

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**COMPARACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD
PASIVA EN TERNERAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO
DE VACAS PRIMÍPARAS VERSUS CALOSTRO DE VACAS
MULTÍPARAS, TECPÁN, GUATEMALA, AGOSTO –
DICIEMBRE 2018**

ASTRID NOHEMY JIMENEZ MORENO

Médica Veterinaria

GUATEMALA, MARZO DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**COMPARACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD
PASIVA EN TERNERAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO DE
VACAS PRIMÍPARAS VERSUS CALOSTRO DE VACAS
MULTÍPARAS, TECPÁN, GUATEMALA, AGOSTO – DICIEMBRE
2018**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

ASTRID NOHEMY JIMENEZ MORENO

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, MARZO DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV	P.A. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V	Br. María José Solares Herrera

ASESORES

M.A. FERNANDO ARTURO MOLINA MOLINA

LIC. CARLOS FRANCISCO CHINCHILLA GARCÍA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

COMPARACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA EN TERNERAS ALIMENTADAS CON CALOSTRO DE VACAS PRIMÍPARAS VERSUS CALOSTRO DE VACAS MULTÍPARAS, TECPÁN, GUATEMALA, AGOSTO – DICIEMBRE 2018

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS

Por darme la vida, derramar abundantes bendiciones en ella y permitirme cumplir mis sueños.

A MIS PADRES

Por su amor, apoyo y paciencia, por ser mi ejemplo a seguir. Jorge Arturo Jimenez Martínez por apoyarme en mi sueño y estar presente en todo momento, por inculcar ese amor, respeto y pasión por los animales; y Gilma Leticia Moreno Mejía por estar a mi lado en cada momento, por darme ese apoyo y aliento para seguir y enseñarme a nunca rendirme, por recordarme en cada momento que todo llega a su tiempo.

A MIS HERMANOS

Por ser pilares fundamentales en mi vida, por estar presentes en todo momento, especialmente Jorge por acompañarme en las madrugadas. Por enseñarme lo que es el apoyo incondicional y desinteresado.

A MI NOVIO

José Luis Moreira Vides por ser mi confidente, amigo, apoyo emocional y racional, por enseñarme que los sueños y metas se cumplen a base de esfuerzo y dedicación, que el tener miedo nos limita y que si el plan A no funciona, debemos de tener un plan B, C, D hasta llegar al objetivo.

A MIS SOBRINOS

Por transmitirme su alegría, llenar de amor y felicidad mi vida con su existir.

A MIS CUÑADAS

Por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES Y EVALUADORA

Por su apoyo, tiempo, dedicación y sabiduría para guiarme en la realización de este proyecto.

A FINCA SAN VICENTE PASAJINAK

Por el apoyo y la confianza brindados durante la realización de esta investigación.

A MIS CATEDRATICOS

Por todos los conocimientos brindados a lo largo de la carrera.

A LA USAC

Nuestra casa de estudios, por abrirme sus puertas.

A MIS AMIGOS

Que me acompañaron a lo largo de la carrera, con quienes compartí alegrías, frustraciones, enojos y triunfos, quienes hicieron especial este recorrido.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
	3.1 Objetivo General.....	4
	3.2 Objetivos Específicos.....	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
	4.1 Sistema inmune en bovinos.....	5
	4.2 Anticuerpos.....	6
	4.3 Inmunoglobulinas (Ig).....	8
	4.4 Inmunidad.....	9
	4.5 Calostro.....	11
	4.6 Composición del calostro.....	14
	4.7 Transferencia de inmunidad pasiva en terneras.....	16
	4.8 Importancia médica y comercial de la Transferencia de Inmunidad Pasiva (TIP).....	17
	4.8.1 Importancia médica.....	17
	4.8.2 Importancia económica de la transferencia de inmunidad pasiva.....	18
	4.9 Principales enfermedades relacionadas con la falla de transferencia de inmunidad pasiva.....	19
	4.10 Medición del estado de transferencia de inmunidad pasiva.....	19
	4.11 Técnica de toma y procesamiento de muestra sanguínea.....	21
	4.11.1 Toma de muestra sanguínea.....	21
	4.11.2 Procesamiento de la muestra.....	21
	4.12 Medición de proteínas séricas totales mediante uso del refractómetro clínico.....	21
	4.12.1 Procedimiento de medición de proteínas séricas totales mediante el refractómetro clínico.....	22

4.13 Investigaciones relacionadas.....	22
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
5.1 Materiales.....	24
5.1.1 Recursos humanos.....	24
5.1.2 De campo.....	24
5.1.3 Biológicos.....	24
5.1.4 De laboratorio.....	24
5.1.5 De gabinete.....	25
5.2 Metodología.....	25
5.2.1 Ubicación del estudio.....	25
5.2.2 Procedimiento de campo.....	26
5.2.2.1 Manejo de la ternera recién nacida.....	26
5.2.2.2 Selección del calostro.....	26
5.2.2.3 Toma de muestra.....	26
5.2.2.4 Procedimiento de laboratorio.....	27
5.2.3 Descripción del estudio.....	27
5.2.3.1 Manejo del estudio.....	28
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
VII. CONCLUSIONES.....	33
VIII. RECOMENDACIONES.....	34
IX. RESUMEN.....	35
SUMMARY.....	36
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
XI. ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición química del calostro.....	15
Cuadro 2.	Concentración de proteínas séricas totales (g/dL) promedio, en 65 terneras raza Jersey, con edades entre 24-48 horas de nacidas provenientes de vacas primíparas o multíparas de una lechería especializada de Tecpán, Guatemala.....	30
Cuadro 3.	Descripción de la calidad del calostro según categoría, color y concentración de inmunoglobulinas en g/L.....	45
Cuadro 4.	Proteínas séricas totales de terneras en mg/dl según el número de partos de la madre.....	46
Cuadro 5.	Orden de datos y asignación de rangos.....	47
Cuadro 6.	Sustitución de datos por rangos.....	48
Cuadro 7.	Resultado de H calculado y H tabulado.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estructura general de un anticuerpo.....	7
Figura 2.	Regiones y dominios de un anticuerpo.....	8
Figura 3.	Estructura de las inmunoglobulinas.....	9
Figura 4.	Proceso digestivo del calostro.....	11
Figura 5.	Refractómetro clínico manual con tapa abierta.....	41
Figura 6.	Carga de la muestra en la cámara del refractómetro clínico manual.....	41
Figura 7.	Refractómetro clínico con tapa cerrada.....	41
Figura 8.	Lectura del valor mostrado por el refractómetro.....	41
Figura 9.	Escala de lectura de resultados del refractómetro clínico.....	41
Figura 10.	Selección del individuo de estudio.....	42
Figura 11.	Posicionamiento de la ternera y limpieza de la tabla del cuello a altura de vena yugular.....	42
Figura 12.	Colecta de la muestra, identificación y transporte de la misma al laboratorio.....	42
Figura 13.	Centrifugación de la muestra.....	42
Figura 14.	Extracción de la muestra de la centrifuga para su análisis.....	43
Figura 15.	Preparación del equipo y las muestras para su análisis.....	43
Figura 16.	Colocación de la muestra en el refractómetro.....	43
Figura 17.	Distribución uniforme de la muestra sobre el prisma.....	43
Figura 18.	Posicionamiento del refractómetro hacia una fuente de luz.....	43
Figura 19.	Lectura del resultado en la escala de medición.....	43
Figura 20.	A) Calostrometro; B) Calostrometro flotando en verde (calostro de buena calidad); C) Calostrometro flotando en rojo (calostro de mala calidad).....	45
Figura 21.	Alimentación de la ternera con calostro de buena calidad mediante biberón.....	45

Figura 22.	Tabulación de datos para su análisis en programa estadístico InfoStat.....	49
Figura 23.	Resultados obtenidos del programa estadístico InfoStat.....	50

I. INTRODUCCIÓN

La inmunidad es la habilidad que tiene el huésped para destruir microorganismos ajenos como bacterias y virus (Beltrán, L. 2011) siendo la inmunidad pasiva conferida por la administración de anticuerpos preformados (Tizard, I. 2009) en el caso de los rumiantes mediante la administración oral de calostro.

La inmunidad pasiva es la resistencia hacia un agente infeccioso, como resultado de la transferencia de anticuerpos de un animal previamente inmunizado a un animal no protegido; siendo este el caso de una vaca que transfiere anticuerpos a su ternera a través del calostro materno; el cual es fundamental para la salud y supervivencia de las terneras en sus primeras semanas de vida.

Cuando no se lleva a cabo una absorción a tiempo de inmunoglobulinas en las terneras puede desarrollarse una falla en la transferencia de inmunidad pasiva (FTIP), aumentando el riesgo de que la cría presente enfermedades tanto entéricas como respiratorias las cuales pueden ocasionar la muerte (Hincapié, J. 2005) esta falla puede verse reflejada en una baja concentración de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo de las terneras (Elizondo & Rodríguez, 2013). Al existir porcentajes altos en la falla de transferencia de inmunidad pasiva se convierte en un factor económico negativo importante para los productores lecheros (Elizondo & Rodríguez, 2013), ya sea por la presencia de enfermedad o muerte de terneras.

La medición de proteínas séricas totales (PST) en el suero sanguíneo mediante un refractómetro clínico manual, como estimación de la concentración de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo es la prueba más simple a nivel de campo que provee una medida razonable del estado de transferencia de inmunidad pasiva en las terneras (Elizondo & Rodríguez, 2013).

En Guatemala no existe suficiente información científica respecto a la transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería, que permita establecer prácticas de manejo correctivas para mejorar la crianza y desarrollo de las mismas,

lo cual ocasiona pérdidas económicas para el productor, ya que, las terneras puede llegar a presentar una serie de enfermedades, especialmente en las primeras tres semanas de vida, ocasionando la muerte en un alto porcentaje de éstas, y repercutiendo en su productividad en las primeras dos lactancias.

Por esta razón en la presente investigación se comparó la concentración de proteínas séricas totales en terneras que consumen calostro de vacas primíparas versus aquellas que consumen calostro de vacas multíparas y así proveer a nivel de campo una medida razonable del estado de transferencia de inmunidad pasiva en terneras de una lechería especializada del altiplano guatemalteco, con la finalidad de generar información que ayude a evaluar el manejo durante el periodo de transición (21 días preparto y 21 días postparto) de la vaca gestante y la cría recién nacida; pudiendo así implementar prácticas de manejo que mejoren y aseguren la salud y supervivencia de la ternera en sus primeras semanas de vida y una buena productividad en su adultez.

II. HIPÓTESIS

No se observa diferencia entre los niveles de proteínas séricas totales en terneras alimentadas con calostro de vacas primíparas versus multíparas.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Contribuir con el estudio sobre la transferencia de la inmunidad pasiva en terneras nacidas de vacas primíparas y multíparas.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de proteínas séricas totales en terneras alimentadas con calostro de vacas primíparas.
- Determinar los niveles de proteínas séricas totales en ternera alimentadas con calostro de vacas multíparas.
- Comparar los resultados de la concentración de proteínas séricas totales en terneras de 24 a 48 horas de nacidas, alimentadas con calostro de vacas primíparas o multíparas.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Sistema inmune en bovinos

La placenta está destinada al intercambio fisiológico entre la madre y el feto siendo el intercambio gaseoso la función primordial de este órgano, seguida por la absorción de nutrientes y la excreción de productos de desecho (Archila & Vigil, 2005).

Existe en la placenta una intensa actividad de intercambio y de síntesis, pasando de la madre al feto sustancias nutritivas, tales como oxígeno, agua, glucosa, lactato, aminoácidos, ácidos grasos libres, vitaminas, electrolitos, hormonas, anticuerpos, algunos medicamentos y algunos patógenos tales como virus. Del feto a la madre, en cambio, pasan productos finales del metabolismo, tales como urea, anhídrido carbónico (Archila & Vigil, 2005).

Morfológicamente considerando el origen vascular entre el feto y la madre los bovinos poseen placenta cotiledonaria; y según su clasificación histológica es decir según el número de barreras que se interponen entre la sangre materna y fetal poseen placenta sindesmocorial, este tipo de placenta no permite el paso transplacentario de moléculas de inmunoglobulinas séricas de la madre al feto (Archila & Vigil, 2005), es por ello que la ternera recién nacida se ve expuesta a microorganismos que potencialmente pueden ser patógenos (Arias, N. 2016).

Las terneras recién nacidas, aunque son capaces de montar una respuesta inmune, son caracterizadas por ser inmunológicamente inocentes. Esto es por su incapacidad para iniciar una respuesta inmune exitosa atribuible a la inmadurez de los mecanismos protectores y al tiempo que le toma en la generación de inmunidad celular y humoral. Luego entonces el calostro es fundamental para que la ternera no sea víctima de los microorganismos del medio ambiental (Arias, N. 2016).

Al nacer, los órganos linfoides primarios y secundarios son poblados por células que se desarrollan independientemente la estimulación antigénica, y el número de linfocitos B circulantes es aproximadamente 30% de lo encontrado en un adulto. En la recién nacida el número de linfocitos B será similar al de los adultos después de los primeros 20 días de nacida, y en general las inmunoglobulinas producida por estas células aparecerán en la sangre unos pocos días después del nacimiento (Arias, N. 2016).

La inmunidad local de mucosas inicia en la primera semana de vida. La inmunidad celular está deprimida y la ternera alcanzará el nivel de respuesta celular similar a la del adulto después de la segunda semana de vida (Arias, N. 2016).

4.2 Anticuerpos

Los anticuerpos son moléculas proteicas de la familia de las inmunoglobulinas (Ig) cuya función consiste en detectar cualquier elemento extraño que pueda entrar en el organismo. Normalmente detectan partes concretas de esos elementos, por ejemplo, proteínas de la superficie bacteriana o vírica, lo que se denomina “antígeno”. Cuando los anticuerpos se unen a estas proteínas extrañas, actúan como marcador, facilitando que sean reconocidos y eliminados por las células del sistema inmune (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015).

Los anticuerpos son sintetizados en los linfocitos B e inicialmente actúan como receptores, en la membrana de estas células. Cuando estas células se activan por el reconocimiento de un antígeno, se convierten en células plasmáticas productoras de anticuerpos, que serán liberados al torrente sanguíneo, donde circularán libremente. Las células B activadas también se pueden convertir en linfocitos B de memoria, que van a permitir una respuesta más rápida del sistema inmune cuando entran de nuevo en contacto con este agente infeccioso (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015).

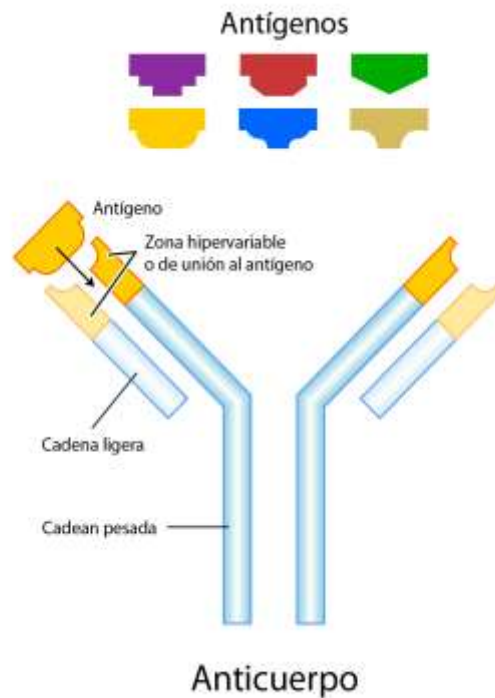


Figura 1. Estructura general de un anticuerpo (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015)

La estructura de todos los anticuerpos es muy parecida. Por un lado disponen de una sección denominada “región constante” (Fc), que es la que puede unirse a los receptores de las células inmunes, como los macrófagos o los mastocitos, y por otro lado tienen también una “parte variable” (Fab), que es la que reconoce el antígeno. Esta parte variable se denomina así, pues es específica para cada antígeno, según sea la célula B que lo produzca. Este mecanismo de variabilidad permite al sistema inmunológico generar una gran batería de anticuerpos, únicos y específicos para un determinado antígeno, e iniciar así una respuesta adaptada según el agente patógeno (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015).

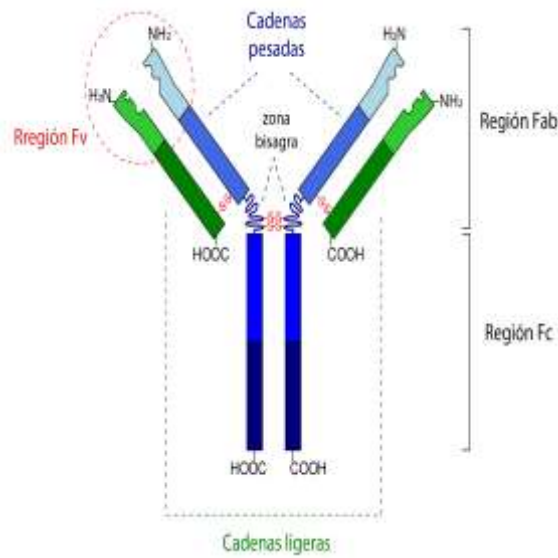


Figura 2. Regiones y dominios de un anticuerpo (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015)

4.3 Inmunoglobulinas (Ig)

Las inmunoglobulinas son proteínas que tienen actividad de anticuerpos (Tizard, I. 2009) se encuentran en el torrente sanguíneo y son componentes vitales del sistema inmune. El sistema inmune en las terneras es inmaduro e incapaz de producir suficientes inmunoglobulinas para combatir infecciones, además de esto la placenta bovina previene la transferencia de inmunoglobulinas séricas de la madre al feto antes que el sistema humoral, dependiendo casi en su totalidad de la transferencia de anticuerpos maternos de forma pasiva a través del calostro.

Las inmunoglobulinas se dividen en distintas clases según su actividad biológica, es decir su funcionalidad:

- a) IgM: es la primera inmunoglobulina que se genera durante la respuesta inmune. Puede encontrarse como receptor en los linfocitos B y es importante en la activación de la vía del complemento.

- b) IgD: su función principal consiste en servir como receptor en los linfocitos B que no han sido expuestos al antígeno.
- c) IgA: su función es la defensa inmune en las mucosas.
- d) IgG: tiene un importante papel en la defensa contra patógenos que invaden el cuerpo. Son abundantes en la circulación sanguínea y son los únicos capaces de atravesar la placenta.
- e) IgE: juega un papel importante en la defensa contra parásitos. Está también implicada en respuestas alérgicas. Su función se asocia a la de los mastocitos (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015).

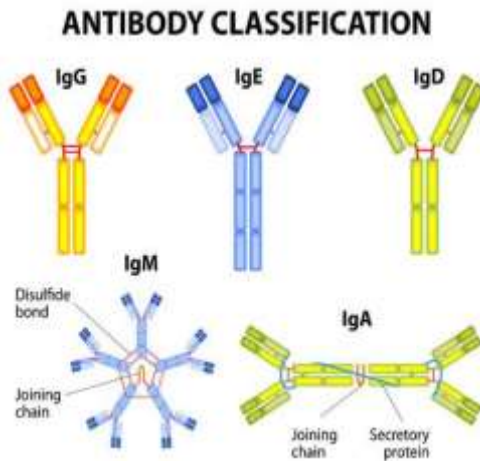


Figura 3. Estructura de las inmunoglobulinas (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015)

4.4 Inmunidad

La inmunidad es aquella habilidad que tiene el organismo para destruir microorganismos invasores como bacterias y virus (Beltrán, L. 2011).

El sistema inmune es capaz de activar dos clases de respuestas: una respuesta inmune innata, rápida e inespecífica, y una respuesta inmune adaptativa, más lenta pero distinta para cada patógeno y con capacidad de crear memoria. La respuesta inmune adaptativa, a su vez, se divide en la respuesta celular y humoral.

Ésta última se caracteriza principalmente por la producción de anticuerpos (inmunoglobulinas, Ig) (Parham, Nossal, Adda, & Sompayrac, 2015).

La inmunidad según su origen puede ser innata o natural e inmunidad adaptativa o adquirida, siendo la inmunidad innata primera línea de defensa y es altamente eficaz. Impide la mayoría de las infecciones desde el principio o las anula en las horas que siguen a su contacto con el sistema inmunitario innato. Se encuentra mediada por células y proteínas que se hallan siempre presentes y equilibradas para luchar frente a los microorganismos, y son llamadas a entrar en acción para eliminar o prevenir una infección (Barraza, S. 2014). En cuanto a la inmunidad adaptativa responde más específicamente ante los patógenos. Se encarga de crear memoria inmunológica para evitar una segunda infección y su tiempo de respuesta es mayor que el de la inmunidad innata (horas o días). Se adapta para reconocer, eliminar y más tarde recordar al patógeno invasor. Se hace presente pocos días después de la infección inicial (Barraza, S. 2014).

La inmunidad adaptativa es la segunda línea de defensa que elimina los patógenos que evaden las reacciones innatas o persisten a pesar de éstas. Una importante consecuencia de la reacción inmunitaria adaptativa es la memoria. Cuando un agente patógeno infecta en una segunda ocasión: células de memoria permiten que el sistema inmunitario adaptativo monte un ataque rápido y muy eficaz hacia el invasor (Barraza, S. 2014).

La inmunidad adaptativa puede ser de tipo humoral y celular; siendo la humoral la respuesta específica del sistema inmune en la que interviene el reconocimiento de antígenos y la producción de anticuerpos. Mediada por anticuerpos solubles producidos por los linfocitos B. El ataque se produce con anticuerpos que inactivan y/o marcan los agentes potencialmente peligrosos para que sean destruidos (Barraza, S. 2014). Por su parte la respuesta celular está mediada por los linfocitos T que atacan directamente a microorganismos intracelulares y sus toxinas. Determinadas células del sistema inmunitario liberan

toxinas para matar a los invasores sin la intervención de anticuerpos (Barraza, S. 2014).

En cuanto a su función la inmunidad puede ser activa o pasiva. Siendo la inmunidad activa la protección producida por el propio sistema inmunológico de los animales y generalmente es permanente; en cuanto a la inmunidad pasiva se refiere a la resistencia hacia un agente infeccioso, como resultado de la transferencia de anticuerpos de un animal previamente inmunizado, es decir anticuerpos preformados (Tizard, I. 2009) a un animal no protegido, siendo este el caso de una vaca que transfiere anticuerpos de forma natural a su ternera a través del calostro; el cual debe brindarse a la cría en las primeras 24 horas de vida, ya que, el cese de absorción intestinal de anticuerpos ocurre de 24 a 36 horas después del nacimiento (Outteridge, 1989).

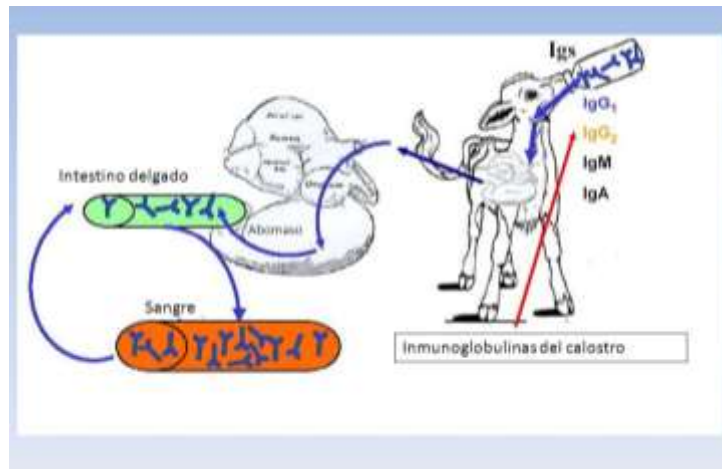


Figura 4. Proceso digestivo del calostro (Carro, J. 2015).

4.5 Calostro

Es la primera secreción láctea de la glándula mamaria, después del parto, esta secreción es más rica en sólidos, proteínas, vitaminas y minerales que la leche, es rica en inmunoglobulinas, las cuales aportarán la protección que las terneras requieren en las primeras semanas de vida, y favorecerán el desarrollo de tracto gastrointestinal y otros sistemas, los cuales determinarán la productividad y estatus

sanitario del animal (Muñoz, A. 2018). Diversos estudios han demostrado que la inmunoglobulina G (IgG) es transferida a la secreción mamaria durante la formación del calostro mediante un proceso llamado transcitosis (Pinos, M. 2015) esto se atribuye al tipo de placentación que poseen los rumiantes (sindesmocorial) y por lo tanto se requiere una transferencia a la cría después del nacimiento (Outteridge, P. 1989).

La producción de calostro se efectúa lentamente durante las últimas 5 semanas de periodo seco. Cuando se da el parto, las inmunoglobulinas almacenadas en la glándula mamaria se diluyen y la concentración de estas en la ubre descende en un 33% en las primeras 6 horas del amamantamiento y prácticamente el 66% restante desaparece a las 24 horas posteriores al parto, alcanza sus niveles máximos 3 semanas más tarde (Beltrán, L. 2011).

La ternera recién nacida tiene una gran capacidad de absorción y puede utilizar grandes volúmenes de calostro sin problema. En una ternera de dos días de edad los nutrientes del calostro tienen una gran digestibilidad del 92 – 96%. Las terneras alimentadas con calostro tienen menor mortalidad y un crecimiento mayor, esto se debe a la mayor cantidad de nutrientes que contiene el calostro, mayor proteína y de mejor calidad y alto contenido de vitaminas. Otro de los factores importantes del calostro es que ayuda a proteger contra infecciones que alteren al tracto intestinal, gracias a su efecto inhibitorio sobre los microorganismos intestinales (Beltrán, L. 2011).

Es importante que las terneras reciban un total de calostro que represente entre el 8-10% de su peso corporal. En un periodo comprendido entre 0 y 12 horas de nacidas, la mitad deberá ser consumida en las primeras 2 a 4 horas de nacidas (Beltrán, L. 2011).

Según un estudio realizado por Oyeyini & Hunter en 1978, se obtiene calostro de mejor calidad en aquellas vacas que han tenido múltiples partos y que no sean altamente productoras en el primer ordeño después del parto. El calostro producido

por animales de primer parto (novillas) generalmente tiene una concentración menor de inmunoglobulinas que el producido por vacas con mayor número de partos. Una razón es que las novillas han sido expuestas a antígenos por menor tiempo que vacas con más lactancias. El mecanismo de transporte de IgG hacia la glándula mamaria puede también estar menos desarrollado que en el de vacas adultas. Diversos estudios han demostrado que la concentración de inmunoglobulinas en el calostro aumenta linealmente con el número de lactancias hasta llegar a la cuarta lactancia, momento en el cuál se estabiliza (Elizondo J. , 2016).

En cuanto a su producción se ha demostrado que aquellas vacas que han producido baja cantidad de calostro han obtenido las mejores densidades debido a que la concentración de inmunoglobulinas es más alta, sin embargo en aquellas que producen grandes volúmenes, las inmunoglobulinas se encuentran más diluidas (Fortín, A. & Perdomo, J. 2009) debido a que, el volumen de calostro producido al primer ordeño después del parto influye significativamente sobre la concentración de IgG, ya que grandes volúmenes de calostro diluyen las IgG acumuladas en la glándula mamaria. Por lo tanto, la concentración de inmunoglobulinas es más alta en el calostro del primer ordeño después del parto y disminuye en los ordeños subsiguientes. (Elizondo J. , 2016).

La composición del calostro varía ampliamente debido a una gran cantidad de factores que incluyen; la historia clínica de la vaca, el volumen producido, la época del año, la nutrición de la vaca en el periodo seco y la raza(Fortín, A. & Perdomo, J. 2009).

En el calostro existen tres tipos de Inmunoglobulinas (Ig): IgG, IgM, e IgA; de la IgG existen dos isotipos: IgG1 e IgG2. (Las IgG1 son ricas en anticuerpos contra proteínas tales como las toxinas producidas por las bacterias, así como anticuerpos contra proteínas virales. En contraste, los anticuerpos contra el revestimiento

(cápsula) de polisacáridos (azúcares complejos) de algunas bacterias que causan enfermedades son predominantemente las IgG2.

Las inmunoglobulinas trabajan juntas para proveer a la ternera inmunidad pasiva. El calostro contiene entre 70% y 80% de IgG, entre 10% y 15% IgM y entre 10% y 15% IgA. La mayoría de las IgG en el calostro bovino proviene de la sangre. Las IgM e IgA son sintetizadas por los plasmocitos en la glándula mamaria.

El rol primario de la IgG es el de identificar y ayudar a destruir patógenos invasores. Debido a que es de menor tamaño que las otras inmunoglobulinas, se puede mover fuera de la corriente sanguínea hacia otras partes del cuerpo donde puede ayudar a identificar patógenos. Las IgM son los anticuerpos que sirven como la primera línea de defensa en casos de septicemia; son moléculas largas que permanecen en la sangre y protegen al animal de invasiones bacterianas. Las IgA protegen las superficies de mucosas como la del intestino. Se adhieren al revestimiento intestinal y evitan que los patógenos se adhieran y causen enfermedades (Fortín, A. & Perdomo, J. 2009).

Durante los últimos días de gestación, grandes cantidades de IgG1 y menores cantidades de IgG2, son transferidas de la glándula mamaria al calostro. Sin embargo, muchos factores influyen sobre la concentración de inmunoglobulinas en el calostro de vacas lecheras. Siendo uno de los factores de variación el relacionado con la longitud del periodo seco. Si el periodo seco es muy corto (menor a 3 semanas), no habrá tiempo suficiente para acumular inmunoglobulinas en la glándula mamaria (Elizondo J. , 2016).

4.6 Composición del calostro

Según la tabla tomada de Davis & Drackeley, el calostro tiene la siguiente composición química:

Variable	Calostro (ordeño post-parto)			Leche
	1	2	3	
Gravedad específica	1,056	1,045	1,035	1,032
Sólidos totales, %	23,9	17,9	14,1	12,5
Grasa, %	6,7	5,4	3,9	3,6
Sólidos no grasos, %	16,7	12,2	9,8	8,6
Proteína total, %	14,0	8,4	5,1	3,2
Caseína, %	4,8	4,3	3,8	2,5
Albúmina, %	0,9	1,1	0,9	0,5
Inmunoglobulinas, %	6,0	4,2	2,4	0,09
IgG, g/dl	3,2	2,5	1,5	0,06
Nitrógeno no prot., %	8,0	7,0	8,3	4,9
Lactosa, %	2,7	3,9	4,4	4,9
Calcio, %	0,26	0,15	0,15	0,13
Potasio, %	0,14	0,13	0,14	0,15
Sodio, %	0,14	0,13	0,14	0,15
Vit A, µg/dl	295	190	113	34
Vit E, µg/g de grasa	84	76	56	15
Riboflavina, µg/ml	4,83	2,71	1,85	1,47
Colina, mg/ml	0,70	0,34	0,23	0,13

Cuadro 1. Composición química del calostro (Davis & Drackeley., 1998).

La grasa es importante en el suministro de energía y en la homeostasis de glucosa, es crítica para la termorregulación. En cuanto a las proteínas; su importancia radica en que es esencial para la síntesis de proteínas y la gluconeogénesis, así mismo las inmunoglobulinas ayudan a desarrollar el sistema inmune. La lactosa por su parte, se encuentra en niveles bajos en el calostro. Por otro lado, las vitaminas y minerales se encuentran en suficientes niveles, pero la concentración va a variar dependiendo de la dieta, por lo cual es importante suplementar una dieta adecuada en vacas en periodo seco para evitar deficiencias (Ramírez, W. s.f.).

4.7 Transferencia de inmunidad pasiva en terneras

Cuando la ternera tiene 24 horas de nacida, incontable número de inmunoglobulinas pueden atravesar las paredes del intestino. Las inmunoglobulinas consumidas después de haberse cerrado el intestino no pueden alcanzar el torrente sanguíneo, pero aún pueden ayudar a combatir agentes infecciosos dentro del intestino.

El alcance de la inmunidad pasiva se decide en las primeras horas de vida de la ternera, por las siguientes razones:

- a) El mayor número de inmunoglobulinas es secretado en el primer ordeño. El contenido de inmunoglobulinas en los ordeños posteriores desciende de manera rápida. La secreción láctea obtenida en el segundo ordeño contiene únicamente el 50% de las inmunoglobulinas en comparación al primero ordeño. Al tercer día después del primer ordeño, la composición de la secreción de la glándula mamaria, es casi igual que de la leche (cada 100 gramos de leche contiene: 88 gramos de agua, 61 Kcal de energía, 3.2 gramos de proteína, 3.4 gramos de grasa, 4.7 gramos de lactosa, 0.72 gramos de minerales) (Wattiaux, M. 2017).
- b) Primeramente, el abomaso produce sólo las enzimas pepsina y renina que se encargan de la hidrólisis de proteínas (Swenson, M. & Reece, W. 1994). Aproximadamente 6 horas después del nacimiento inicia la producción de ácido clorhídrico el cual llevará a cabo la precipitación de las inmunoglobulinas de la leche calostrual, lo que lleva a una pérdida en su efecto.
- c) Es sólo durante las primeras 6 a 8 horas (máximo 12 horas) de vida que la mucosa intestinal es capaz de permitir el paso de los relativamente grandes cuerpos proteínicos de las inmunoglobulinas a través de la pared celular y las fisuras celulares del villi intestinal sin romperlas.

- d) Adicionalmente, el calostro contiene una sustancia (factor inhibidor de la tripsina) que retrasa el rompimiento enzimático de las inmunoglobulinas en el intestino. Es debido a estas características que los anticuerpos pueden pasar a los vasos linfáticos y sanguíneos de la ternera intactos y crean inmunidad pasiva. Posteriormente, dicho pasaje no es posible y las inmunoglobulinas son digeridas como proteína normal y sirven únicamente como fuente proteica para la ternera (Beltrán, L. 2011).

4.8 Importancia médica y comercial de la Transferencia de Inmunidad Pasiva (TIP)

4.8.1 Importancia médica

Una falla en la transferencia de inmunidad pasiva en las terneras, la cual podrá observarse en una baja concentración de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo, se verá reflejada en los problemas siguientes:

- a) Aumento en la incidencia de enfermedades.
- b) Aumento en la incidencia de muertes.
- c) Crecimiento y desarrollo ineficiente del animal.
- d) Mala producción en su vida adulta (Cáseres, B. & Elizondo, J. 2013).

Fisiológicamente el intestino delgado de la ternera recién nacida tiene la capacidad de absorber moléculas grandes intactas, como inmunoglobulinas y otras proteínas, solamente durante las primeras 24 horas de vida, transcurrido este tiempo, se da lo que se conoce como el cierre intestinal. La absorción de suficientes inmunoglobulinas que provean a la ternera de inmunidad pasiva debe ocurrir antes del cierre intestinal. Por esta razón, alcanzar un consumo temprano adecuado de un calostro de alta calidad, es un factor que determina la salud y sobrevivencia de las terneras (Elizondo J. , 2016).

El calostro contiene más de 10^6 inmunocélulas maternas viables por mililitro, incluyendo linfocitos T y B, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol. Estos factores de crecimiento y hormonas juegan un papel importante en la estimulación del desarrollo del tracto gastrointestinal y otros sistemas en la ternera recién nacida (Elizondo J. , 2016).

Aunque otras clases de inmunoglobulinas tiene roles fisiológicos importantes, la predominante cantidad de IgG hace que la medida de concentración de IgG totales o IgG1 en el suero sanguíneo sea un indicativo adecuado de la transferencia de inmunidad pasiva y se ha demostrado que la concentración de IgG en la sangre de terneras está claramente relacionada con la sobrevivencia y salud de las mismas (Elizondo J. , 2016).

4.8.2 Importancia económica de la transferencia de inmunidad pasiva

Al hacerse presentes los problemas anteriormente mencionados, se tiene en cuenta, que son factores que afectan de forma negativa la economía del productor, ya sea por el tratamiento que debe de brindarse a aquellas terneras que presenten enfermedades del tracto gastrointestinal o respiratorio, por la alta tasa de mortalidad que dichas enfermedades pueden ocasionar, o por el bajo desarrollo en las terneras afectando a largo plazo la producción de estas en su adultez (Muñoz, A., 2018).

Aquellas terneras que no se alimenten con calostro, o que sean alimentadas con calostro de mala calidad tienen 74 veces más probabilidades de morir en las primeras 3 semanas de vida ya que son incapaces de responder adecuadamente a los agentes patógenos externos a los que son expuestas, es por esta razón, que como se ha mencionado antes, suministrar un volumen de calostro adecuado y de buena calidad va a determinar la salud y sobrevivencia de las terneras, siendo esto determinante para alcanzar un desarrollo y crecimiento adecuado, estas nacen con un potencial genético predeterminado,

que puede verse afectado por malos manejos y condiciones ambientales adversas (Muñoz, A., 2018).

4.9 Principales enfermedades relacionadas con la falla de transferencia de inmunidad pasiva

Un estudio realizado por Troya & Córdova en 2009 concluyó que las principales enfermedades en los neonatos que han presentado fallas en la transferencia de inmunidad pasiva son las de tipo gastrointestinal y las de tipo respiratorio. La diarrea predomina como factor en las enfermedades de tipo gastrointestinal y la neumonía como factor en las enfermedades de tipo respiratorio.

Es común que se presente enfermedades entéricas en la primera semana de vida, mientras que las enfermedades respiratorias se hacen latentes hasta la cuarta semana; por su parte las muertes post destete pueden atribuirse a enfermedades respiratorias (Muñoz, A., 2018).

Las bajas ganancias de peso generadas por diarreas severas son responsables de las mayores tasas de mortalidad, a largo plazo, las hembras de cría no desarrollan su potencial productivo, ya que el bajo consumo de inmunoglobulinas se ha asociado con la baja producción láctea durante la primera y segunda lactancia (Muñoz, A., 2018).

Aquellas infecciones que se generan en la primera infancia de la ternera pueden llegar a dejar secuelas de tipo nervioso, a nivel del sistema nervioso central, afectando los comportamientos de alimentación y la capacidad de respuesta al estrés (Muñoz, A., 2018).

4.10 Medición del estado de transferencia de inmunidad pasiva

Se han desarrollado diferentes formas de medir el estado de la transferencia de inmunidad pasiva en las terneras. La inmunodifusión radial y las pruebas ELISA, son los únicos análisis que miden directamente la concentración de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo (Elizondo & Rodríguez, 2013). Sin

embargo, estas metodologías son costosas, requieren de equipos especializados y el mayor inconveniente es que evalúan el estado de transferencia pasiva después de haber transcurrido el tiempo crucial para que la cría se pueda beneficiar de tratamientos profilácticos. Por su parte, la medición de proteínas séricas totales (PST), por medio de un refractómetro clínico manual, considerando que existe una correlación significativa con los niveles de inmunoglobulinas séricas en suero sanguíneo, lo que significa que a mayor concentración de inmunoglobulinas en suero, mayor concentración de proteínas séricas totales y viceversa, es la prueba más simple y rápida como indicador de una adecuada transferencia de inmunidad pasiva, pero no existen datos significativos disponibles de sensibilidad y especificidad, imposibilitando considerar al refractómetro como prueba de uso clínico rutinario (Flodr, Wheeler, Krüger, Olazábal, & Rosario, 2012). Algunos investigadores indican que esta medida es adecuada para monitoreo del hato y provee una medida razonable del estado de transferencia de inmunidad pasiva (Elizondo, J. & Rodríguez, J. 2013).

El refractómetro clínico manual presenta una escala de medición de 0 a 12 g/dL por lo que algunos estudios han establecido que las terneras presentan una falla en la adquisición de inmunidad pasiva cuando la concentración de proteínas séricas totales es menor de 5.2 g/dL. Salas & Quesada en 2012, determinaron fallas en la transferencia de inmunidad pasiva cuando la concentración de proteínas séricas totales en el suero sanguíneo fue menor a 5.5 g/dL, mientras que Donovan, Dohoo, Montgomery, & Bennet, en 1998, estimaron que 5.2 g/dL es un nivel crítico para determinar fallas en la transferencia de inmunidad pasiva, independiente a las concentraciones séricas de inmunoglobulinas halladas por los diferentes investigadores (Muñoz, A., 2018).

4.11 Técnica de toma y procesamiento de muestra sanguínea

4.11.1 Toma de muestra sanguínea

Se coloca a la ternera en decúbito lateral ya sea derecho o izquierdo, procurando inmovilizar sus miembros pélvicos y torácicos, posteriormente se realiza limpieza con algodón y alcohol en el área donde se localiza la vena yugular, se prepara el tubo sin anticoagulante y un capuchón con aguja vacutainer, se procede a introducir la aguja en la vena yugular y luego se introduce el tubo al otro extremo de la aguja; para que, mediante el vacío del tubo la sangre sea succionada y se deposite en el mismo, se recolecta una muestra de 3ml.

Se procede a identificar el tubo con el número de registro de la ternera y se coloca en una superficie o recipiente, procurando que quede a una inclinación de 45°, hasta finalizar con la toma de muestra de las demás terneras.

Trasladar las muestras al laboratorio para procesarlas.

4.11.2 Procesamiento de la muestra

La muestra de sangre se colocada en la centrifuga durante 10 minutos a una velocidad de 1500 rpm. Cuando ha transcurrido el tiempo, la muestra se extrae de la centrifuga y se procede a realizar la lectura de la misma, mediante la técnica descrita en el inciso 4.12.

4.12 Medición de proteínas séricas totales mediante uso del refractómetro clínico

Un método simple y de bajo costo para determinar las proteínas séricas totales presentes en el suero sanguíneo, en la primera semana del nacimiento de la ternera es el método del refractómetro. La concentración de proteína total en el suero se correlaciona bien con la concentración de inmunoglobulina en suero, esto porque la mayoría de las proteínas transferidas a la ternera por medio del calostro son inmunoglobulinas.

La concentración total de proteína en el suero puede determinarse usando un refractómetro clínico. Este dispositivo mide la cantidad de luz que se refracta a medida que pasa a través de una muestra de suero. Cuanto mayor sea la concentración de proteína, más refracción de la luz se produce.

4.12.1 Procedimiento de medición de proteínas séricas totales mediante el refractómetro clínico

Pasos fundamentales

1. Se coloca 1 o 2 gotas de la muestra sobre el prisma.
2. Se cierra la lámina que impide la entrada de luz, suavemente.
3. La muestra debe extenderse sobre la superficie del prisma.
4. Se dirige el refractómetro hacia una fuente de luz.
5. Se observa la escala a través del lente.
6. La lectura de la escala es en línea de frontera.
7. Es necesario registrar el valor de la proteína total en gramos / dL
8. Se seca y limpia la muestra del prisma con un papel absorbente y agua.

Ver ilustraciones en anexos (Rodríguez, Colla, Ginés, Osorio, & Schröeder, 2018).

4.13 Investigaciones relacionadas

Se han realizado algunos estudios anteriores relacionados con el tema en cuestión; como el realizado en el año 2009, por Fortín & Perdomo, en el cual ellos concluyeron que la mayor concentración de IgG se obtuvo en vacas de tres partos, y las mejores densidades en vacas de dos y tres partos, y que se obtiene mayor ganancia de peso en terneros que ingieren calostro con mayor concentración de IgG, siendo este el de las vacas con tres partos, y que, con base a la concentración de IgG y la densidad el mejor calostro para suministrar a los terneros es el calostro proveniente de vacas de tercer parto.

También cabe mencionar el estudio realizado en 2013 por Cáseres & Elizondo, en el cual determinaron el estado inmunológico de becerras y becerros, en una finca de explotación bufalina, en dicho estudio realizaron medición de proteínas séricas totales, observando así que aquellos becerros que presentaron una transferencia de inmunidad pasiva adecuada lograron mayor peso vivo durante el segundo y tercer mes de edad con respecto a aquellos machos que tuvieron una falla en la transferencia de inmunidad pasiva.

Por su parte, en el estudio realizado por Elizondo & Rodríguez en 2013, concluyen que las terneras que consumieron calostro mediante amamantamiento y nacidas de madres de 4 ó más partos presentaron menores porcentajes de inmunidad pasiva inadecuada, en tanto que terneras que consumieron calostro por medio biberón y nacidas de vacas primerizas y de segundo parto, presentaron concentraciones adecuadas de proteínas séricas totales. Así mismo recomiendan que los productores no deben asumir que cuando las terneras permanecen con la madre, después del nacimiento, alcanzarán una adecuada inmunidad pasiva, ya que se desconoce la cantidad real, la concentración de inmunoglobulinas del calostro que consumen, y el tiempo transcurrido entre el nacimiento y el consumo de calostro.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos humanos

- 1 Estudiante investigadora
- 2 Trabajadores de campo de la finca
- 2 Profesionales asesores

5.1.2 De campo

- 65 Tubos Vacutainer® sin anticoagulante
- 65 Agujas para punción venosa Vacutainer® calibre 22
- 1 libra de algodón
- 1 litro de alcohol
- 100 Guantes de látex
- 1 Hielera
- 1 Libreta de apuntes
- 1 Bolígrafo

5.1.3 Biológicos

- 65 muestras de sangre de terneras raza Jersey de 24 a 48 horas de nacidas alimentadas con calostro de vacas primíparas o multíparas.

5.1.4 De laboratorio

- 1 Centrifuga 1500 rpm

1 Refractómetro clínico manual
65 Pipetas desechables de 1 ml
100 Guantes de látex
1 rollo de hojas de papel absorbente
1 Libreta de apuntes
1 Bolígrafo

5.1.5 De gabinete

4 Fichas de registro
1 Computadora
1 Base de datos de los resultados de las concentraciones de proteínas séricas totales de 65 terneras, generada por la autora de esta tesis.

5.2 Metodología

5.2.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en una finca lechera ubicada en el municipio de Tecpán, departamento de Chimaltenango. Se encuentra ubicada en el kilómetro 83 de la carretera interamericana, a una latitud de 14°43'58" N y una longitud de 90°58'04" W.

Predomina el clima frío con una temperatura media máxima anual de 20.4°C, temperatura media anual de 15°C y temperatura media mínima de 9.8°C. Su precipitación promedio anual es de 1295mm, y se encuentra a una altitud media de 2086 m s.n.m.

5.2.2 Procedimiento de campo

5.2.2.1 Manejo de la ternera recién nacida

El muestreo se llevó a cabo en terneras de 24 y 48 horas de nacidas, cuyo nacimiento se dio durante los meses de agosto a diciembre de 2018. El manejo brindado a las terneras previo a la toma de muestra para la medición de proteínas séricas totales consistió en realizar el pesaje de la ternera inmediatamente después del nacimiento, desinfección de ombligo, identificación mediante tatuaje y arete y alimentación de la misma.

5.2.2.2 Selección de calostro

Para ello se procedió a coleccionar el calostro de la madre y evaluar la calidad del mismo con la ayuda de un calostrometro, para lo cual se colocaron 250 ml de calostro en una probeta, se esperó a que el calostro alcanzará una temperatura de 22°C y posteriormente se introdujo el calostrometro, el cual posee una escala de medición de 0 a 150 g/L de inmunoglobulinas y colorimetría descrita en el cuadro 3, en donde los calostros que presentaron densidad igual o mayor que 50 g/L fueron considerados calostros de buena calidad y seleccionados para alimentar a las terneras, ofreciéndoles 2 litros de calostro durante las primeras horas post nacimiento.

5.2.2.3 Toma de muestras

Se colocó a la ternera en decúbito lateral inmovilizando sus extremidades, posteriormente se desinfectó con algodón y alcohol la tabla del cuello a nivel de la vena yugular, se procedió a realizar la punción en la misma con la ayuda de una aguja vacutainer para punción venosa calibre 22, la cual se colocó previamente en un capuchón en el cual se introdujo un tubo vacutainer sin anticoagulante para recolectar 3ml de muestra sanguínea.

Una vez se colectó la muestra se identificó el tubo con el número correspondiente de la ternera muestreada y se colocó a 45° dentro de una hielera para su transporte al laboratorio.

5.2.2.4 Procedimiento de laboratorio

Las muestras fueron procesadas dentro del laboratorio perteneciente a la finca lechera y se realizó de la siguiente manera.

Primero se colocó la muestra dentro de la centrifuga y se centrifugó a 1500 revoluciones por minuto (rpm), durante 10 minutos. Una vez se obtuvo la separación de los componentes de la sangre, se colocó una gota de suero sanguíneo en el prisma del refractómetro clínico manual y se procedió a colocar la tapa del mismo sobre la gota, por último se dirigió el prisma hacia una fuente de luz y se realizó la lectura mediante el ocular.

Los resultados fueron anotados en una ficha de registro manual e ingresados a la base de datos.

5.2.3 Descripción del estudio

Se trata de un estudio cuasi experimental, en el que se compararon las concentraciones de proteínas séricas totales en terneras según el número de partos de la madre, el cual consistió en el análisis de muestras de sangre de 65 terneras raza Jersey, con edades comprendidas entre 24 y 48 horas de nacidas.

La unidad de análisis fue el dato de cada una de las terneras estudiadas, la variable independiente, el calostro proveniente de vacas primíparas o multíparas (2 a 8 partos); y la variable dependiente, la concentración de proteínas séricas totales detectadas mediante refractometría.

5.2.3.1 Manejo del estudio

a) Selección de los individuos de estudio

Los individuos seleccionados para dicho estudio fueron un grupo de 65 terneras raza Jersey, alimentadas con calostro, con edad de 24 a 48 horas de nacidas, haciendo la separación según el número de lactancias de la madre (primíparas y multíparas: de dos a ocho partos).

b) Análisis de resultados

Se realizó una base de datos, con la cual se hizo una comparación de la concentración de proteínas séricas totales entre dos grupos. Terneras alimentadas con calostro de vacas primíparas versus terneras alimentadas con calostro de vacas multíparas (de dos a ocho partos), a un nivel de confianza del 95%, los datos fueron comparados con la prueba de Kruskal Wallis, con la ayuda del paquete estadístico InfoStat.

Los resultados obtenidos durante el estudio fueron consignados y ordenados en tablas y presentados en gráficas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación de la concentración de proteínas séricas totales de las terneras alimentadas con calostro de vacas primíparas o multíparas se hizo posible mediante la técnica de refractometría, para lo cual no hubo dificultad haciendo uso del refractómetro clínico manual, esta técnica permite la determinación de una buena o mala transferencia de inmunidad pasiva en las terneras, a nivel de campo (Elizondo & Rodríguez, 2013).

De un total de 65 terneras evaluadas, 15 fueron alimentadas con calostro de vacas primíparas y 50 alimentadas con calostro de vacas multíparas, la concentración de proteínas séricas totales osciló entre 4.8 y 6.2 g/dL en promedio por parto, dando como promedio general de la concentración de proteínas séricas totales en las terneras evaluadas 5.3 g/dL, con un coeficiente de variación de 20.16%, tratándose entonces de un grupo heterogéneo. Considerando que una falla en la transferencia de inmunidad pasiva se da con valores de concentración de proteínas séricas totales por debajo de 5.2 g/dL, 24 (36.9%) de las 65 terneras evaluadas mostraron deficiencia en la transferencia de inmunidad pasiva.

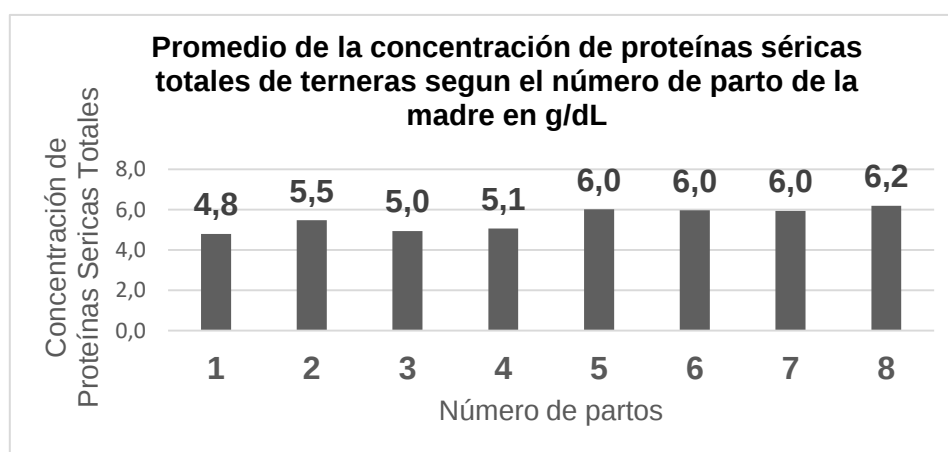
En un estudio realizado por Elizondo & Alfaro en 2013, cita que en Estados Unidos, se ha reportado que alrededor de un 35% de las terneras de lechería sufren de falla en la transferencia de inmunidad pasiva, lo que se convierte en un factor económico negativo importante para los productores. En este estudio la distribución del 36.9% de terneras con falla en la transferencia de inmunidad pasiva se hace más evidente en aquellas que fueron alimentadas con calostro de vacas de uno, tres y cuatro partos, siendo el 12.3% de ellas alimentadas con calostro de vacas primíparas, 9.23% con calostro de vacas de dos partos, 9.23% con calostro de vacas de tres partos, 4.61% con calostro de vacas de cuatro partos y 1.53% con calostro de vacas de seis partos, (Cuadro 2).

En el presente estudio no hay indicios claros que permitan inferir el porqué de ello, ya que no se evaluaron otras variables de estudio como manejo en el

periodo de transición, manejo durante el parto, mediciones del tiempo nacimiento-calostro de la ternera, etc. Sin embargo hay estudios que indican que los factores comunes que afectan el éxito o el fracaso de la transferencia de inmunidad pasiva son, básicamente, el periodo del tiempo que transcurre entre el nacimiento y el suministro de calostro, así como la concentración de inmunoglobulinas en el calostro y la cantidad de calostro consumido (Elizondo & Alfaro, 2013).

También cabe resaltar que el manejo brindado a las vacas durante el periodo de transición, el tiempo de exposición de las vacas a antígenos, el desarrollo del mecanismo de transporte de inmunoglobulinas a la glándula mamaria y mayor desarrollo de la glándula mamaria son factores que afectan directamente sobre el contenido de inmunoglobulinas en el calostro (Pinos, M. 2015).

Por lo tanto para asegurar el éxito en la transferencia de inmunidad pasiva, Elizondo & Alfaro 2013, recomiendan tener en cuenta tres factores indispensables: 1) ofrecer una toma oportuna de calostro durante las primeras horas de vida, tomando en cuenta que el cese de absorción de moléculas grandes, como las inmunoglobulinas, dura únicamente 24 horas después del nacimiento; 2) suministrar una cantidad adecuada de inmunoglobulinas, lo cual depende del volumen de calostro consumido y la concentración de inmunoglobulinas en el mismo y 3) la eficiencia de la absorción de inmunoglobulinas a nivel intestinal.



Cuadro 2. (Elaboración propia) Concentración de proteínas séricas totales (g/dL) promedio, en 65 terneras raza Jersey, con edades entre 24-48 horas de nacidas provenientes de vacas primíparas o multíparas de una lechería especializada de Tecpán, Guatemala.

Al realizar la comparación de los resultados de las concentraciones de proteínas séricas totales entre ambos grupos mediante la prueba de Kruskal Wallis (InfoStat), a un nivel de confianza del 5%, se concluye que no existe diferencia significativa entre los grupos evaluados ($H_{cal}: 12.05 < H_{tab}: 14.067$, es decir una $p=0.0966 > 0.05$), sin embargo la inexistencia de diferencia entre ambos grupos evaluados no es sinónimo de buena transferencia de inmunidad pasiva en las terneras pertenecientes al presente estudio, a pesar de que el calostro brindado fuera de buena calidad, debido a que fue sometido a criterio de selección, el cual consistió en evaluar la densidad mediante un calostrometro y únicamente se ofreció calostro de buena calidad (≥ 50 g/L de inmunoglobulinas) no importando si provenía de vacas de primer parto.

Diversos estudios indican que el número de partos de la madre está relacionado con el contenido de inmunoglobulinas en el calostro, en donde han mostrado que los mejores calostros son obtenidos de vacas multíparas (Oyeniyi & Hunter, 1978), debido a que las vacas de primer parto se han visto expuestas a patógenos por menor tiempo (Elizondo J. , 2016), además que el mecanismo de transporte de inmunoglobulinas hacia la glándula mamaria está menos desarrollado en ellas que en una vaca multípara (Pinos, M. 2015).

En el presente estudio, todos los calostros brindados fueron de buena calidad a pesar de provenir de vacas de primer parto, por esta razón lo ideal es medir la calidad del calostro por medio de un calostrometro, antes de ser ofrecido a las terneras, para asegurar una concentración adecuada de inmunoglobulinas en el calostro y disminuir el riesgo de fallas en la transferencia de inmunidad pasiva (Elizondo & Alfaro, 2013).

Sin embargo, debido a los resultados obtenidos en la presente investigación, cabe la posibilidad de la presencia de fallas tanto extrínsecas como intrínsecas en las terneras; ya que cada una de ellas es un individuo que se comporta inmunológicamente diferente.

Dentro de las fallas extrínsecas están los factores comunes que afectan el éxito o el fracaso de la transferencia de inmunidad pasiva, citados por Elizondo & Alfaro, 2013, y dentro de los factores intrínsecos cabe mencionar, la producción de ácido clorhídrico que se da aproximadamente 6 horas después del nacimiento de la ternera, el cual llevará a cabo la precipitación de las inmunoglobulinas del calostro, lo cual produce una pérdida en su efecto; el paso de grandes cuerpos proteínicos de las inmunoglobulinas a través de la pared celular y las fisuras celulares del villi intestinal sin ser rotas se da sólo durante las primeras 12 horas de vida, proceso que se ve favorecido gracias al factor inhibidor de la tripsina que contiene el calostro (Beltrán, L. 2011).

El cierre intestinal se da por completo transcurridas las primeras 24 horas de vida de la ternera, impidiendo así, en su totalidad el paso de inmunoglobulinas. Por esta razón, alcanzar un consumo temprano adecuado, tanto en volumen, como calidad del calostro, es un factor que determina la salud y sobrevivencia de las terneras (Elizondo J. , 2016).

VII. CONCLUSIONES

- De un total de 15 terneras alimentadas con calostro de vacas primíparas se obtuvo un promedio de 4.8 g/dL de proteínas séricas totales.
- De un total de 50 terneras alimentadas con calostro de vacas multíparas se obtuvo un promedio de 5.5 g/dL de proteínas séricas totales.
- De la comparación estadística de los resultados obtenidos de la concentración de proteínas séricas totales entre ambos grupos mediante la prueba de Kruskal Wallis se obtuvo una $p=0.0966$ aprobando la hipótesis nula.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda replicar el presente estudio incluyendo las variables manejo, planes profilácticos y alimentación del periodo de transición en la vaca preparto, independientemente de si es primípara o multípara, a fin de establecer si existe un efecto de estos sobre la transferencia de inmunidad pasiva.
- Se recomienda realizar estudios posteriores en los que se tomen en cuenta otros criterios de inclusión o selección como la calidad del calostro, cantidad de calostro brindado y tiempo de administración de calostro después del nacimiento de las terneras.
- Se recomienda replicar el presente estudio en otras lecherías, independientemente de si son especializadas o no; tomado en cuenta los diferentes esquemas de manejo que existen en los establecimientos.

IX. RESUMEN

El objeto de esta investigación fue la comparación de transferencia pasiva de inmunidad, midiendo las proteínas séricas totales utilizando refractómetro clínico a nivel de campo en terneras alimentadas con calostro de vacas primíparas o multíparas, en una lechería especializada del altiplano occidental guatemalteco, durante agosto a diciembre de 2018.

La variable independiente fue el calostro proveniente de vacas primíparas o multíparas y la dependiente la concentración de proteínas séricas totales en terneras, la población estuvo constituida por un total de 65 terneras raza Jersey con 24 a 48 horas de nacidas.

Para el análisis estadístico de resultados se empleó la prueba Kruskal Wallis, a un nivel de confianza del 5%, en el programa InfoStat. No se encontró diferencia significativa entre los resultados ($p=0.0966$). La no diferencia estadística entre los resultados puede atribuirse a que el calostro brindado fue sometido a criterio de selección, el cual consistió en evaluar la densidad y únicamente se ofreció calostro de buena calidad (≥ 50 g/L de inmunoglobulinas) a pesar de provenir de vacas de primer parto.

Sin embargo el 36.9% de las terneras mostraron deficiencia en la transferencia de inmunidad pasiva, esta distribución de valores fue más evidente en terneras alimentadas con calostro de vacas de uno, tres y cuatro partos, por ello se recomienda replicar el presente estudio incluyendo las variables manejo, planes profilácticos, alimentación del periodo de transición en vaca preparto, además de tomar en cuenta otros criterios de inclusión o selección como, cantidad de calostro brindado y tiempo de administración del mismo después del nacimiento de las terneras.

SUMMARY

The purpose of this investigation was to compare passive immunity transfer, measuring total serum proteins using field-level clinical refractometer in calves fed with colostrum of primiparous or multiparous cows, in a specialized dairy of the Guatemalan western highlands, between August and December of 2018.

The independent variable was colostrum from primiparous or multiparous cows and the dependent variable was the concentration of total serum proteins in calves. The population consisted of a total of 65 Jersey breed calves with 24 to 48 hours of birth.

For the statistical analysis of results, the Kruskal Wallis test was used, at a 5% confidence level, in the InfoStat software. No significant difference was found between the results ($p = 0.0966$). The statistical non-difference between the results can be attributed to the fact that the colostrum provided was subject to selection criteria, which consisted of assessing density and only good quality colostrum (≥ 50 g / L of immunoglobulins) was offered despite coming from First-birth cows.

However, 36.9% of the calves showed deficiency in the transfer of passive immunity, this distribution of values was more evident in calves fed with colostrum of cows of one, three and four births, therefore it is recommended to replicate the present study including the variables management, prophylactic plans, feeding of the transition period in preparturient cow, in addition to taking into account other inclusion or selection criteria such as, amount of colostrum provided and time of administration thereof after the birth of calves.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archila, M., & Vigil, R. (2005). Inmunidad en el feto y el neonato. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Arias, N. (2016). Ontogenia del sistema inmune bovino. Estados Unidos: South Dakota State University.
- Barraza, S. (2014). *Inmunidad natural, adaptativa, pasiva y activa*. Mexicali, Baja California.
- Beltrán, L. (2011). *Inmunidad del becerro recién nacido*. (pp. 96) Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Campos, R., Carrillo, A., Loaiza, V., & Giraldo, L. (2007). *El Calostro: Herramienta para la cría de terneros*. (pp. 1-10). Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.
- Casas, M., & Canto, F. (2015). *¿Cómo evaluar la calidad del calostro y la inmunidad de las terneras?* Instituto Investigaciones Agropecuarias (INIA). INIA Remehue. Chile.
- Cáseres, B., & Elizondo, J. (2013). *Transferencia de inmunidad pasiva en becerras y becerros y su influencia en la etapa de pre-destete*. Agronomía Mesoamericana, 24(2):277-284. Universidad de Costa Rica.
- Davis, C., & Drackeley., J. K. (1998). *The development, nutrition, and management of the young calf*. Ames, Iowa, Iowa State University Press.
- Donovan, G., Dohoo, I., Montgomery, D., & Bennett, F. (1998). Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Preventive Veterinary Medicine*, 34(1), 31–46. Obtenido de
- Elizondo, J. (2016). *Importancia y manejo del calostro en ganado de leche*. Escuela Centroamericana de Ganadería. Balsa de Atenas, Costa Rica.

- Elizondo, J., & Alfaro, M. (2013). *Transferencia de inmunidad pasiva en terneros y terneras de engorde*. (pp. 48-51). Costa Rica.
- Elizondo, J., & Rodríguez, J. (2013). *Transferencia de inmunidad pasiva en terneras de lechería que reciben calostro por dos métodos diferentes*. *Nutrición Animal Tropical* 7(1): 1-13. Universidad de Costa Rica.
- Flodr, H., Wheeler, J., Krüger, P., Olazábal, J., & Rosario, R. (2012). *Pruebas de campo para evaluar la calidad del calostro en la alpaca*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 316. 23(3): 307-316. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Fortín, A., & Perdomo, J. (2009). *Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad*. Zamorano, Honduras.
- Hincapié, J. (2005). *Trastornos reproductivos de la hembra bovina*. Tegucigalpa. Honduras.
- Muñoz, A. (2018). *Transferencia de inmunidad pasiva en terneros: fallas, factores y evaluación*. REDVET.
- Outteridge, P. M. (1989). *Inmunología veterinaria*. (G. S. Fernández, Trad.) Zaragoza, España: ACRIBIA, S.A.
- Oyeniyi, O., & Hunter, A. (1978). *Calostrual constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum*. *J. Dairy Sci.*
- Parham, P., Nossal, G., Adda, G., & Sompayrac, L. (2015). *Sistema inmunitario*.
- Pinos, M. (2015). *Análisis de Parámetros sanguíneos y factores maternos que influyen sobre la calidad del calostro bovino*. (p. 168). Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.

- Rodriguez, J., Colla, C., Ginés, M., Osorio, J., & Schröder, G. (2018). *El uso del refractometro en el Laboratorio Clínico Veterinario* (1 ed.). Argentina, Santa Fe, Casilda: Editorial de la Universidad Nacional del Rosario.
- Salas, J. S., & Quesada, J. A. (2012). *Estado inmunológico de terneras y terneros de lechería en la region huetar norte de costa rica. Año I. Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 321–327. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Swenson, M. J., & Reece, W. O. (1994). *Fisiología de los animales domésticos de Dukes* (Quinta ed., Vol. 1). México: Uteha Noriega Editores.
- Tizard, I. (2009). *Inmunología veterinaria*. (Octava ed.). (C. E. Zaffaroni, Trad.) Texas: ELSEVIER SAUNDRES.
- Troya, F., & Córdova, J. (2009). *Relación de la transferencia de inmunidad pasiva en neonatos bovinos con las prácticas de manejo de madres y neonatos, en sistemas silvo pastoriles, en tres parroquias de la provincia del Carchi*. Universidad de Las Américas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Wattiaux, M. A. (2017). *Instituto Babcock*. Estados Unidos.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento de medición de proteínas séricas totales mediante el refractómetro clínico



Figura 5. Refractómetro clínico manual con tapa abierta.



Figura 6. Carga de la muestra en la cámara del refractómetro clínico manual.



Figura 7. Refractómetro clínico con tapa cerrada.



Figura 8. Lectura del valor mostrado por el refractómetro.

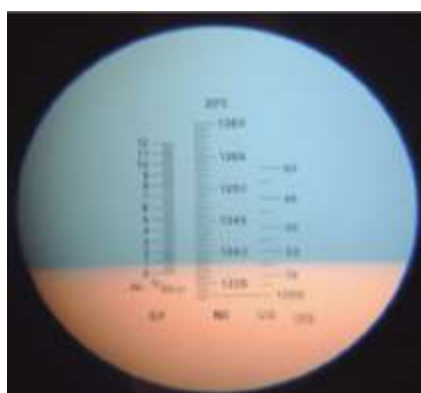


Figura 9. Escala de lectura de resultados del refractómetro clínico.

Anexo 2. Toma y procesamiento de muestras



Figura 10. Selección del individuo de estudio.



Figura 11. Posicionamiento de la ternera y limpieza de la tabla del cuello a altura de yugular.



Figura 12. Colecta de la muestra, identificación y transporte al laboratorio.



Figura 13. Centrifugación de la muestra.



Figura 14. Extracción de la muestra de la centrifuga para su análisis.



Figura 15. Preparación del equipo y las muestras para su análisis de las muestras.



Figura 16. Colocación de la muestra en el refractómetro.



Figura 17. Distribución uniforme de la muestra sobre el prisma,



Figura 18. Posicionamiento del refractómetro hacía una fuente de luz.

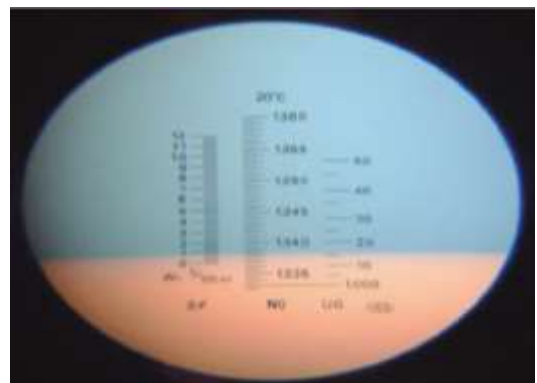


Figura 19. Lectura del resultado en la escala de medición.

Anexo 3. Formato de ficha de registro de recolección de datos.

REGISTRO TIP RECRÍA							
No.	Número ternera	Fecha nacimiento	Hora nacimiento	Fecha muestreo	Hora muestreo	Resultado g/dL	Encargado
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Transferencia de Inmunidad Pasiva (TIP)

Anexo 4. Procedimiento para determinación de calidad del calostro.

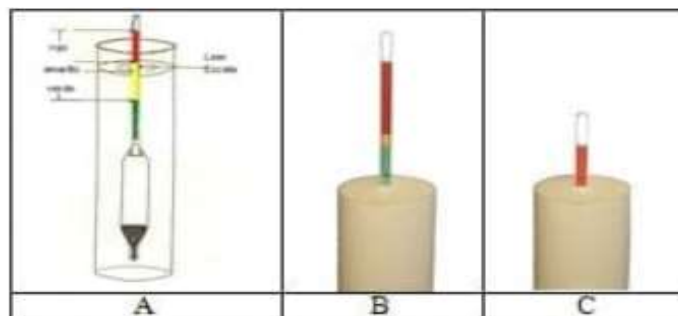


Figura 20. A) Calostrometro; B) Calostrometro flotando en verde (calostro de buena calidad); C) Calostrometro flotando en rojo (calostro de mala calidad) (Casas & Canto, 2015).

CATEGORIAS	COLOR	CONCENTRACION DE IG (g/L)
SUPERIOR	Verde	101-125
MODERADA	Amarillo	51-100
INFERIOR	Rojo	25-50

Cuadro 3. Descripción de la calidad del calostro según categoría, color y concentración de inmunoglobulinas en g/L (Casas & Canto, 2015).



Figura 21. Alimentación de la ternera con calostro de buena calidad mediante biberón.

Anexo 5. Resultado de proteínas séricas totales obtenidas.

	1er. Parto	2do. parto	3er. parto	4to. parto	5to. parto	6to. parto	7mo. parto	8vo. parto
	4,0	6,0	6,5	5,0	6,5	4,5	6,0	6,2
	5,8	5,6	4,0	4,8	5,2	8,0	5,2	6,2
	5,4	6,0	5,8	5,2	5,8	5,4	5,4	
	3,2	4,0	4,8	4,4	5,6		7,2	
	3,0	6,0	5,0	5,6	7,0			
	5,2	4,0	5,2	5,4				
	5,2	5,4	4,2					
	4,8	5,0	3,2					
	3,8	4,5	3,8					
	6,4	5,2	7,0					
	4,0	6,0						
	4,4	4,6						
	4,4	5,8						
	6,4	5,4						
	6,0	5,4						
		4,0						
		6,0						
		6,0						
		6,8						
		8,0						
$\bar{X}$	4.8	5.5	5.0	5.1	6.0	6.0	6.0	6.2

Cuadro 4. (Elaboración propia) Proteínas séricas totales de terneras en g/dL según el número de partos de la madre.

Anexo 6. Procedimiento de prueba estadística Kruskal Wallis.

Orden de datos

ORDEN	DATO	RANGO
1	3.0	1
2	3.2	2.5
3	3.2	2.5
4	3.8	4.5
5	3.8	4.5
6	4.0	6.5
7	4.0	6.5
8	4.0	8.5
9	4.0	8.5
10	4.0	8.5
11	4.0	8.5
12	4.2	12
13	4.4	14
14	4.4	14
15	4.4	14
16	4.5	16.5
17	4.5	16.5
18	4.6	18
19	4.8	20
20	4.8	20
21	4.8	20
22	5.0	23
23	5.0	23
24	5.0	23
25	5.2	28
26	5.2	28
27	5.2	28
28	5.2	28
29	5.2	28
30	5.2	28
31	5.2	28
32	5.4	35

ORDEN	DATO	RANGO
33	5.4	35
34	5.4	35
35	5.4	35
36	5.4	35
37	5.4	35
38	5.5	35
39	5.6	40
40	5.6	40
41	5.6	40
42	5.8	43.5
43	5.8	43.5
44	5.8	43.5
45	5.8	43.5
46	6.0	49.5
47	6.0	49.5
48	6.0	49.5
49	6.0	49.5
50	6.0	49.5
51	6.0	49.5
52	6.0	49.5
53	6.0	49.5
54	6.2	54.5
55	6.2	54.5
56	6.4	56.5
57	6.4	56.5
58	6.5	58.5
59	6.5	58.5
60	6.8	60
61	7.0	61.5
62	7.0	61.5
63	7.2	63
64	8.0	64.5
65	8.0	64.5

Cuadro 5. (Elaboración propia) Orden de datos y asignación de rangos.

Sustitución de datos por rangos.

No.	1er. Parto	2do. parto	3er. parto	4to. parto	5to. parto	6to. parto	7mo. parto	8vo. parto
1	8.5	49.5	58.5	23.0	58.5	16.5	49.5	54.5
2	43.5	40.0	8.5	20.0	28.0	64.5	28.0	54.5
3	35.0	49.5	43.5	28.0	43.5	35.0	35.0	
4	2.5	8.5	20.0	14.0	40.0		630	
5	1.0	49.5	23.0	40.0	615			
6	28.0	8.5	28.0	35.0				
7	28.0	35.0	12.0					
8	20.0	23.0	2.5					
9	4.5	16.5	4.5					
10	56.5	28.0	61.5					
11	8.5	49.5						
12	14.0	18.0						
13	14.0	43.5						
14	56.5	35.0						
15	49.5	35.0						
16		8.5						
17		49.5						
18		49.5						
19		60.0						
20		64.5						
Rj	361.5	721.0	262.0	160.0	231.5	116.0	175.5	109.0

Cuadro 6. (Elaboración propia). Sustitución de datos por rangos.

Cálculo matemático de la prueba de Kruskal Wallis

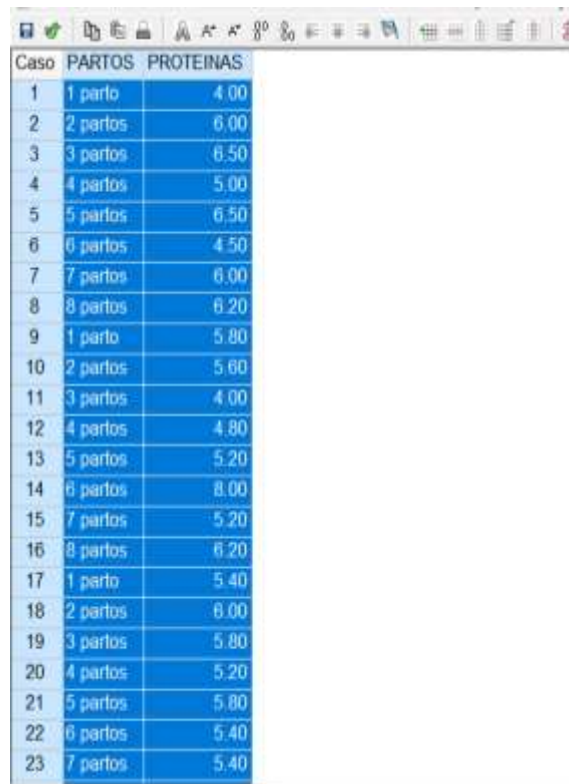
$$H_{cal} = \frac{12}{(65+1)} \times [((370)^2/15) + ((721)^2/20) + ((262)^2/10) + ((160)^2/6) + 65((231.5)^2/5) + ((116)^2/3) + ((175.5)^2/4) + ((109)^2/2)] - 3 \times (65+1) = 12.05350817$$

10.5.2 Comparación de Hcal y Htab para aprobar o rechazar hipótesis.

Hcal		Htab
12.05350517	<	14.067

Cuadro 7. (Elaboración propia) Resultado de H calculado y H tabulado.

Anexo 7. Comparación de resultados con prueba estadística Kruskal Wallis mediante paquete estadístico InfoStat.



Caso	PARTOS	PROTEINAS
1	1 parto	4.00
2	2 partos	6.00
3	3 partos	6.50
4	4 partos	5.00
5	5 partos	6.50
6	6 partos	4.50
7	7 partos	6.00
8	8 partos	6.20
9	1 parto	5.80
10	2 partos	5.60
11	3 partos	4.00
12	4 partos	4.80
13	5 partos	5.20
14	6 partos	8.00
15	7 partos	5.20
16	8 partos	6.20
17	1 parto	5.40
18	2 partos	6.00
19	3 partos	5.80
20	4 partos	5.20
21	5 partos	5.80
22	6 partos	5.40
23	7 partos	5.40

Figura 22. Tabulación de datos para su análisis en programa estadístico InfoStat.

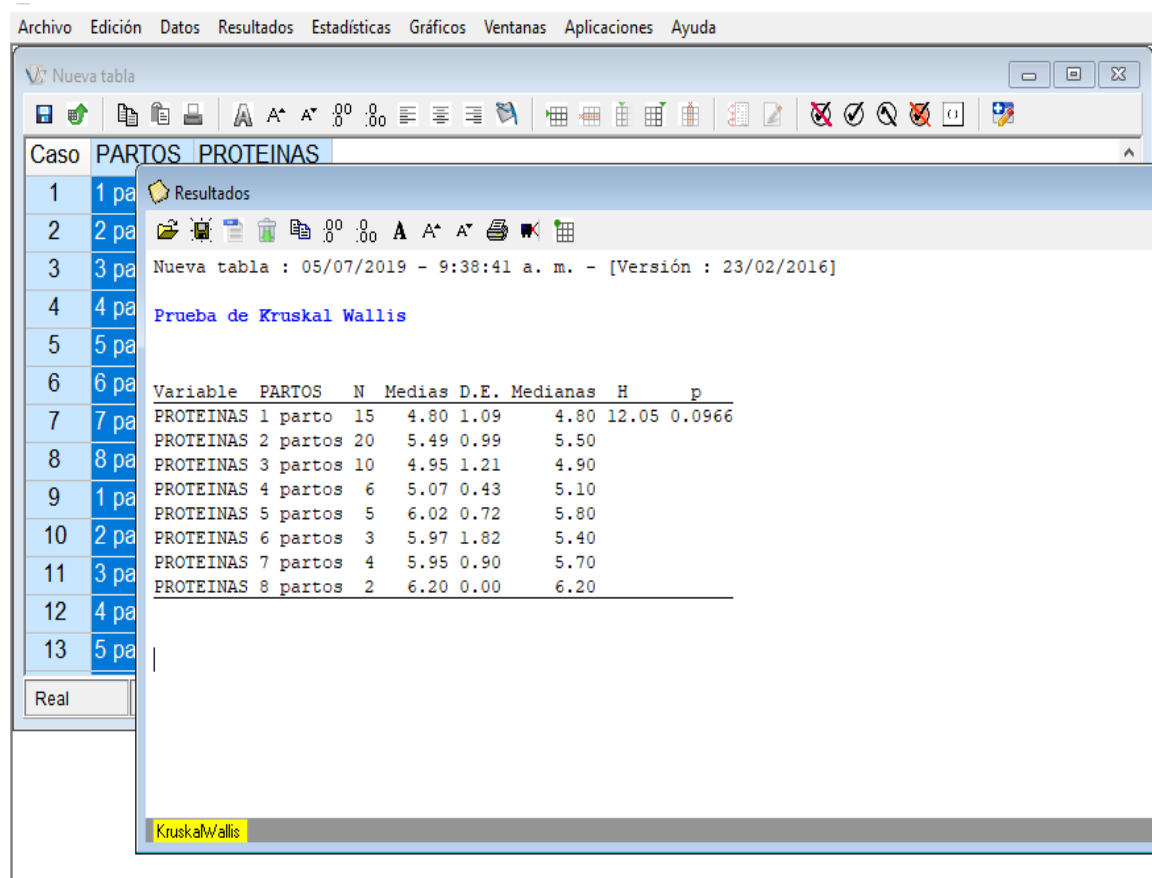


Figura 23. Resultados obtenidos del programa estadístico InfoStat.