

**Relación de la densidad del calostro y la
refractometría del suero sanguíneo en el
desarrollo de terneros hasta los 60 días de
nacidos**

**Álvaro Marco Tello Calderón
José Julián Zedeño Centeno**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Relación de la densidad del calostro y la refractometría del suero sanguíneo en el desarrollo de terneros hasta los 60 días de nacidos

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Álvaro Marco Tello Calderón
José Julián Zedeño Centeno

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Relación de la densidad del calostro y la refractometría del suero sanguíneo en el desarrollo de terneros hasta los 60 días de nacidos

Presentado por:

Álvaro Marco Tello Calderón
José Julián Zedeño Centeno

Aprobado:

Marielena Moncada Laínez, Ph.D.
Asesor principal

John J. Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

John J. Hincapié, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Isidro A. Matamoras, Ph.D.
Asesor

María F. Ayala, Ing. Agr.
Asesora

Relación de la densidad del calostro y la refractometría del suero sanguíneo con el desarrollo de terneros hasta los 60 días de nacidos

Álvaro Marco Tello Calderón
José Julián Zedeño Centeno

Resumen El ternero al nacer carece de anticuerpos por lo cual es necesario el calostro para proveer una adecuada transferencia de inmunidad pasiva. El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la densidad del calostro y la concentración de proteínas séricas en el suero sanguíneo en el desarrollo de los terneros hasta los 60 días de edad. Se utilizaron 4, 13 y 8 terneros distribuidos en tres tratamientos los cuales estaban determinados por densidades de calostro de 22 – 50 mg/mL, 51 – 89 mg/mL y ≥ 90 mg/mL, respectivamente. La mayor concentración de proteínas séricas ($P \leq 0.05$) fue de 7.63 ± 0.39 mg/mL en el tercer tratamiento a las 24 horas posnacimiento. La ganancia diaria de peso, ganancia de peso total y ganancia de altura total a la cruz no fue diferente ($p > 0.05$) entre los tres tratamientos. Todas las medias de concentración de proteínas séricas en los tres tratamientos después de las 24 horas fue superior a la meta (≥ 5.4 g/dL) y al mismo tiempo no existió diferencia ($P > 0.05$). Se encontró correlación media entre la densidad del calostro y la concentración de proteínas séricas ($r = 0.46440$; $p = 0.0256$); además de correlaciones bajas entre densidad del calostro y ganancia diaria de peso ($r = 0.21966$; $p = 0.0354$) y entre la densidad del calostro y la ganancia de peso total ($r = 0.22393$; $p = 0.0319$) lo cual indica que al aumentar la densidad del calostro aumenta la concentración de proteínas séricas, ganancia diaria de peso y ganancia de peso total. Esto confirma la importancia de suministrar calostro de calidad superior.

Palabras claves: Anticuerpos, ganancia de peso, inmunidad, inmunoglobulinas, proteínas séricas, refractómetro.

Abstract Calves are born with no immunity against disease, therefore must depend on their dam to provide passive immunity through colostrum. The objective of this study was to determine the relation between colostrum density and protein present in blood serum during the growth of the calves from birth to 60 days of age. There were three colostrum categories defined by their densities: 22-50 mg/mL (four calves), 51-89 mg/mL (13 calves) and ≥ 90 mg/mL (eight calves). The highest serum-protein concentration found was 7.63 ± 0.4 mg/mL ($P \leq 0.05$) 24 hours after birth with the ≥ 90 mg/mL colostrum. There was no difference ($P \leq 0.05$) on daily weight gain, total weight gain and total height gain at the withers. The three categories of colostrum showed no difference ($P > 0.05$) when the serum-protein concentration was measured after 24 hours. Positive and intermediate correlation between colostrum density and serum-protein ($r = 0.46440$; $p = 0.0256$), and a low correlation between colostrum density and daily weight gain ($r = 0.21966$; $p = 0.0354$). Also a low correlation between colostrum density and total weight gain ($r = 0.22393$; $p = 0.0319$) was found. This confirms the positive effect of using colostrum with high density.

Key words: Antibodies, immunity, immunoglobulins, refractometer, serum proteins, weight gain.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS	5
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES.....	12
5 RECOMENDACIONES	13
6 LITERATURA CITADA	14

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Composición nutricional del calostro, leche de transición y leche entera.....	2
2. Distribución de los tratamientos y animales.....	6
3. Escala de calibración del calostrómetro e interpretación de la concentración de inmunoglobulinas en mg/mL en el calostro bovino.....	6
4. Medias de concentración proteínas séricas (g/dL) a las 0, 24, 48 y 120 horas posnacimiento	8
5. Ganancia diaria de peso, ganancia de peso total y ganancia de altura a la cruz a los 60 días de nacidos.....	10
6. Porcentaje de terneros que adquirieron inmunidad apropiada (≥ 5.4 g/dL) a las 24, 48, y 120 horas posnacimiento.....	11

Figura	Página
1. Concentración de proteínas séricas (g/dL) al nacimiento, 24 y 48 horas y 120 horas posnacimiento.....	9

1. INTRODUCCIÓN

La adecuada transferencia de inmunidad pasiva durante las primeras horas de vida es fundamental para la supervivencia y vida productiva del ternero. En bovinos, la placenta es de tipo epiteliocorial. Debido a esto, durante la gestación se impide la transferencia de inmunoglobulinas hacia el feto, por lo que el ternero nace con una condición agamaglobulinémica. A esto se suma la incapacidad del sistema inmune del ternero para producir inmunoglobulinas que combaten infecciones. Esta condición obliga a que la madre transfiera la inmunidad de forma pasiva a través de la ingesta de calostro durante las primeras horas de vida del ternero (Quiroz *et al.* 1998). El ternero tarda aproximadamente 15 días en activar su sistema inmunológico. Por esta razón, en este primer periodo las defensas del ternero se atribuyen a la calidad de calostro ingerido hasta la activación de su sistema inmune (Quigley 1998).

El calostro es la primera secreción de la glándula mamaria de la vaca. Se diferencia marcadamente de la leche por su composición y función (Cuadro 1). A la vez, es el primer y más importante alimento del ternero. Cumple tres funciones básicas: 1) ayuda al ternero a combatir posibles infecciones debido a su alto contenido de inmunoglobulinas; 2) posee niveles altos de energía que lo ayudan a combatir posibles hipotermias; y 3) contiene sales de magnesio, las cuales tienen un efecto laxante que ayuda a expulsar el meconio y a la vez facilita el inicio de la actividad intestinal (Torres 2009). Adicional a esto, el ternero al nacimiento carece de ácidos grasos esenciales, hierro, vitamina A y hormonas como insulina y cortisol. Estos son proveídos por el calostro para diferentes procesos metabólicos en las primeras horas de vida del ternero (Chacón 2009).

La cantidad y calidad de calostro son factores que afectan los niveles adecuados de inmunoglobulinas en la sangre del ternero. Debe ser al menos 10% de su peso vivo entre las primeras 8 y 12 horas de nacido. Además, un calostro con ≥ 50 mg/mL de inmunoglobulinas ayudará a aprovechar el potencial de absorción de las células intestinales y al mismo tiempo disminuir la permeabilidad a microorganismos patógenos (Chacón 2009).

Cuadro 1. Composición nutricional del calostro, leche de transición y leche entera.

Componentes	Calostro	Leche de transición				Leche entera
		2	3	4	5	
Sólidos Totales (%)	23.90	17.90	14.10	13.90	13.60	12.50
Grasa (%)	6.70	5.40	3.90	3.70	3.50	3.20
Proteína (%)	14.00	8.40	5.10	4.20	4.10	3.20
Anticuerpos (%)	6.00	4.20	2.40	0.20	0.10	0.09
Lactosa (%)	2.70	3.90	4.40	4.60	4.70	4.90
Minerales (%)	1.11	0.95	0.87	0.82	0.81	0.74
Vitamina A (µg/dL)	295.00	190.00	113.00	-	74.00	34.00

Fuente: Wattiaux (2002)

El calostrómetro es un instrumento usado para estimar la calidad del calostro basado en la cantidad de inmunoglobulinas. Debido a que existe una relación estadística entre la gravedad específica del calostro y la cantidad de inmunoglobulinas presentes en este (Quigley 1998), el instrumento utiliza dicha medida para realizar la estimación.

Las inmunoglobulinas o anticuerpos son proteínas determinantes para la identificación y eliminación de patógenos presentes en los animales. Existen tres tipos de inmunoglobulinas: 1) IgG, de la cual existen dos isotipos, Ig1 e Ig2; 2) IgA; y 3) IgM. Estas tres Ig funcionan de manera conjunta para proveerle inmunidad al ternero, el cual no es capaz de sintetizarlas. Por lo tanto, deben ser transferidas a través del calostro. Las IgG son transportadas desde la sangre de la madre hacia la glándula mamaria. Por esta razón, la concentración de IgG en el suero de la madre disminuye precipitadamente entre 2 y 3 semanas antes del parto. Las IgM e IgA son sintetizadas en la glándula mamaria. Cada Ig cumple una función específica; el rol de las IgG es identificar y eliminar patógenos invasores ya que, debido a su tamaño menor que las otras Ig son capaces de moverse fuera del torrente sanguíneo y llegar a otras partes donde el cuerpo no es capaz de identificar patógenos. Las IgM son anticuerpos que actúan como la primera línea de defensa en caso de envenenamientos o infecciones bacterianas; finalmente, la función de las IgA es proteger el intestino y demás mucosas ya que se adhieren a las paredes intestinales, previniendo que se adhieran ciertos patógenos y causen enfermedades (Quigley 1997).

Las inmunoglobulinas se absorben en el intestino delgado, especialmente en el yeyuno. Este proceso está dividido en tres etapas. Primero, las Ig son pinocitadas en las membranas de las microvellosidades de las células epiteliales intestinales. Posteriormente se forma una vacuola en la membrana donde ocurrió la pinocitosis, la cual es encargada del transporte de las Ig a través del sistema microtubular intracelular hacia la membrana lateral. Finalmente la Ig pasa al sistema linfático mediante un proceso llamado exocitosis, el cual es realizado por las vacuolas al tener contacto con la membrana (Paggi *et al.* 2011). La absorción de inmunoglobulina disminuye a medida pasa el tiempo, ya que existe una maduración en las células epiteliales del intestino, perdiéndose la capacidad de pinocitosis de las microvellosidades de estas células (Menares 2011).

Actualmente existen varios métodos para medir el nivel de transferencia de inmunoglobulinas al ternero, uno de los cuales es la refractometría. El refractómetro mide los niveles de proteína en el suero sanguíneo. Se ha demostrado que existe una correlación de 0.71 entre proteínas en el suero e inmunoglobulinas. Esto quiere decir que existe una gran probabilidad de que el incremento de proteínas en el suero se deba al aumento de las IgG en la sangre del ternero (Quigley 1999). Una adecuada transferencia de inmunidad pasiva indica niveles ≥ 5.4 g/dL en la lectura del refractómetro. Esta lectura debe darse entre las 24 y 48 horas de vida, ya que es el tiempo donde el paso de inmunoglobulinas está abierto en el intestino delgado (Quigley 2000).

Quiroz *et al.* (1998) determinaron la relación que existe entre densidad del calostro y concentración de proteínas en el suero del calostro. Además, estimaron la relación entre la concentración de proteínas en el suero del calostro y la concentración de proteínas e inmunoglobulinas séricas en el becerro mediante el método de turbidez con sulfato de zinc. Llegaron a la conclusión que los niveles de inmunoglobulinas en el ternero dependen de la calidad del calostro consumido en las primeras 24 horas.

En otro estudio, Fortín Cabrera y Perdomo Carvajal (2009) determinaron la calidad del calostro a partir de su densidad y concentración de inmunoglobulinas, el número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de nacidos. Los resultados indican que los terneros con mejor desarrollo hasta los 30 días ($P \leq 0.05$) fueron los alimentados con el calostro de mejor calidad 120 mg/mL, el cual fue dado por las vacas de segundo y tercer parto, mientras que los terneros alimentados con calostro de primer parto tuvieron un desarrollo comparativamente más reducido.

Menares Arriagada (2011) estudió la suplementación del calostro materno con calostro en polvo. Tuvo como variables, medir la concentración de proteínas totales mediante refractometría y concentración de IgG mediante determinación por análisis de inmunodifusión radial, con el fin de comparar el calostro materno puro y el calostro materno puro más calostro en polvo. Los resultados mostraron que la concentración de IgG en terneros alimentados con calostro materno fue de 81 g/L y en terneros alimentados con calostro materno más calostro en polvo fue de 86 g/L; los datos de proteína total en terneros alimentados con calostro materno fue de 6.26 g/dL y en terneros alimentados con calostro materno más calostro en polvo fue de 6.15 g/dL. Este estudio tuvo como conclusión que no existe una diferencia significativa ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos.

Yepes Mejía y Prieto Quevedo (2011) realizaron un estudio titulado “Relación de la concentración de proteína sérica, la calidad de calostro y la ganancia de peso en terneros lactantes en hatos de la Sabana de Bogotá”, en el cual midieron la concentración del calostro, concentración de proteínas totales y ganancia de peso; se obtuvieron promedios de $52.9 \text{ mg/mL} \pm 20.4$, $5.9 \pm 0.8 \text{ g/100mL}$ y $0.689 \pm 0.190 \text{ kg/día}$ respectivamente; y una correlación moderada de 0.27 ($P \leq 0.05$) entre concentración de calostro y ganancia de peso; a la vez no encontraron correlación entre concentración de proteínas totales y ganancia de peso, pero obtuvieron un nivel crítico de $f=0.072$, lo cual indica que estos valores están cerca a tener una moderada relación. Con los resultados de este estudio, existe una base importante para investigar sobre la relación de estos valores con el desarrollo de los terneros hasta los 60 días de nacidos.

Los objetivos del presente estudio fueron determinar la calidad del calostro (concentración o densidad), medir la concentración de proteínas en el suero sanguíneo de los terneros, evaluar el desarrollo pesando los terneros y medir la altura a la cruz durante dos meses, y finalmente determinar el porcentaje de terneros que adquirieron inmunidad apropiada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la sección de reemplazos de la Unidad de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano a una altura de 800 msnm, una precipitación promedio anual de 1100 mm y temperatura promedio de 26 °C. El estudio se llevó a cabo entre mayo y octubre de 2015.

Se utilizaron 23 terneros recién nacidos de la raza Holstein, Jersey y sus encastes.

Los criterios de inclusión fueron:

- Haber nacido en forma normal (parto eutócico).
- No presentar anomalías anatómicas al nacimiento.
- No haber consumido calostro antes de la primera toma de muestra sanguínea.

Todos los terneros fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación. Una vez sucedido el parto, se alimentaron con 4 litros/día de calostro (2 litros por la mañana alrededor de las 6h30 y 2 litros por la tarde alrededor de las 15h00) durante tres días. Después del tercer día, se alimentaron con 4 litros/día de sustituto de leche con un 22% de proteína cruda (Kalvoquick®), agua y concentrado *ad libitum*. Al alcanzar un consumo de 2.5 lb de concentrado/día, se les redujo la cantidad de sustituto de leche a 2 litros, con el fin de obligar al ternero a consumir una mayor cantidad de concentrado. Una vez consumido 3 lb de concentrado/día se destetaron, quitándoles el sustituto de leche y transfiriéndolos a cunas grupales. Permanecieron un mes en cunas grupales con el fin de adaptarse al estrés social y a la competencia por alimento, posterior a esto fueron transferidos a la sección de vaquillas. Este desarrollo ocurrió entre los dos y los tres meses de edad.

Durante la primera semana de vida del ternero, se aplicó 1 mL de ivermectina vía subcutánea + 1 mL de oxitetraciclina vía intramuscular + 4 mL de Hematover Plus® vía intramuscular. Este tratamiento tiene el fin de prevenir enfermedades como parasitosis externa, septicemias, neumonías, anemias, infecciones localizadas en el ombligo y diarreas en los terneros.

Se utilizó viruta de madera como encamado para las cunas las cuales fueron limpiadas a diario con el fin de mantener estrictas condiciones sanitarias.

Los terneros fueron distribuidos en tres grupos, de acuerdo a la concentración de proteínas ingeridas en el calostro (Cuadro 2). Cada ternero fue considerado una unidad experimental y cada grupo un tratamiento.

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos y animales

Grupo	n	Tratamiento
22-50 mg/mL	4	Consumo de 4 litros de calostro/día el primer día con densidad medida en el calostrómetro entre 22 y 50 mg/mL
51-89 mg/mL	13	Consumo de 4 litros de calostro/día el primer día con densidad medida en el calostrómetro entre 51 y 89 mg/mL
≥ 90 mg/mL	6	Consumo de 4 litros de calostro/día el primer día con densidad medida en el calostrómetro ≥ 90 mg/mL

Para la medición de la densidad del calostro (mg/mL), se utilizó el calostrómetro marca BIOGENICS®. Después del parto, la vaca fue ordeñada y se tomó una muestra de calostro en una probeta graduada de 300 mL a una temperatura entre 22 y 24 °C, cuidando de no sobrellenarla para evitar derramamientos. Posteriormente se colocó el calostrómetro, el cual, dependiendo de la densidad del calostro, flotó o se hundió. Se midió el valor en la escala hasta donde llegó el nivel de calostro (Cuadro 3).

Cuadro 3. Escala de calibración del calostrómetro e interpretación de la concentración de inmunoglobulinas en mg/mL en el calostro bovino.

Color	Concentración (mg/mL)	Interpretación
Rojo	< 22	Calidad inferior
Amarillo	≥ 22 y < 50	Calidad media
Verde	≥ 50	Calidad superior

Fuente: Fleenor y Stott (1980)

El calostro excedente que presentó una densidad mayor a 70 mg/mL se congeló a -20 °C en envases plásticos de dos litros.

Luego del parto, el ternero se sometió a la curación de ombligo con solución de yodo al 5%. Se le dio una limpieza general y se le tomó una muestra de sangre de 5 mL en una jeringa desechable con aguja de 22 × 1 ½" y fue vertida en un tubo de policarbono estéril de 10 mL. La muestra de sangre fue centrifugada durante seis minutos a 5000 rpm. Se aspiró el plasma sanguíneo en una jeringa estéril y se colocó una gota en el prisma del refractómetro, cuidando que se cubriera completamente la superficie y evitando se formaran burbujas de aire, las cuales distorsionan la medición. Luego el refractómetro se enfocó hacia una fuente de luz blanca y se tomó la lectura en donde se observara la línea azul de medición. Se tomó muestras de sangre a las 24 y 48 horas y posteriormente a los cinco días de nacidos (120 horas posnacimiento).

La refractometría es un método que evalúa los niveles de proteínas séricas totales en g/dL. El refractómetro funciona concentrando un rayo de luz a través de una muestra líquida. Se mide la cantidad de luz que es reflejada (o desviada) de la trayectoria original debido a los componentes de la muestra. En el suero, las proteínas pueden hacer que la luz sea desviada; a mayor cantidad de proteínas, mayor será la cantidad de luz que es desviada de su trayectoria original. Para este estudio, se utilizó un refractómetro marca Sper Scientific® con tres variables: 1) proteínas en suero (g/dL), 2) densidad específica de orina, y 2) índice de refracción (nD).

Se pesó y midió la altura a la cruz a los 30 y 60 días de nacidos. Se utilizó una balanza digital y una cinta métrica adherida a una regla vertical de 1.20 metros de largo, la cual tiene otra regla horizontal con un nivel.

Se determinaron las siguientes variables:

- Concentración de proteínas séricas (g/dL) al nacimiento, 24, 48 y 120 horas posnacimiento.
- Ganancia diaria de peso (GDP, kg/día).
- Ganancia de peso total (GPT, kg).
- Ganancia de altura total a la cruz (GAIT, cm).
- Porcentaje de terneros que adquirieron inmunidad apropiada a las 24, 48 y 120 horas posnacimiento.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos que contaron con 4, 13, y 8 repeticiones por cada tratamiento respectivamente, utilizando el Modelo Lineal Generalizado (GLM). Las variables de GDP, GPT y GAIT fueron analizadas utilizando el análisis de varianza ANDEVA con la prueba de Duncan y la variable de concentración de proteínas séricas con la prueba de LSMEAN. La variable porcentual se analizó con la prueba de Chi Cuadrado (χ^2) y el procedimiento de Pearson para el análisis de las correlaciones. Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS® 2009) con un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concentración de proteínas séricas (g/dL) a las 24, 48 y 120 horas posnacimiento. Se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos y periodos de toma de muestra (Cuadro 4). La mayor concentración de proteínas séricas la obtuvieron los terneros que consumieron calostro de calidad excelente, siendo estos diferentes a los que consumieron calostro de calidad superior y media (Figura 1). Entre estos dos no existieron diferencias ($P > 0.05$). Desde las 24 horas en adelante en los tres tratamientos la media indicó que los terneros ganaron inmunidad apropiada (≥ 5.4 g/dL). Estos resultados son similares a los encontrados por Begazo y Reátegui (2004), quienes determinaron diferentes medias de concentración de proteínas séricas de 5.8 g/dL, 6.37 g/dL y 6.15 g/dL a las 24, 48 y 72 horas posnacimiento respectivamente al proporcionar calostro de diferentes densidades específicas ($P \leq 0.05$).

La muestra tomada al nacimiento no supera el nivel meta de inmunidad apropiada el cual es (≥ 5.4 g/dL) esto refleja que el ternero nace con un nivel basal de proteínas séricas, el cual se verá afectado una vez consuma calostro. El aumento en la concentración de proteínas séricas se debe a que cuando el ternero consume calostro, las IgG pasan de forma directa al torrente sanguíneo. El aumento de la concentración de proteínas séricas va a depender de la calidad de calostro ingerido; entre mayor densidad, mayor cantidad de IgG consumidas por volumen de calostro.

Cuadro 4. Medias de concentración proteínas séricas (g/dL) a las 0, 24, 48 y 120 horas posnacimiento.

Tratamiento	Periodos (horas)				\bar{X}
	0	24	48	120	
22 - 50 mg/mL	4.21 ± 0.7 ab x	5.71 ± 0.7 a y	5.86 ± 0.7 a y	5.41 ± 0.7 a xy	5.29 a
51 - 89 mg/mL	3.59 ± 0.2 a x	5.85 ± 0.2 a y	6.10 ± 0.2 a y	5.76 ± 0.2 a xy	5.49 a
≥ 90 mg/mL	4.86 ± 0.4 b x	7.63 ± 0.4 b y	7.62 ± 0.4 b y	7.12 ± 0.4 b xy	6.15 a
\bar{X}	4.22 x	6.39 y	6.53 y	6.1 y	
CV = 15.19					

a, b Medias en la misma columna con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$)

x, y Medias en la misma fila con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$)

CV = Coeficiente de variación

\bar{X} = Medias

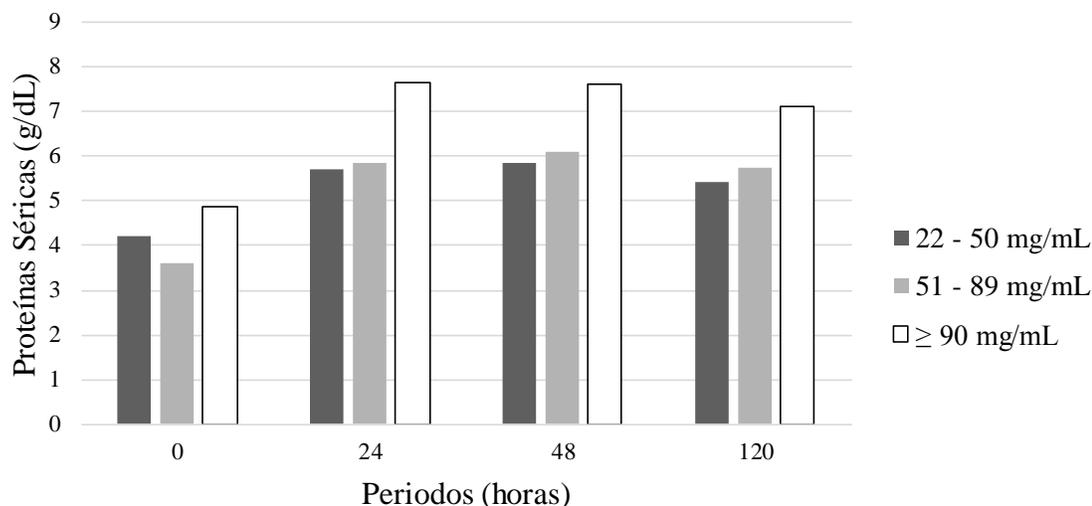


Figura 1. Concentración de proteínas séricas (g/dL) al nacimiento, 24 y 48 horas y a las 120 horas posnacimiento.

Ganancia diaria de peso. No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), lo cual indica que la ganancia diaria de peso no se vio afectada por la calidad de calostro consumida por el ternero, ya fuera excelente, superior o media (Cuadro 5). Estos resultados son inferiores a los encontrados por Yepes Mejía y Prieto Quevedo (2011), quienes con densidades de calostro de 52.9 ± 20.4 mg/mL obtuvieron ganancias diarias de peso de 0.69 ± 0.19 kg/día, siendo estos terneros evaluados hasta los 90 días de edad; posiblemente estos resultados son superiores debido al tiempo de evaluación de estos terneros y al diferente manejo que recibieron los mismos. Sin embargo, la ganancia diaria de peso en los terneros no puede atribuirse totalmente a la calidad de calostro. En los primeros 30 días, el ternero es pasivamente inmune, durante este tiempo, solamente utiliza los anticuerpos ingeridos en el calostro ya que no es capaz de sintetizar sus propias defensas hasta la activación del sistema inmune. Por estas razones, la ganancia diaria de peso a los 60 días no puede atribuirse solamente a la calidad del calostro ingerida, esto debido a que los primeros 30 días el ternero posee una inmunidad pasiva la cual depende totalmente de la calidad de calostro ingerido posterior a esto la inmunidad del ternero inicia a activarse la misma que depende del manejo.

Ganancia de peso total. No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), lo cual indica que la ganancia de peso total no se vio afectada por la calidad de calostro consumida por el ternero, ya fuera excelente, superior o media (Cuadro 5). Estos resultados difieren a los encontrados por Fortín Cabrera y Perdomo Carvajal (2011) quienes encontraron diferencias con densidades de calostro ($P \leq 0.05$) entre 74.75 mg/mL y 109.15 mg/mL donde obtuvieron ganancias de peso a los 30 días de 2.80 kg y 4.75 kg respectivamente. La ganancia de peso total a los 60 días, al igual que la ganancia diaria de peso, no puede atribuirse solo a la calidad de calostro ingerido. También se ve afectada por factores como alimentación, consumo de alimento y edad al destete.

Cuadro 5. Ganancia diaria de peso (GDP), ganancia de peso total (GPT) y ganancia de altura a la cruz a los 60 días de nacidos (GAIT).

Tratamiento	GDP n.s (kg/día)	GPT n.s (kg)	GAIT n.s (cm)
22 - 50 mg/mL	0.43 ± 0.04	25.4 ± 2.64	11.13 ± 1.42
51 - 89 mg/mL	0.48 ± 0.02	28.7 ± 1.47	10.36 ± 0.79
≥ 90 mg/mL	0.47 ± 0.04	28.4 ± 2.16	9.53 ± 1.16
Probabilidad	0.5615	0.5606	0.6798
CV	18.82	18.84	27.60

n.s = Diferencias no significativas

CV= Coeficiente de variación

Ganancia de altura total a la cruz. No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$), lo cual indica que la ganancia de altura total a la cruz no se vio afectada por la calidad de calostro consumida por el ternero, ya fuera excelente, superior o media (Cuadro 5). Puede que esto se deba a que la altura no es el mejor indicador de desarrollo a los 60 días, ya que en este periodo los cambios en altura son muy poco notables. No se encontraron estudios con condiciones similares a este que tengan como variable medir altura a la cruz.

Correlación entre la concentración de proteínas séricas (g/dL) al nacimiento, 24 y 48 horas y al 5to día de nacido con la ganancia diaria de peso (GDP), ganancia de peso total (GPT) y ganancia de altura total a la cruz (GAIT). No se encontró una correlación positiva entre la concentración de proteínas séricas con la GDP, GPT y ganancia total de altura a la cruz ($P>0.05$). Estos resultados coinciden con los de Yepes Mejía y Prieto Quevedo (2011), quienes de igual manera no encontraron una correlación entre la concentración de proteínas séricas y la ganancia de peso ($r=0.016$). Sin embargo, se encontró una correlación media entre la calidad de calostro consumido y la concentración de proteínas séricas a las 48 horas posnacimiento ($r=0.46440$; $p=0.0256$) siendo esta similar a la encontrada Begazo y Reátegui (2004) quienes encontraron esta correlación entre la calidad del calostro y la concentración de proteínas séricas a las 24 horas ($r^2=0.5471$). Esto indica que a mayor densidad del calostro, mayor la concentración de proteínas séricas. A la vez, se encontró una correlación baja entre la calidad de calostro y la ganancia diaria de peso ($r=0.21966$; $p=0.0354$). Finalmente, se encontró una correlación baja entre la calidad del calostro y la ganancia de peso total ($r=0.22393$; $p=0.0319$), lo cual indica que a mayor densidad de calostro, mayor la ganancia diaria de peso y por lo tanto mayor la ganancia de peso total. Estos resultados son similares a los encontrados por Fortín Cabrera y Perdomo Carvajal (2011), quienes encontraron una correlación baja ($r=0.17987$; $p=0.0013$) entre la densidad del calostro y la ganancia de peso en terneros hasta los 30 días de edad.

Porcentaje de terneros que adquirieron inmunidad apropiada (≥ 5.4 g/dL) a las 24, 48 y 120 horas posnacimiento. No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$), lo cual nos indica que el porcentaje de terneros que adquirieron inmunidad apropiada no se vio afectado por la calidad de calostro consumida por el ternero, ya fuera excelente, superior o media (Cuadro 6). Estos resultados respaldan a los de Yepes Mejía y Prieto Quevedo (2011), quienes no tuvieron fallas en la transferencia de inmunidad pasiva en su estudio con

calostro de calidad de 40 a 60 mg/mL y obtuvieron una concentración de proteínas séricas de 5.9 ± 0.8 g/100mL. Lo más importante para que se efectúe una buena transferencia pasiva es el tiempo en cual se le provee el calostro al ternero. Lo más indicado es que sea lo más cercano al nacimiento.

Cuadro 6. Porcentaje de terneros que adquirieron inmunidad apropiada (≥ 5.4 g/dL) a las 24, 48, y 120 horas posnacimiento.

Tratamiento	24 horas	48 horas	120 horas
22-50 mg/mL	75	100	75
51-89 mg/mL	76.9	76.9	76.9
≥ 90 mg/mL	100	100	83.3
Probabilidad	0.4238	0.2653	0.9373

4. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones de este estudio se determinó una correlación baja pero positiva entre la calidad de calostro con la ganancia diaria de peso y ganancia de peso total.
- La mayor concentración de proteínas séricas se obtuvo con el calostro ≥ 90 mg/mL a las 48 horas posnacimiento.
- La diferencia entre los diferentes tipos de calostro no afectó la efectividad de la transferencia y adquisición de inmunidad pasiva en los terneros.

5. RECOMENDACIONES

- Suministrar al ternero calostro de calidad superior ≥ 50 mg/mL lo más cercano al nacimiento.
- Utilizar el refractómetro para evaluar la transferencia de inmunoglobulinas, de preferencia hacerlo al quinto día de nacido.
- Medir la variable de incidencia de enfermedades.
- Uniformizar y ampliar el número de muestras en cada tratamiento y utilizar rangos más cercanos entre densidades de calostro.
- Realizar el mismo estudio para un género en particular, hembras o machos.

6. LITERATURA CITADA

Begazo, N. y J. Reátegui. 2004. Calidad de calostro y su relación con nivel de proteína sérica total en el suero sanguíneo de terneros Holstein Friesian. Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia. Arequipa, Perú. Universidad Católica de Santa María Arequipa. 5 p.

Chacón, P. 2009. El calostro y su uso en la alimentación de terneras (en línea). Consultado el 10 de junio de 2015. Disponible en http://www.engormix.com/el_calostro_su_uso_s_articulos_2589_GDC.htm

Fleener, W.A. y G.H. Stott. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrums. *Journal of Dairy Science*. 63(6): 973 – 977.

Fortín Cabrera, A. y J. Perdomo Carvajal. 2009. Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y 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. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 12 p.

Menares Arriagada, C. 2011. Efecto del uso de calostro comercial sobre la inmunidad pasiva en terneros Holstein nacidos en invierno. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 76 p.

Paggi, P., C. Lissarrague y G. Bilbao. 2011. Evaluación de la transferencia de inmunoglobulinas colostrales en terneros neonatos. Tesis Médico Veterinario. Tandil, Argentina, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 34 p.

Quigley, J. 1997. Nota Acerca de Terneros - #03 - Alimentación con Calostro - Fundamentos Acerca de las Inmunoglobulinas del Calostro (en línea). Consultado el 10 de junio de 2015. <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN003e.pdf>

Quigley, J. 1998. Nota Acerca de Terneros #22 - Usando el Calostrómetro para medir la calidad del calostro (en línea). Consultado el 10 de junio de 2015. Disponible en <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN022e.pdf>

Quigley, J. 1999. Notas Acerca de Terneros #39 - Usando el refractómetro (en línea). Consultado el 11 de junio de 2015. Disponible en <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN039e.pdf>

Quigley, J. 2000. Notas Acerca de Terneros #62 – La de edad de los becerros, la proteína total y la falta de transferencia de inmunidad pasiva (en línea). Consultado el 25 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.calfnotes.com/pdf/CN039e.pdf>

Quiroz Rocha, G., J. Bouda, M. Medina Cruz, L. Núñez Ochoa y A. Yabuta Osorio. 1998. Impacto de la Administración y la Calidad del Calostro Sobre los Niveles de Inmunoglobulinas Séricas. Tesis Médico Veterinario. México D.F., México, Universidad Nacional Autónoma de México. 6 p.

Torres, R. 2009. Calostro, lactoreemplazantes y pienso de arranque en la dieta del ternero (en línea). Consultado el 10 de junio de 2015. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/calostro-lactoreemplazantes-piensos-arranque-t2695/141-p0.htm#>

Wattiaux, M. 2002. Universidad de Wisconsin. Instituto Babcock. (En línea). Consultado el 20 de Octubre de 2015. Disponible en <http://www.babcock.cals.wisc.edu>

Yepes Mejía, M. y C. Prieto Quevedo. 2011. Relación de la concentración de proteína sérica, la calidad de calostro y la ganancia de peso en terneros lactantes en hatos de la Sabana de Bogotá. Tesis Zootecnista. Bogotá, Colombia, Universidad de la Salle. 53 p.