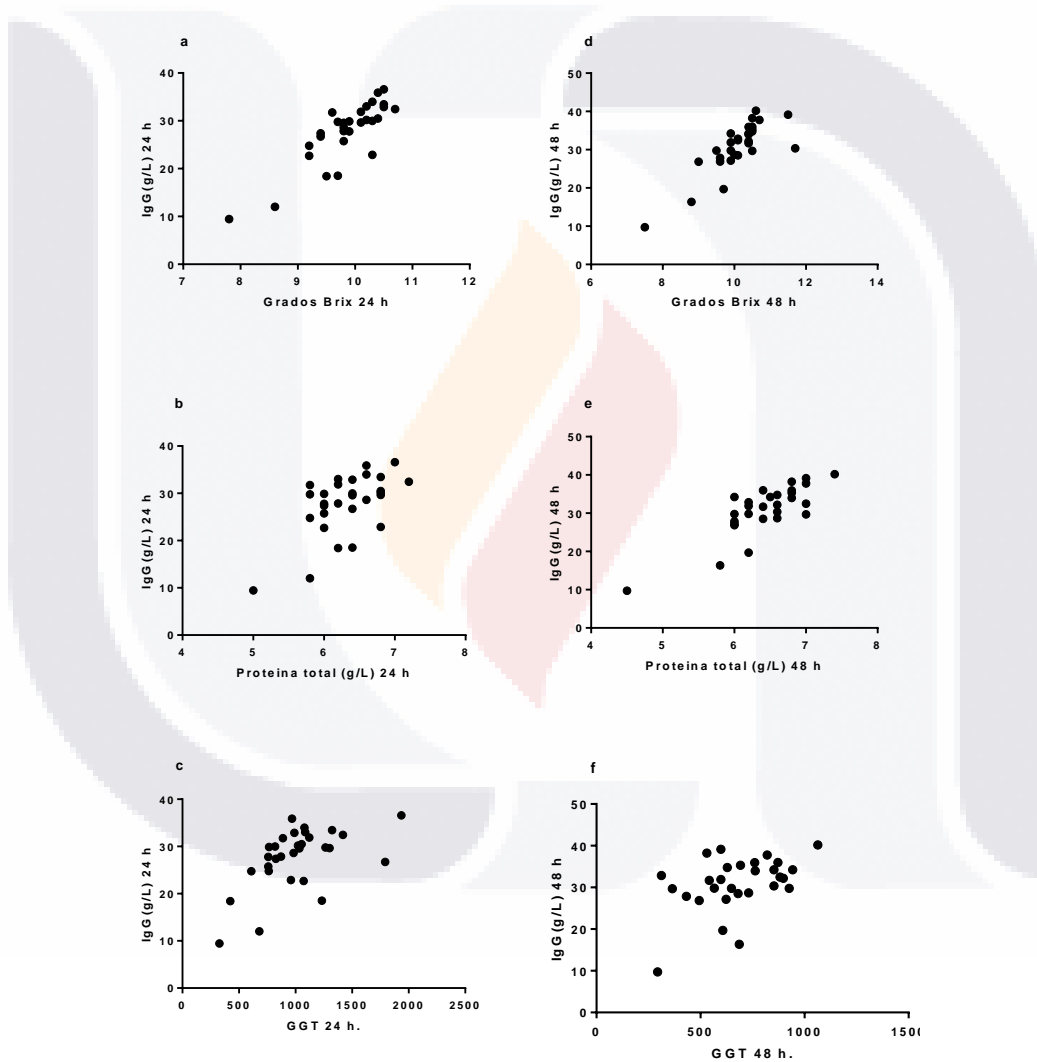


Figura 14.. Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T1.

Tratamiento 1 (T1) Becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30) concentraciones de proteína total (n=30), porcentaje Brix (n=30) y actividad gamma-glutamil transferasa (GGT) (n=30).

En esta grafica se puede ver que en el (T2) Becerras alimentadas con una toma de calostro con tratamiento térmico existe una relación lineal entre las concentraciones de IgG(g/L) a las 24 h (figura 15g $r=0.78$) así como a las 48 h (figura 15j $r=0.83$), y Proteína total a las 24 h (figura 15h $r=0.70$) y 48 h (figura 15k $r=0.74$) sin embargo; existe relación con tendencia curvilínea entre la actividad de la GGT y concentración de IgG (g/L) (figura 15i,l $r=0.57$)

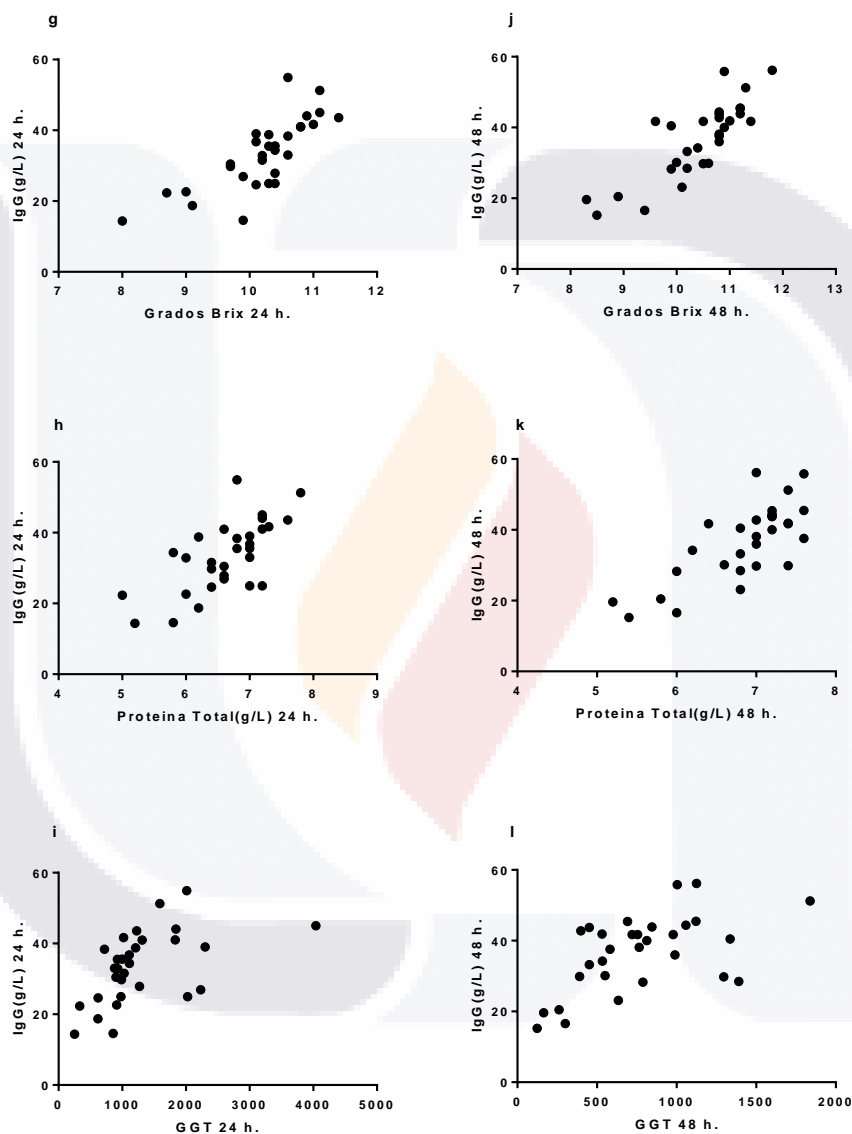


Figura 15. Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T2.

Tratamiento 2 (T2) Becerras alimentadas con una toma de calostro con tratamiento térmico a las 24 y 48 h(n=30) concentraciones de proteína total (n=30), porcentaje Brix (n=30) y actividad gamma-glutamil transferasa (GGT) (n=30).

En la siguiente grafica se observa que en el (T3) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro sin tratamiento térmico existe una relación lineal entre las concentraciones de IgG(g/L) a las 48 h (figura 16p r=0.79), y Proteína total a las 48 h (figura 16q r=0.65) sin embargo; no existe relación entre la actividad de la GGT y concentración de IgG (g/L) (figura 16o,r)

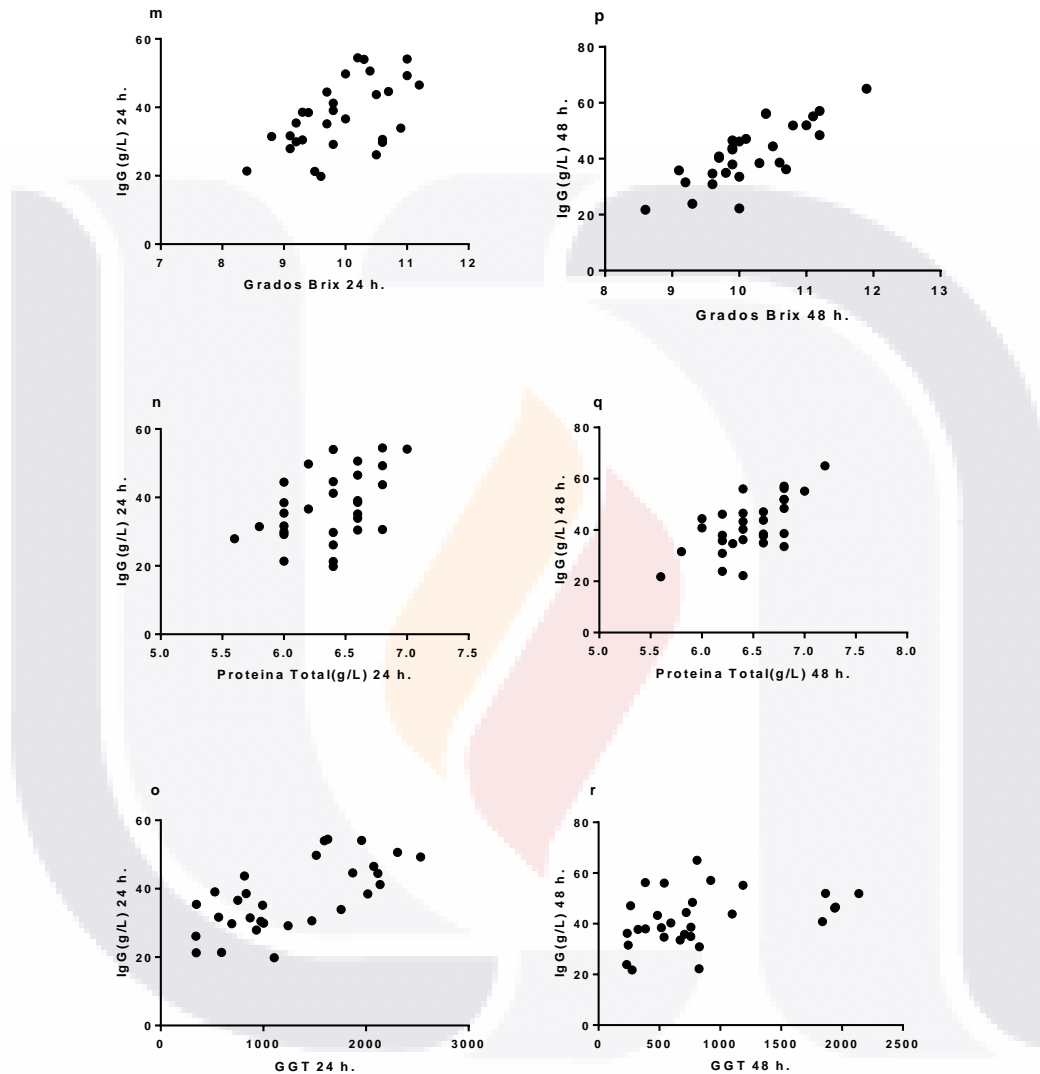


Figura 16. Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T3.

Tratamiento 3 (T3) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro sin tratamiento térmico a las 24 y 48 h (n=30) concentraciones de proteína total (n=30), porcentaje Brix (n=30) y actividad gamma-glutamil transferasa (GGT) (n=30).

En la gráfica 17 se observa que en el (T4) Becerras alimentadas con tres tomas de calostro con tratamiento térmico; existe una relación lineal entre las concentraciones de IgG(g/L) a las 24 h (figura 17s $r=0.72$) con respecto a grados brix y a las 48 h (figura 17v $r=0.65$) existe relación lineal, y Proteína total existe relación lineal 24 h (figura 17t $r=0.60$) y a las 48 h (figura 17w $r=0.60$). sin embargo; no existe relación entre la actividad de la GGT y concentración de IgG (g/L) (figura 17u, x)

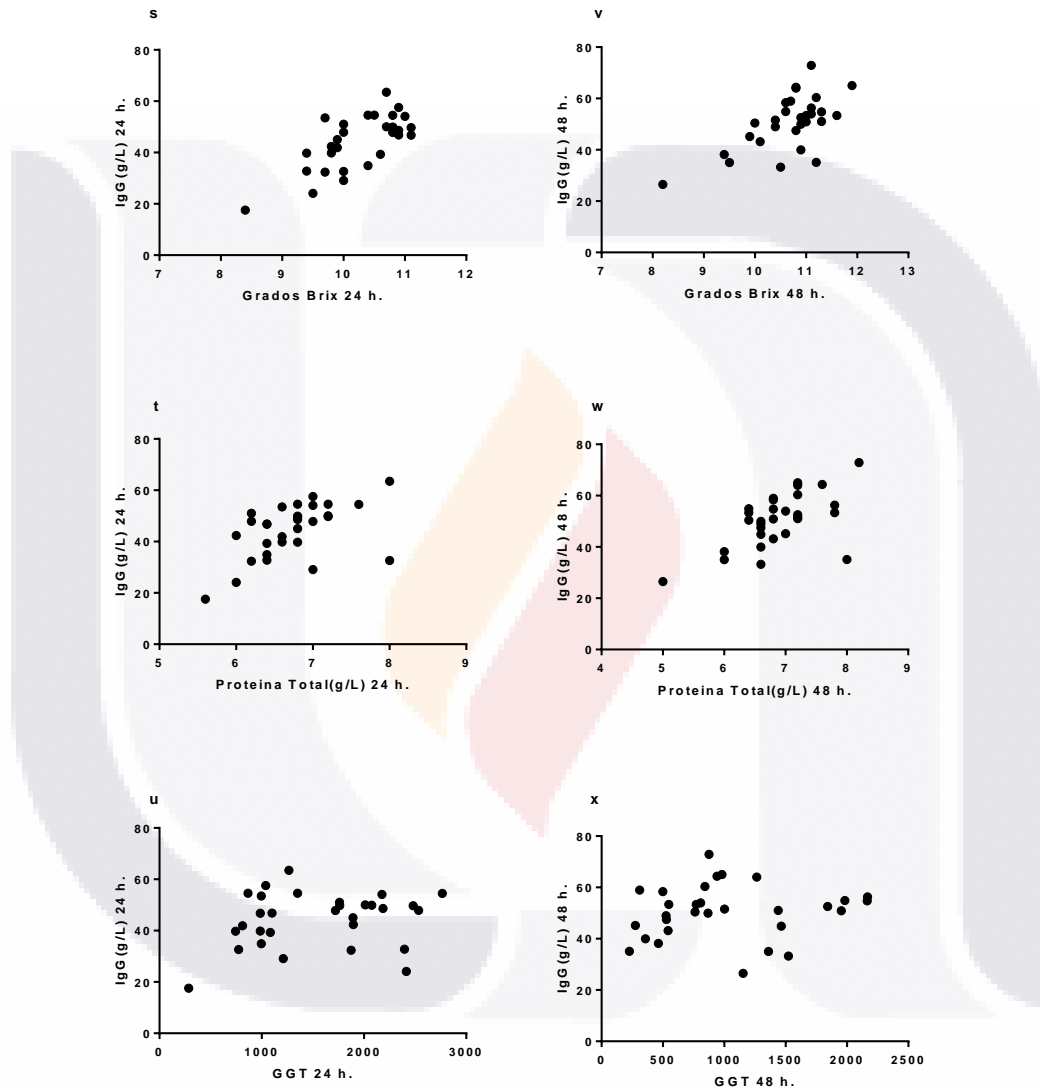


Figura 17. Gráficas de dispersión de las relaciones entre las concentraciones de IgG en suero sanguíneo, grados brix, proteína total y actividad de GGT del T4

Tratamiento 4 (T4). Becerras alimentadas con tres tomas de calostros con tratamiento térmico a las 24 y 48 h ($n=30$) concentraciones de proteína total ($n=30$), porcentaje Brix ($n=30$) y actividad gamma-glutamil transferasa (GGT) ($n=30$).

5.6 Parámetros Productivos.

5.6.1 Peso, estatura y Ganancia diaria de peso a los 0,30,60 días de nacidas.

Se distribuyeron de manera al azar 120 becerras en los 4 tratamientos; el peso al nacimiento no fue diferente estadísticamente ($P < 0,05$) entre las becerras, tampoco se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) en la altura al nacimiento de las becerras en los 4 tratamientos.

El ofrecer el calostro con tratamiento térmico del calostro y tres tomas se obtuvo diferencias estadísticas ($P < 0,05$) sobre la ganancia de peso y la altura a los 60 días de nacimiento.

Cuadro 4. Pesos, estaturas y GDP a los 0,30,60 días de vida de becerras.

Variable	Tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Peso (kg)				
Al nacimiento	37.5±2.5 ^a	38.01±3.1 ^a	36.76±1.6 ^a	36.56±1.75 ^a
30 días de nacimiento	46.50±4.5 ^a	51.2±7.3 ^a	47.20±5 ^a	53.70±5.5 ^b
60 días de nacimiento(destete)	77.3±6 ^a	78±7.2 ^a	82±6.5 ^b	86±4.6 ^b
Altura (cm)				
Al nacimiento	73.5±3.2 ^a	75.8±4 ^a	75.15±2.5 ^a	76.16±2 ^a
30 días de nacimiento	79±2.5 ^a	79.5±3.6 ^a	78±5 ^a	80.5±6 ^b
60 días de nacimiento(destete)	82.5±2.5 ^a	83.6±2 ^a	85±3 ^a	86.5±2 ^b
Ganancia diaria de peso (g/día)				
0-30 días	250±221 ^a	320±180 ^a	430±230 ^a	459±269 ^a
30-60 días	500±180 ^a	490±115 ^a	635±163 ^b	615±118 ^b
0-60 días (destete)	570±77 ^a	595±90 ^a	640±84 ^b	655±25.8 ^b

Literales iguales significan diferencia significativa ($P < 0.05$)

5.6.2 Morbilidades.

En cada uno de los tratamientos se presentaron diarreas tanto mecánicas como infecciosas, observando que el tratamiento 4 ósea las becerras que se les ofreció tres tomas de calostro tratado térmicamente, hubo diferencia estadística con menos presencia de diarreas infecciosas.

Se puede observar que en el tratamiento 1 hubo mayor incidencia de diarreas y también de neumonías teniendo valores significativos ($P < 0,05$).

Cuadro 5. Morbilidades (%).

Morbilidad (%)				
	T1	T2	T3	T4
	CSTT-1 TOMA	CCTT-1 TOMA	CSTT-3 TOMAS	CCTT-3 TOMAS
Diarrea Infecciosas	86 ^d	76 ^c	66 ^b	40 ^a
Neumonías	10 ^b	0 ^a	3 ^a	0 ^a
Otros	0 ^a	3 ^a	0 ^a	0 ^a

Diferente literal por columna indica diferencia estadística ($P < 0.05$)

Porcentaje de enfermedades respiratorias, diarreas y otras, en el periodo lactante (60 días) por tratamiento (T1) becerras alimentadas con una toma de calostro tratado térmicamente (n=30); (T2) becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico; (T3) becerras alimentadas con 3 tomas de calostro sin tratamiento térmico; (T4) becerras alimentadas con 3 tomas de calostro con tratamiento térmico.

5.6.3 Mortalidades.

Existió una mayor mortalidad en el tratamiento 1, donde las becerras fueron alimentadas con una sola toma de calostro sin tratamiento térmico, mientras que en los demás tratamientos no murió ninguna becerro con diarreas y enfermedades respiratorias ($P < 0.05$), esto nos dice que mientras exista una adecuada transferencia de inmunidad y se alimenten las becerras con calostro tratado térmicamente hay menos posibilidad de tener mortalidades en etapa de lactantes.

*Cuadro 6. **Mortalidades (%)** Porcentaje de mortalidad en becerras en periodo lactante (60 días) por tratamiento (T1) becerras alimentadas con una toma de calostro tratado térmicamente (n=30); (T2) becerras alimentadas con una toma de calostro sin tratamiento térmico; (T3) becerras alimentadas con 3 tomas de calostro sin tratamiento térmico; (T4) becerras alimentadas con 3 tomas de calostro con tratamiento térmico*

Mortalidad (%)				
	T1 CSTT-1 TOMA	T2 CCTT-1 TOMA	T3 CSTT-3 TOMAS	T4 CCTT-3 TOMAS
Diarreas	3 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Neumonías	3 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Otros	0 ^a	3 ^a	0 ^a	0 ^a

* Diferente literal por columna indica diferencia estadística ($P < 0,05$)

6.DISCUSIONES

6.1 Efecto del tratamiento térmico del calostro sobre la concentración de IgG en el calostro y en suero sanguíneo.

Se demostró en estudios que la pasteurización provoca desnaturalización del 12 al 30% de las inmunoglobulinas G presentes en el calostro, además afecta la viscosidad (Godden *et al.*, 2003); también un estudio realizado por Elizondo et al., (2007), determinaron el efecto del tratamiento térmico del calostro sobre el nivel de inmunoglobulinas G quienes demostraron una reducción de 13, 32 y 14% en los niveles de IgG1, IgG2 e IgG totales, respectivamente, pero por estudios más recientes han demostrado que existe una disminución sobre la calidad del calostro con el tratamiento térmico (Elizondo Salazar *et al.*, 2010) (Goden et al 2006) estudiaron los tiempos y temperaturas para reducir las bacterias y conservar los niveles de IgG y viscosidad del calostro, concluyendo que 60°C y 60 min eran óptimos para el calentamiento del calostro.

El tratamiento térmico del calostro a 60°C por 60 min redujo las concentraciones de inmunoglobulinas un 5% (Heinrichs *et al.*, 2019), siendo esta una disminución baja ($p>0.05$) así como la viscosidad y densidad del calostro (Elizondo-Salazar et al., 2010). Teniendo calores muy similares a los de esta investigación reduciendo un 5% la concentración de IgG.

La pasteurización a baja temperatura durante una hora (60°C/60 min), es un método que mataría el contenido patógeno del calostro, minimizando la desnaturalización de los componentes nutricionales o las inmunoglobulinas en el mismo (Donahue *et al.*, 2012).

6.2 Concentración de IgG, grados brix y Proteínas Totales en suero sanguíneo.

Se observó que los niveles de IgG en la sangre mejoraron notablemente al administrar el calostro tratado térmicamente (Elizondo-Salazar y Heinrichs,2009) y al ofrecer distintas tomas del calostro (Jaster *et al.*, 2005).

En cuanto a la Refractometría grados brix se está de acuerdo en que este método es económico y rápido y requiere equipo y capacitación mínima. Se recomienda que, cuando se utilice la Refractometría Brix, se considere un 24 % Brix como punto de quiebre para MC de alta calidad (>50 g de IgG/L) (Cortese et al., 2020). En cuanto a la calidad del calostro (alta) (Quigley *et al.*, 2013) ya que además de contener grasa, proteína, vitaminas y minerales, esta extensamente formado por azúcares que le permiten complementar la nutrición de la becerro a lo largo de sus primeras horas de vida. Dichos azúcares son considerados firmes solubles que tiene la posibilidad de ser medidos por un refractómetro grados Brix (Hernández *et al.*, 2016).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Estudios actuales sugieren que el refractómetro Brix puede utilizarse para estimar la concentración de IgG en el suero de sangre de terneras con el propósito de decidir la transferencia de inmunidad pasiva (Deelen *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2016).

Las mediciones del refractómetro Brix fueron altamente correlacionadas con la IgG sérica. Una medición de lo cual posibilita a los productores usar el mismo refractómetro digital para estimar la concentración de IgG en el calostro materno y el suero de las crías, monitoreando de esta forma la calidad del calostro y el triunfo de la transferencia pasiva (Deelen *et al.*, 2014).

Otro estudio también analizó el tratamiento térmico y sus efectos en la reducción de las proteínas relacionadas con la inmunidad en becerras (Gelsing y Heinrichs, 2017).

Para este estudio se tomó en cuenta una FTIP cuando la concentración de PST es menor a 6,0 g/dl (Davis y Drackley, 1998), por lo que en este caso no se arrojó una FTIP ya que estos valores fueron mayores.

Se observó que existió una interacción entre la calidad del calostro y el tratamiento térmico del calostro, en la que se observó que el tratamiento térmico del calostro y administrar 3 tomas de calostro mejoró la concentración de PST (Weaver *et al.*, 2000), por lo que, terneras con mayor concentración de PST se espera que tengan una mayor concentración de IgG.

El éxito en la transferencia de inmunidad pasiva se correlaciona con la lectura de proteína total con IgG en suero con refractómetro óptico o digital en grados Brix, (Deelen *et al.*, 2014)

6.3 Eficiencia Aparente de Absorción

La absorción de inmunoglobulinas a través del epitelio intestinal es mayor y más óptimo durante las primeras horas después del parto, se recomienda dar la primera toma del calostro después de las primeras 2 horas de vida y después esta absorción va disminuyendo (Olivera-angel, 2020) ya que el calostro no solo contiene inmunoglobulinas sino también otros componentes como factores del crecimiento, hormonas, enzimas, citoquinas, factores antimicrobianos, agua así como nutrientes (Tizard 2018).

Se observó que dar más tomas de calostro durante las primeras horas de vida aumentó su absorción de inmunoglobulinas difiriendo en un estudio realizado por

Elizondo-Salazar y Heinrichs (2008), donde dar más tomas después de las primeras 6 horas de vida no se observó mayor transferencia de inmunidad pasiva.

Existen estudios realizados con calostro tratado térmicamente demostraron que el tratamiento térmico aumentar los niveles de IgG en sangre y por lo tanto la eficiencia aparente de absorción (Gelsinger y Heinrichs, 2017). El administrar calostro tratado térmicamente, las crías recién nacidas, aumentó significativamente la eficiencia aparente de absorción (Salazar, 2007). En este estudio se observó que ofrecer calostro tratado térmicamente aumento las concentraciones de IgG (g/L) en sangre.

6.4 Actividad Enzimática de la GGT

Después de la ingestión del calostro, la concentración de la enzima GGT, es alta, es absorbida por el intestino y está presente en el suero de las becerras. Esta enzima se absorbe a través de la barrera intestinal en los primeros días de vida (Johnston *et al.*, 1997)

En un estudio realizado por (Cuttance *et al.*, 2017) se estudiaron muestras de suero sanguíneo en becerras para determinar la actividad de GGT y concentraciones de IgG donde se arrojó que la concentración de IgG disminuyó a medida que aumentó el tiempo de muestreo de las crías. En este estudio se observa que hubo una relación lineal entre las concentraciones de TP e IgG, y Brix e IgG pero, existió una relación curvilínea entre la actividad de GGT y las concentraciones de IgG ya que los valores de GGT disminuyen según la edad de la cría a el muestreo teniendo actividad de GGT de 250 UI/L para becerras muestreadas <5 días de edad. (Cuttance *et al.*, 2017), coincidiendo con este estudio en que existe una correlación entre las concentraciones de IgG (g/L), proteínas totales y grados brix pero no existió una relación con la GGT tanto a las 24 h como a las 48 h en ninguno de los tratamientos.

Por otro lado si los niveles de IgG en sangre son elevados de igual manera lo es la actividad enzimática de GGT en las primeras horas de vida (Carrasco, 2000). La actividad enzimática de la GGT es alta a lo largo de las primeras 12 y 24 horas después del nacimiento. Esto se debe a que en el calostro existe una gran concentración de Ac's o Ig's y actividad de la GGT y es una enzima de membrana que está en las células del tejido alveolar y al instante del parto es vertida en el calostro (Zanker *et al.*, 2001). Los valores obtenidos de la actividad enzimática de la GGT son similares a los reportados por Gungor *et al.*, (2004) (>1047 U/L), y una disminución después de las 48 h de muestreo.

6.5 Parámetros Productivos.

6.5.1 Pesos y estaturas y GDP a los 0,30,60 días

Una adecuada transferencia de inmunidad pasiva mejora el rendimiento en el desarrollo de las becerras (Godden *et al.*, 2009). Las buenas prácticas que se tiene en campo como la adecuada pasteurización (60° a 60 min), el calostro inocuo, el tiempo de administración y volumen son manejos que pueden mejorar la salud de las becerras (Kehoe *et al.*, 2007). En el presente estudio se determinó que la alimentación con calostro pasteurizado tiene efecto negativo en el desarrollo, éste es muy similar en todos los tratamientos. Elizondo-Salazar y Heinrichs (2009) refieren una ganancia diaria de peso de 0,457 g entre animales alimentados con calostro pasteurizado a 60 °C por 30 min.

6.5.2 Morbilidad y mortalidad.

Las enfermedades y mortalidades en las becerras se les atribuye principalmente a las enfermedades infecciosas, las dos patologías más comunes son las diarreas y neumonías antes del destete con un 7.8% y con el 50% a mortalidades por problemas digestivos (Azizzadeh *et al.*, 2012). Por cierto, las becerras que muestran una idónea TIP poseen menor morbilidad, menor mortalidad y menor número de tratamientos (Uetake *et al.*, 2013) por lo que en este estudio se pueden justificar las mortalidades puesto que a todos los tratamientos se les administro calostro de primera calidad dentro de las primeras horas de vida, el 10% de su peso vivo y un adecuado manejo del calostro. En un estudio González *et al* (2012) reportó mortalidades del 0,0% con valores, esto debido a una adecuada transferencia de inmunidad pasiva y valores por encima de 6.0 g/dL de proteína seria, es decir similares a los resultados obtenidos en esta investigación.

7.0 CONCLUSIONES

El tratamiento térmico del calostro a 60°C por 60 min redujo las concentraciones de inmunoglobulinas un 6%, la densidad del calostro con respecto al calostro sin tratamiento térmico redujo significativamente, a pesar del efecto negativo del tratamiento térmico del calostro en los grupos de animales a los que se les administro tuvieron valores más elevados de la concentración de IgG en suero sanguíneo.

De igual manera el tratamiento térmico del calostro mejoro la eficiencia aparente de absorción en los grupos de animales a los que se les administro, principalmente los que recibieron tres tomas ya que mostraron valores más elevados de la concentración de IgG en suero sanguíneo así como también las tomas de calostro ofrecidas a las crías con 3 tomas nos sugieren que existió una mayor transferencia de inmunidad pasiva aumentando la eficiencia aparente de absorción y concentraciones de IgG en sangre

Por otro lado, la actividad de la enzima gamma Glutamyl transferasa es una alternativa de método para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva, ya que nos indica si la cría consumió calostro por su alta actividad sérica en los primeros días de vida, el tiempo óptimo para realizar la lectura de GGT es a las 24 h, ya que estos valores nos dicen si se obtuvo una adecuada TIP. Existe poca información sobre el efecto de la pasteurización con la actividad de la GGT

Se observó incremento en el crecimiento de las becerras a las cuales se les suministraron diferentes cantidades de calostro tratado térmicamente y se observaron diferencias estadísticas sobre los parámetros productivos como ganancia diaria de peso, altura, peso al destete.

El ofrecer y administrar calostro tratado térmicamente es un protocolo que nos ayuda a la reducción de enfermedades y mortalidad en animales durante su etapa de crianza.

Bibliografía

- Abuelo, A., Havrlant, P., Wood, N., & Hernandez-Jover, M. (2019). An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 8352–8366. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16578>
- Améndola, MR, Martínez, PAH; Lantinga, E. (2006). Tecnología: 2. Producción Intensiva de Leche en Pastoreo (en línea). Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Consultado 17 jun. 2016. Disponible en <https://chapingo.mx/produccionanimal/images/stories/documentos/Tecnologias/5-Tecnologia-2-PLPastoreoIntensivo-08.pdf>
- Aragona, K. M., Chapman, C. E., Pereira, A. B. D., Isenberg, B. J., Standish, R. B., Maugeri, C. J., Cabral, R. G., & Erickson, P. S. (2016). Prepartum supplementation of nicotinic acid: Effects on health of the dam, colostrum quality, and acquisition of immunity in the calf. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3529–3538. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10598>
- Azizzadeh M, HF Shooroki, AS Kamalabadi y MA Stevenson. 2012. Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* 104, 335-340.
- Barrington GM, Gay JM, Evermann JF. (2002). Biosecurity for neonatal gastrointestinal diseases. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 18, 7–34.
- Baumrucker, C. R., & Bruckmaier, R. M. (2014). Colostrogenesis: IgG1 transcytosis mechanisms. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 19(1), 103–117. <https://doi.org/10.1007/s10911-013-9313>
- Berríos, R. A., & Arthur (2009). Manejo del ternero recién nacido. 23–26.
- Besser, T. E., A. E. Garmedia, T. C. McGuire y C. C. Gay. (1985). Effect of colostrum immunoglobulin g1 and immunoglobulin m concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *Journal of Dairy Science*, 68(8): 2033-2037.
- Bielmann, V, Gilan, J, Perkins, N, Skidmore, A, Godden, S, Y Leslie, K., 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *American Dairy Science Association*. 93:3713-3721.
- Bilbao, G. (2015). Estudio de prevalencia de los agentes microbianos causales de la diarrea neonatal de los terneros y su relación con el sistema de crianza de los terneros en la Cuenca Mar y Sierras. Tesis doctoral. FCV UNCPBA.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Bogin, E., Y. Avidar, S. Shenkler, BA. Israeli, N. Spiegel, R. Cohen. (1993). A rapid field test for the determination of calostrual ingestion by calves, based on Gamma-Glutamyltransferase. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 31: 695-699

Botero, J. (2013). Manejo Perfecto del Calostro. Disponible en el URL: <http://www.digal.com.mx/memorias2013/14%20Manejo%20Perfecto%20del%20Calostro%20-%20Jorge%20Botero.pdf> (24/08/16).

Borchardt, S., Sutter, F., Heuwieser, W., & Venjakob, P. (2022). Management-related factors in dry cows and their associations with colostrum quantity and quality on a large commercial dairy farm. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1589–1602. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20671>

Braun, U., Krüger, S., & Hässig, M. (2013). Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum and abomasum during the first 100 days of life in calves. *Research in Veterinary Science*, 95(2), 326–333. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.03.019>

Campos, R.; Carrillo, A.; Loaiza, V.; Giraldo, L. (2007). El Calostro: Herramienta para la Cría de Terneros. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Departamento de Ciencias Animales.

Cano Celada, P. (2003). Inmunidad pasiva en bovinos. Disponible en: URL: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/archivos/INMUNIDAD%20PASIVA%20EN%20BOVINOS.doc>

Capponi, N.M. (2014). Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lecherías de alta producción, medido a través de dos métodos.

Carrasco, M. A. C. (2000). *Determinación de la actividad serica de la enzima gamma-glutamyltransferasa (γ -GT) como indicadora del consumo de calostro en terneros.* 1(20), 220. https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/64096/LaPlaca_How_2018.pdf?sequence=1

Carrisoza, M. D. (2014). Transmisión de *Brucella abortus* en becerras menores de tres meses diagnosticadas por medio de las pruebas de tarjeta e inmunodifusión radial en dos hatos lecheros del estado de Querétaro. Número especial *Veterinaria México.*, (2014) 11.

Chigerwe, M., Tyler J. W., Summers, M. K., Middleton, J. R., Schultz, L. G., Nagy, D. W. (2009). Evaluation of factors affecting serum IgG concentrations in bottle-fed calves. *Journal of the American Veterinary Association.* 234:785-789.

Conneely, M, Berry, D, Sayers, R, Murphy, J, Lorenz, I, Doherty, M, Kennedy, E., (2013). Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrums of dairy cows. *Animal.* pp: 1824-1832

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Cortese, V. S., Kirkpatrick, M. A., Short, T. H., & Voortman, B. (2020). Effect of serum total protein concentration on early-life health and growth of dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 257(1), 80–86. <https://doi.org/10.2460/JAVMA.257.1.80>

Cuttance, E. L., Mason, W. A., Denholm, K. S., & Laven, R. A. (2017). Comparison of diagnostic tests for determining the prevalence of failure of passive transfer in New Zealand dairy calves. *New Zealand Veterinary Journal*, 65(1), 6–13. <https://doi.org/10.1080/00480169.2016.1230525>

Davis, C.L.; Drackley, J.K. (1998). The development, nutrition, and management of the young calf. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Deelen, S., Ollivet, T. L., Haines, D. M., & Leslie, a. K. (2014). Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97 :3838–3844.

Donovan, D. C., Reber, A. J., Gabbard, J. D., Aceves-Avila, M., Galland, K. L., Holbert, K. A., ... Hurley, D. J. (2007). Effect of maternal cells transferred with colostrum on cellular responses to pathogen antigens in neonatal calves. *American Journal of Veterinary Research*, 68(7), 778–782. <https://doi.org/10.2460/ajvr.68.7.778>

Elitok, B. (2018). Indicators of passive immunity failure in neonatal calves. *Oncology Research and Reviews*, 1(3), 1–2. <https://doi.org/10.15761/orr.1000113>

Elizondo, J. A.; Donaldson, S.C.; Jayarao, B.M. and Heinrichs, A.J. (2007). Effect of pasteurization on bacterial count and immunoglobulin G levels of bovine colostrum. *Journal of Dairy Science* ,90, Suppl.

Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M., & Heinrichs, A. J. (2010). Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin G concentration. *Journal of Dairy Science*, 93(3), 961–967. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2388>

Fecteau, Gilles, Paul Baillargeon, Robert Higgins, Julie Paré, and Madeleine Fortin (2002). Bacterial contamination of colostrum fed to newborn calves in Québec dairy herds. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, Volume 43. 524-527

García, M., Cruz, C., Quezada, T., Silva, E., Valdivia, A., Vázquez, S., y Ramos, M. (2014). Prevalence and risk factors associated with infection by *Cryptosporidium* spp. in suckling calves in Aguascalientes, México. *Veterinaria-México*. *Veterinaria México OA*, 1(1), 1-12. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/>

Gelsinger, S. L., & Heinrichs, A. J. (2017). Comparison of immune responses in calves fed heat-treated or unheated colostrum. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 4090–4101. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12010>

Godden S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice*. 24: 19–39

Godden, S. (2010). Manejo del calostro para becerras de razas lecheras. *Memorias del Día Internacional del Ganadero Lechero*. P 47- 64.

Godden, S. M., Haines, D. M., Konkol, K., & Peterson, J. (2009). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1847>

Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 35(3), 535–556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>

Godden, S. M., Smith, S., Feirtag, J. M., Green, L. R., Wells, S. J., & Fetrow, J. P. (2003). Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1503–1512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73736-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73736-9)

González, A. R., H. K. Rodríguez y H. G. Nuñez. (2012). Comportamiento productivo de becerros holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGROFAZ* 12(4): 1-7

Güngör, Ö., Bastan, A., Erbil, M.K., 2004. The Usefulness of the γ -glutamyltransferase Activity and Total Proteinemia in Serum for Detection of the Failure of Immune Passive Transfer in Neonatal Calves. *Revue Médecine Vétérinaire* 155: 27–30.

Hale S.A. et al. Milk yield and mammary growth effects due the increased milking frequency during early lactation. *Journal of Dairy Science*. (2003) 86, 2061-71.

Heinrichs, A. J., Jones, C. M., Erickson, P. S., Chester-Jones, H., & Anderson, J. L. (2019). Symposium review: Colostrum management and calf nutrition for profitable and sustainable dairy farms. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17408>

Hernandez, D., Nydam, D. V., Godden, S. M., Bristol, L. S., Kryzer, A., Ranum, J., & Schaefer, D. (2016). Brix refractometry in serum as a measure of failure of passive transfer compared to measured immunoglobulin G and total protein by refractometry in serum from dairy calves. *Veterinary Journal*, 211, 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.11.004>

Houser, B. A., S. C. Donaldson, S. I. Kehoe, A. J. Heinrichs, and B. M. Jayarao. (2008). A survey of bacteriological quality and the occurrence of *Salmonella* in raw bovine colostrum. *Foodborne Pathog. Dis.* 5:853–858. <https://doi.org/10.1089/fpd.2008.0141>.

Jaster, E. H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *Journal of Dairy Science*. 88:296-302.

Johnston N.A., Parish S.M., Tyler J.W. and Tillman C.B. 1997. Evaluation of serum γ glutamyltransferase activity as a predictor of passive transfer status in crias. *Journal American Veterinary Medical Association*. 211: 1165-1166.

Kehoe, S. I. y Heinrichs, A. J. 2007. Bovine colostrum nutrient composition. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. doi:10.1079/PAVSNNR20072029

Kelton, D. F., Winder, C. B., & Renaud, D. L. (2020). Colostrum management practices that improve the transfer of passive immunity in neonatal dairy calves: Protocol for a scoping review. 2018.

Lacetera N, Bernabucci U, Ronchi B, et al. Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *Am J Vet Res* (1996);57:1776–80.

Lane, E.A., M.A. Crowe, M.E. Beltman, and S.J. More.(2013). The influence of cow and management factor on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. *Animal Reproduction Science* 141:34-41.

Larson, B. L., H. L. Heary, Jr. y J. E. Devery. (1983). Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J Dairy Sci* 63(4): 665-671.

Leyton, W., (2007). Analysis of bovine immunoglobulin G in milk, colostrum and dietary supplements: a review 389:93-109.

Loera, J., & Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(1), 419–426. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.317>

Lora, I., Gottardo, F., Contiero, B., Dall'Ava, B., Bonfanti, L., Stefani, A., & Barberio, A. (2018). Association between passive immunity and health status of dairy calves under 30 days of age. *Preventive Veterinary Medicine*, 152(January), 12–15. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.01.009>

Malmuthuge, Nilusha, Yanhong Chen, Guanxiang Liang, Laksiri A. Goonewardene, y Le Luo Guan (2015). Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*., pi: S0022-0302(15)00622-0. doi: 10.3168/jd.

Mariscal, V., Pacheco, A., Estrella, H., Huerta, M., Rangel, R., & Núñez, R. (2016). Indicadores Reproductivos De Vacas Lecheras En Agroempresas Con Diferente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Nivel Tecnológico En Los Altos De Jalisco Reproductive Indicators of Dairy Cows in Agribusinesses With Different Technological Level in the Jalisco Highlands. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13, 493–507. <http://www.colpos.mx/asyd/volumen13/numero3/asd-15-020.pdf>

Martínez-González, JC; Duarte, OA; Tewolde, MA. (2000). Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios, AC. Plan de Acción (2000). Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios, AC. México. p. 127.

Mayasari, N., de Vries Reilingh, G., Nieuwland, M. G. B., Rummelink, G. J., Parmentier, H. K., Kemp, B., & van Knegsel, A. T. M. (2015). Effect of maternal dry period length on colostrum immunoglobulin content and on natural and specific antibody titers in calves. *Journal of Dairy Science*, 98(6), 3969–3979. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8753>

McBEATH, D., W. Penhale, E. Logan. (1971). An Examination of the Influence of Husbandry on the Plasma Immunoglobulin Level of the Newborn Calf, Using a Rapid Refractometer Test for Assessing Immunoglobulin Content. *Vet. Rec.* 88: 266-270

Mendoza, I. V., & Parra, M. R. (2004). Identificación de las causas de desecho en cinco establos lecheros de Aguascalientes, México Identification of culling reasons in five dairy farms of. *Téc Pecu Méx*, 42(2), 437–444.

Morrill, K., Tyler, H. (2012). Two Methods to Determine IgG Concentration in Calf Serum. Iowa State University Animal Industry Report.

Mullen, P. (1975). Zinc Sulphate Turbidity Test as an Aid to Diagnosis. *The Vet. Annual.* 15: 451-455.

Núñez, HG; Díaz, AE; Espinosa, GJA; Ortega, RL; Hernández, AL; Vera, ÁH; Román, PH; Medina, CM; Ruiz, LF. (2009). Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. Libro Técnico No. 23. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, MX. p. 373.

Ochoa, M. Á. B. (2001). ZOOTECNIA DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE Antecedentes. 102–138.

Olivera-angel, M. (2020). Digestión y absorción del calostro.18-27

Paggi, P. (2011). Evaluación de la transferencia de inmunoglobulinas calostrales en terneros neonatos. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA.

Perino L, Sutherland R, Woollen N. Serum gamma-glutamyltransferase activity and protein concentration at birth and after suckling in calves with adequate and inadequate passive transfer of immunoglobulin G. *American Journal of Veterinary Research* 54, 56–9, 1993

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Pfeiffer, N., T. Mcguire, R. Bendel, J. Weikel. (1977). Quantitation of Bovine Immunoglobulins: Comparison of Single Radial Immunodiffusion, Zinc Sulfate Turbidity, Serum Electrophoresis, and Refractometer Methods. *Am. J. Vet. Res.* 38: 693-698.

Pourjafar, M., Badei, K., Nadalian, M. G. H., Jozani, R., Jatafari. (2011). Effect of long term administration of frozen and fermented colostrums of vaccinated cows on performance and prevention of neonatal diarrhea. *Pakistan Veterinary Journal.* 31: 199-202.

Quezada-Tristán, T., García-Flor, V. L., Ortiz-Martínez, R., Arredondo-Figueroa, J. L., Medina-Esparza, L. E., Valdivia-Flores, A. G., & Montoya-Navarrete, A. L. (2014). Biochemical parameters in the blood of Holstein calves given immunoglobulin Y-supplemented colostrums. *BMC Veterinary Research*, 10, 1–7. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-159>

Quigley and Graway (1998). Nutrient and Immunity Transfer from Cow to Calf Pre- and Postcalving *Journal of Dairy Science.*

Raboisson, D., P. Trillat, and C. Cahuzac. (2016). Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta- Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. *PLoS One* 11:e0150452.

SADER, S. (2019). Panorama de la lechería en México (TERCER TRIMESTRE).

SADER. (2018). PANORAMA DE LA LECHE EN MEXICO 2018.

Salazar, J. (2007). Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agro-nomía Mesoamericana*, 18(2), 271–281. <http://www.re-dalyc.org/pdf/437/43718213.pdf>

Saldana, D. J., Gelsinger, S. L., Jones, C. M., & Heinrichs, A. J. (2019). Effect of different heating times of high-, medium-, and low-quality colostrum on immunoglobulin G absorption in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102(3), 2068–2074. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15542>

Schingoethe, D. J. y A. García. 2004. Alimentación y manejo de becerras y vaquillas lecheras. College of Agriculture & Biological Sciences. South Dakota State University. USDA. ExEx4020S. Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett y M. E. Van Am-burgh. 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.

Shoshani, E., Rozen, S., & Doekes, J. J. (2014). Effect of a short dry period on milk yield and content, colostrum quality, fertility, and metabolic status of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 2909–2922. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7733>

SIAP-SAGARPA. (2014). Panorama de la lechería En Mé-xico. <http://www.siap.gob.mx/>

Stabel, J. R. (2008). Pasteurization of colostrum reduces the incidence of paratuberculosis in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3600–3606. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1107>

Stefanon B. et al.- Mammary adoptosis and lactation persistency in dairy animals. *Dairy Res.* (2002) 69:37-52

Stelwagen, K., E. Carpenter, B. Haigh, A. Hodgkinson, and T. T. Wheeler. (2009). Immune components of bovine colostrum and milk. *Journal Animal Science*. 87(13 Suppl.):3–9.

Svennersten-Sjaunja K. Y Olsson. K. Endocrinology of milk production. *Domestical Animal Endocrinology* (2005)29, 241258.

Tizard, I. R. (2009). *Introduccion a la Inmunologia Veterinaria* (Octava edi).

Topal, O., & Batmaz, H. (2020). Early clinical predictors of diarrhea in the first fifteen days in dairy calves and their relationship with passive transfer status. *Medycyna Weterynaryjna*, 76(05), 6399–2020. <https://doi.org/10.21521/mw.6399>

Uetake K. 2013. Newborn calf welfare: A review focusing on mortality rates. *J Anim Sci* 84, 101-105.

Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E., & Barrington, G. M. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine / American College of Veterinary Internal Medicine*, 14(6), 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>

Wells, S. J., Dargatz, D. A., & Ott, S. L. (1996). Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 29(1), 9–19. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(96\)01061-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(96)01061-6)

Zanker, I.A., Hammon, H.M., Blum, J.W., 2001b. Activities of c- glutamyltransferase, alkaline phosphatase and aspartate amino transferase in colostrums, milk and blood plasma of calves fed first colostrums at 0–2, 6–7, 12–13 and 24–25 h after birth. *Journal of Veterinary Medicine Advances*. 48: 179–185.

ANEXO 1.

METODOLOGIA DE TURBIDEZ CON SULFATO DE ZINC

1. Preparación del reactivo.
 - 1.1 Hervir 500 mL de agua en Autoclave.
 - 1.2 Pesar 104 mg de Sulfato de Zinc heptahidratado KARAL® en una Balanza Analítica ADAM®.
 - 1.3 Dejar enfriar los 500 mL de agua y agregar el Sulfato de Zinc heptahidratado KARAL®.
 - 1.4 Mezclar y vaciar en un frasco ámbar y cubrir la boquilla con PARAFILM®.
 - 1.5 Mantener en refrigeración.
2. Pipetear 6 mL del reactivo preparado en un tubo de ensaye.
3. Agregar 100 µl de muestra.
4. Mezclar en un VORTEX GENIE7® de 15 a 20 segundos.
5. Incubar a temperatura ambiente durante 1 hora.
6. Encender el espectrofotómetro CARY 100 BIO VARIAN® 15 minutos antes de su uso.
 - 6.1 Encender la computadora y seleccionar el programa CARY, elegir el icono de grafica de barras.
 - 6.2 Seleccionar la longitud de onda 600 nm.
 - 6.3 Ajustar el espectrofotómetro a cero, colocando una cubeta al frente y atrás con agua destilada, dar clic en el botón ZERO.
7. Al concluir la incubación del reactivo + muestra, mezclar nuevamente en un VORTEX GENIE7® de 15 a 20 segundos.
8. Vaciar en una cubeta para espectrofotómetro.
9. Colocar al frente del espectrofotómetro CARY 100 BIO VARIAN®.
10. Leer Absorbancia presionando el botón START.
11. Realizar el siguiente cálculo para obtener el resultado de IgG en mg/mL.

$$\frac{\text{Absorbancia} - a}{B} = \text{IgG en mg/mL.}$$

ANEXO 3

		\$0.0		\$0.0			
BECERRAS	1	NACIMIENTO	P + A	CALOSTRO PASTEURIZADO (FRISCO No coagula a TB ni BPI) Suministrar 4 Litros antes de 2 Horas YODO al 7%		OBAL TOPICA	Immunidad Desinfección de ombligo
	2	<24 Horas		TSV-3 UNIDOSIS (Zoetis) EXSOLUTION (CTCBO) del día 1 al día 30	NASAL GEN IP (MSD) BOVINE ECOLIZER (Elianco)	INTRANASAL	IBR y PI3 (Vacuna Intranasal)
	3	3 Semanas (21 días)		PASTA DESCORNADORA		TOPICA	E. Coli, Clostridium perfringens C
	4	6 Semanas (1.5 meses)		ONE SHOT (Zoetis)	ONICE PMH (MSD)	SUBCUTANEA	Pasteria & Haemophilus
	5	8 Semanas (2 meses)		PINK EYE SHIELD XT4 (Elianco) DRAXXIN (ZOETIS) (Tiempo de Lluvias)	MORAK (Hera) Refuerzo a los 15 días ZUPREVO (MSD)	INTRAMUSCULAR SUBCUTANEA	Ojo Rosado Metafilaxia Neumonías
	6	10 Semanas (2.5 meses) (Destete)	P+A	DESTETE			
	7	12 Semanas (3 meses)		CATTLE MASTER 4 + L5 (Zoetis)	VIRASHIELD 6 L5 HB (Elianco)	SUBCUTANEA	Virus muerto IBR, DVB, PI3, Leptospira Hardjo bovis
	8	14 Semanas (3.5 meses) (Refuerzo)		CATTLE MASTER 4 + L5 (Zoetis)		SUBCUTANEA	Virus muerto IBR, DVB, PI3, Leptospira Hardjo bovis
	9	16 Semanas (4 meses)	P+A		VIRASHIELD 6 L5 HB (Elianco) Refuerzo BRUCELLA RB 51 (MSD) (Dosis becerma) BRUCELOSIS RB 51 BECERRAS (Tamel)	SUBCUTANEA	Virus muerto IBR, DVB, PI3, Leptospira Hardjo bovis Brucella abortus
	10	24 Semanas (6 meses)	P+A	COVEXIN (MSD)	ULTRABAC 7 (Zoetis)	SUBCUTANEA	Clostridium
	11	26 Semanas (6.5 meses) (Refuerzo)		COVEXIN (MSD)	ULTRABAC 7 (Zoetis)	SUBCUTANEA	Clostridium
	12	36 Semanas (9 meses)	P+A	REPROSTAR (Elianco)	LEPTAVOID H (MSD)	SUBCUTANEA	Leptospira
	13	44 Semanas (11 meses)		BRUCELLA RB 51 (MSD) (Dosis becerma)	BRUCELOSIS RB 51 BECERRAS (Tamel)	SUBCUTANEA	Brucella abortus
	14	48 Semanas (12 meses)		CATTLE MASTER 4 + L5 (Zoetis)	VIRASHIELD 6 L5 HB (Elianco)	SUBCUTANEA	Virus muerto IBR, DVB, PI3, Leptospira Hardjo bovis
	15	A la Reconfirmación de Píñaz (100 DCC)		SANGRADO PARA BRUCELLA			Monitoreo de Brucella
	16	72 semanas (18 meses)		BRUCELLA RB 51 (MSD) (Dosis becerma) COVEXIN (MSD)	BRUCELOSIS RB 51 BECERRAS (Tamel) ULTRABAC 7 (Zoetis)	SUBCUTANEA	Brucella abortus Clostridium
		\$0.0		\$0.0			
VACAS Y VAQUILLAS	1	45 DCC		REPROSTAR (Elianco)	LEPTAVOID H (MSD)	SUBCUTANEA	Leptospira
	2	200 DCC		COVEXIN (MSD) CATTLE MASTER 4 + L5 (Zoetis)	ULTRABAC 7 (ZOETIS) VIRASHIELD 6 L5 HB (Elianco)	SUBCUTANEA	Clostridium IBR, DVB, PI3, Leptospira
	3	210 DCC (Al secado)		BRUCELLA RB 51 (MSD) (Dosis becerma)	BRUCELOSIS RB 51 BECERRAS (Tamel)	SUBCUTANEA	Brucella abortus
	4	220 DCC		SCOUR GUARD 3 (Zoetis) STARTVAC (Hera)	ROTAVIC CORONA (MSD) ENVIRACOR (Zoetis)	SUBCUTANEA SUBCUTANEA	Coronavirus, Rotavirus E. coli, Staphylococcus aureus
	5	240 DCC		SCOURGUARD 3 (Zoetis) STARTVAC (Hera)	ROTAVIC CORONA (MSD) ENVIRACOR (Zoetis)	SUBCUTANEA SUBCUTANEA	Coronavirus, Rotavirus E. coli
	6	Al pasar a Rato		SANGRADO DE BRUCELLA			Monitoreo de Brucella abortus
		\$0.0		\$0.0			
VIENTRES	1	1 DEL		SANGRADO DE BRUCELLA			Monitoreo de Brucella abortus
	2	1 ER Semana Post Parto		PRUEBA CALIFORNIA			Mycoplasma y Staphylococcus aureus
	3	7 DEL		SANGRADO DE BRUCELLA			Monitoreo de Brucella abortus
	4	Mensualmente		SANGRADO MASIVO DE BRUCELLA			Monitoreo de Brucella abortus
	5	40 DEL		STARTVAC (Hera)	ENVIRACOR (ZOETIS)	SUBCUTANEA	E. coli, Staphylococcus aureus
	6	201 DEL (Abiertas)		CATTLE MASTER 4 + L5 (Zoetis)	VIRASHIELD 6 L5 HB (Elianco)	SUBCUTANEA	Virus muerto IBR, DVB, PI3, Leptospira Hardjo bovis
		\$0.0		\$0.0			
VAQUILLAS DE IMPORTACION	1	A la llegada		ELECTROLITOS		ORAL	Dehidratación
	2	Al bajar		PEDILUVO CON FORMOL		PODAL	Infecciones podales
	3	10 Días Post llegada		BRUCELLA RB 51 (MSD) (Dosis becerma)	BRUCELOSIS RB 51 BECERRAS (Tamel)	SUBCUTANEA	Brucella abortus
				ARETADO INTERNO IMAN SANGRADO DE BRUCELLA	IMAN	ORAL	Identificación de Ganado Retículo pericarditis traumática Monitoreo de Brucella abortus
	4	15 Días Post llegada		CATTLE MASTER 4 + L5 (Zoetis)	VIRASHIELD 6 L5 HB (Elianco)	INTRAMUSCULAR	Virus muerto IBR, DVB, PI3, Leptospira Hardjo bovis
	5	21 Días Post llegada		ONE-SHOT (Zoetis)	ONICE PMH (MSD)	SUBCUTANEA	Marhenzia Haemofilia
	6	30 Días Post llegada		CATTLE MASTER 4 + L5 (Zoetis) (Refuerzo) COVEXIN (MSD)	VIRASHIELD 6 L5 HB (Elianco) ULTRABAC 7 (ZOETIS)	INTRAMUSCULAR SUBCUTANEA	Virus muerto IBR, DVB, PI3, Leptospira Hardjo bovis Clostridium
	7	45 días Post llegada (Refuerzo)		COVEXIN (MSD)	ULTRABAC 7 (ZOETIS) (Refuerzo)	SUBCUTANEA	Clostridium
POSTERIORMENTE SE INCORPORAN AL CALENDARIO DE VACUNACION DE ACUERDO A SU ETAPA							