

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINA TOTAL, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA
BÁSICA Y ENERGÍA FISIOLÓGICA EN EL PRIMER CALOSTRO SECRETADO
EN VACAS HOLSTEIN, PARDO SUIZO Y JERSEY BAJO MANEJO INTENSIVO
EN FINCAS LECHERAS GRADO A EN EL TRÓPICO**

POR

BRIAN A. HERNÁNDEZ M.
4-777-966

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2021

CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINA TOTAL, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA BÁSICA Y ENERGÍA FISIOLÓGICA EN EL PRIMER CALOSTRO SECRETADO EN VACAS HOLSTEIN, PARDO SUIZO Y JERSEY BAJO MANEJO INTENSIVO EN FINCAS LECHERAS GRADO A EN EL TRÓPICO

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIA

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEBE SER OPTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO

PROF. EDIL ENRIQUE ARAÚZ
IAZ, M. Sc. DSAP, PDS

ASESOR

PROF. ING. MARIO ARJONA
IA, M. Sc.

COMITÉ

PROF. M.V. ROBERTO ALZAMORA

COMITÉ

DAVID, CHIRIQÚ
REPÚBLICA DE PANAMÁ
2021

AGRADECIMIENTO

Primero que todo le agradezco a **DIOS** por la vida que me ha dejado gozar y por permitirme culminar este trabajo de graduación, ya que sin él esto no habría sido posible.

Le agradezco a **MI MADRE LIDIA MURGAS** por siempre estar presente en cada momento de mi vida, por animarme y apoyarme en momentos difíciles durante la carrera.

A **MI PADRE ENCARNACIÓN HERNÁNDEZ** por siempre darme el apoyo hasta el último momento de su vida.

A mi **HERMANO ELVIS** por cada momento vivido junto a mí, por siempre estar presente, puedo decir que eres mi mejor amigo.

También a toda **MI FAMILIA** por el apoyo brindado durante toda la carrera.

Le agradezco a mi director de Tesis profesor **EDIL E. ARAÚZ** por su ayuda y comprensión durante la realización de este estudio.

A todos los **PROPIETARIOS DE FINCAS** que me abrieron sus puertas y permitirme tomar las muestras de calostro para poder realizar este trabajo de investigación.

Brian A. Hernández M.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado en su totalidad a una persona muy especial en mi vida, quien lastimosamente y por cuestiones de ella hoy no está presente con nosotros, **MI PAPÁ ENCARNACIÓN HERNÁNDEZ** (Q. E. P. D); yo sé que usted anhelaba muchísimo verme graduado como ingeniero, lastimosamente no se pudo dar, pero, sé que desde el cielo usted está muy orgulloso de este logro y sé que lo va a celebrar en grande.

Puedo decir que gracias a **DIOS** lo pude terminar, y gracias a usted, por todos los consejos y enseñanzas que me dejó.

Con mucho amor y cariño esto es para usted **PAPÁ**, siempre está presente en mi mente y en mi corazón.

Brian A. Hernández M.

CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINA TOTAL, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA BÁSICA Y ENERGÍA FISIOLÓGICA EN EL PRIMER CALOSTRO SECRETADO EN VACAS HOLSTEIN, PARDO SUIZO Y JERSEY BAJO MANEJO INTENSIVO EN FINCAS LECHERAS GRADO A EN EL TRÓPICO

Brian Hernández

Junio, 2021

RESUMEN

El calostro secretado en el primer ordeño postpartal procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey de primer, segundo y tercer parto fue analizado para determinar el contenido de inmunoglobulina total (IgTs), la composición bioquímica básica (grasa, lactosa y proteína), el contenido de energía fisiológica (EF); así como el contenido de sólidos totales y la densidad. Se utilizó un total de 27 vacas lecheras especializadas en buen estado de salud de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey seleccionadas al azar; con una distribución balanceada de tres animales distribuidas en el 1^{er}, 2^{do} y 3^{er} parto. La toma del calostro fue sincronizada para evitar el amamantamiento de la cría y las muestras fueron centradas en un cuarto posterior. Las técnicas del laboratorio incluyeron: calostrometría para anticuerpos, análisis bioquímico y lactodensimetría. El análisis de los parámetros evaluados fue realizado mediante el diseño factorial más doble covarianza; en los cuales se anex la generación de las medias cuadradas ajustadas, la comparación auxiliar por el método de Tukey modificado y la correlación de Pearson; los cuales fueron ejecutados con el programa SAS. La concentración de inmunoglobulinas totales (IgTs) no fue influenciada varitativamente por la raza, los partos y mucho menos por la interacción raza x partos ($P > .05$); ni covariativamente por el peso de las vacas y el suministro del alimento concentrado prepartal ($P > .05$). No obstante, debido a las diferencias de las razas en peso corporal, producción y composición láctea, se generó las medias cuadradas ajustadas para el contenido de anticuerpos totales clasificadas en los primeros tres partos. El contenido de IgTs en los primeros tres partos en la raza Holstein fueron 96.67 ± 36.17 , 82.33 ± 4.04 y 95.33 ± 5.05 mg/ml; en la raza Pardo Suizo 96 ± 14.93 , 67.67 ± 7.50 y 96.67 ± 7.09 mg/ml; evidenciando que la concentración de anticuerpos totales fue menor después del segundo parto en todas las razas. No obstante, en todas las razas y partos se encontró un calostro promedio de calidad excelente al superar el valor de los 50 mg/ml de IgTs. El contenido de proteína en el primer calostro no mostro diferencias entre las razas ni entre las razas por el número de los partos ($P > .05$); sin embargo, los partos presentaron una contribución variativa diferente ($P < .05$). El contenido medio de proteína en el calostro en los primeros tres partos resultó en la raza Holstein 120.44 ± 13.01 , 81.94 ± 4.46 , 131.23 ± 26.98 g/kg; en la raza Pardo Suizo 96.83 ± 9.63 , 90.09 ± 9.01 , 119.17 ± 11.92 g/kg; y en la raza Jersey 119.48 ± 11.12 , 101.14 ± 18.34 y 137.45 ± 15.10 g/kg. El contenido de proteína en el primer calostro de todas las razas fue apropiado; sin embargo, el según parto estuvo asociado con los menores valores proteicos calostrales; mientras que el mayor contenido lo presentó la raza Jersey en su tercer parto. El contenido de grasa no fue afectado por la raza,

partos o interacción de ambos; y el peso corporal y el uso de concentrado prepartal no surtieron una influencia varitativamente. El contenido promedio de la grasa láctea en la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey resultaron en 53.81 ± 9.34 , 57.95 ± 18.38 y 68.81 ± 18.25 g/kg; destacándose que la misma disminuyó del primer parto al segundo, pero del segundo al tercer parto se produjo un aumento ligero; alcanzando 57.82 ± 8.07 , 60.82 ± 19.68 y 75.32 ± 15.14 g/kg para el tercer parto en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey. El contenido de lactosa no mostró diferencias estadísticas según la raza, los partos, la interacción raza x partos ($P > .05$); e igualmente el peso corporal y los niveles del alimento concentrado tres semanas antes del parto no causaron diferencias covariativas. La concentración de lactosa fue baja conforme al patrón calostrual; evidenciando en la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey 26.89 ± 3.62 , 24.80 ± 4.98 y 28.97 ± 6.69 g/kg. El contenido de sólidos totales no fue afectado por la raza, los partos, la interacción raza x partos, el peso corporal o el nivel de concentrado en la fase prepartal de tres semanas ($P > .05$). El promedio racial de sólidos totales en las vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey fueron 214.20 ± 17.05 , 228.60 ± 24.38 y 271.50 ± 24.29 g/kg; siendo la raza Jersey la del mayor contenido de sólidos en el primer calostro. El contenido de Energía Fisiológica Calostrual fue diferente entre las razas ($P < .05$) y en la interacción Raza por el número de los partos ($P < .05$); mas no fue influenciado covariativamente por el peso corporal y el alimento concentrado ($P > .05$). En las vacas Holstein el contenido de energía fisiológica fue parecido en el primer ($1,054.84 \pm 64.53$ Kcal/kg) y en el tercer parto ($1,032.70 \pm 124.74$ kcal/kg); mientras que el segundo parto mostró el menor contenido energético (843.44 ± 42.41 Kcal/kg). En la raza Pardo Suizo el contenido energético del calostro aumentó del primer al tercero parto; cuyas medias fueron 1167.94 ± 198.52 , 1187.20 ± 182.60 y 1190.38 ± 98.58 kcal/kg. En las vacas Jersey se produjo los mayores contenidos energéticos en el primer calostro; alcanzando: 1364.64 ± 43.25 , 1207.38 ± 112.71 y 1685.06 ± 125.37 Kcal/kg para el primer, segundo y tercer parto. El factor calostrual disimétrico promedio para las razas Holstein fue 1.063, Pardo Suizo 1.053 y Jersey 1.073 kg/ml; siendo la raza Jersey la de mayor densidad calostrual; valores que estuvieron correlacionados con los contenidos de proteína, grasa y lactosa. El primer calostro secretado inmediatamente después del parto en vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey presento un alto contenido de inmunoglobulinas totales; así como un elevado contenido de proteína, grasa, y lactosa; características que demuestran el valor inmunogénico y nutricional para el bovino recién nacido; dando el aporte biológico y el soporte para garantizar la protección inmunitaria y la nutrición especial del neonato; pero a su vez demandando el manejo de la alimentación efectiva del neonato dado las características de las lecherías Grado A; donde se presentan las mayores deficiencias que afectan la vida de las crías bovinas tipo leche.

PALABRAS CLAVES:

Bioquímicos calostrales, primer calostro, inmunoglobulinas, energía fisiológica, Holstein, Pardo Suizo, Jersey, Lecherías Grado A

TOTAL IMMUNOGLOBULIN CONTENT, BASIC BIOCHEMICAL COMPOSITION AND PHYSIOLOGICAL ENERGY IN THE FIRST COLOSTRUM SECRETED IN HOLSTEIN, SWISS BROWN AND JERSEY COWS UNDER INTENSIVE MANAGEMENT IN GRADE A DAIRY FARMS IN THE TROPICS

BRIAN HERNÁNDEZ

June, 2021

ABSTRACT

The First colostrum after parturition secreted by Holstein, Brown Swiss and Jersey cows was analyzed to determine total immunological concentration (TIGs), basic biochemical composition (fat, lactose and protein), physiological energy (PE); as well as total solids and density after the first, second and third parity. Experimental trial was based on 27 dairy cows (nine Holstein, nine Brown Swiss and nine Jersey cows, which were selected at random after considering a group by breed considering a healthy mammary system and a normal parturition. Colostrum sampling was synchronized immediately after parturition to prevent the first suckling by the calf and colostrum was taken from one rear mammary quarter. Laboratory techniques included immunoglobulin measured adjusted density and biochemical analysis for fat, lactose and total protein, as well as total solids and density. The analysis of the study was based on a factorial design plus double covariance, adjusted least square means and correlation, which were carried out in the software SAS. The analysis of variance – covariance showed that concentration of total immunoglobulin in the first colostrum secreted after parturition was not different between breeds, between parities ($P>.05$); nor was affected by covariance of weight at parturition or by level of grain mix offered during the last 21 days of gestation. However, TIGs means were generated by breed and parity based in the well-known differences in milk production and composition. The concentration of TIGs in Holstein cows for first, second and third parity resulted in 96.67 ± 36.17 , 82.33 ± 4.04 y 95.33 ± 5.05 mg/ml; in Brown Swiss cows: 96 ± 14.93 , 67.67 ± 7.50 y 96.67 ± 7.09 mg/ml and in Jersey cows was 86.67 ± 27.53 , 71.00 ± 18.52 and 110.67 ± 36.81 mg/ml. The TIGs showed the lowest concentration associated to second parity in all breeds, but it was increased toward the third parity. The concentration of total immunoglobulin was found to be excellent in all breed and parities since results were higher than 50 mg/ml. The total protein in first colostrum was not different between breeds ($P>.05$); however, parity showed its influence ($P<.05$). Total protein means for the first three parities in Holstein cows were 120.44 ± 13.01 , 81.94 ± 4.46 , 131.23 ± 26.98 g/kg; in Brown Swiss cows resulted in 96.83 ± 9.63 , 90.09 ± 9.01 , 119.17 ± 11.92 g/kg; and in Jersey cows were 119.48 ± 11.12 , 101.14 ± 18.34 y 137.45 ± 15.10 g/kg. Protein concentrations in all breeds and parities were appropriate; however, the second parity was associated to the lowest level of total protein. The highest protein content resulted in a third parity in the Jersey cows. Fat concentrations in colostrum was not influenced by breed, parity and the interaction Breed x Parity ($P>.05$). The fat content in the first colostrum secreted after parturition in Holstein, Brown Swiss and Jersey were 53.81 ± 9.34 , 57.95 ± 18.38 y 68.81 ± 18.25 g/kg. Lactose concentration was not influenced by breed, parity and their

interaction ($P > .05$); nor by both covariates ($P > .05$). Lactose means were low; whose levels for Holstein, Brown Swiss and Jersey cows were 26.89 ± 3.62 , 24.80 ± 4.98 y 28.97 ± 6.69 g/kg.

Total solids in the first colostrum were influenced by breed, parity and their interaction ($P > .05$). Adjusted means in Holstein, Brown Swiss and Jersey cows were 214.20 ± 17.05 , 228.60 ± 24.38 y 271.50 ± 24.29 g/kg. Level of physiological energy was different between breeds ($P < .05$), but covariates (weight and concentrate supplementation) did not influence ($P > .05$). Content of physiological energy was similar in the first parity ($1,054.84 \pm 64.53$ Kcal/kg) and the third parity in Holstein cows ($1,032.70 \pm 124.74$ kcal/kg); however, in the second parity concentration was the lowest energy content (843.44 ± 42.41 Kcal/kg). The three parities in Brown Swiss cows resulted in 1167.94 ± 198.52 , 1187.20 ± 182.60 y 1190.38 ± 98.58 kcal/kg; and in the Jersey cows showed the highest energy content (first parity 1364.64 ± 43.25 , second 1207.38 ± 112.71 y third 1685.06 ± 125.37 Kcal/kg). The density of colostrum by breeds were Holstein 1.063, Brown Swiss 1.053 and Jersey 1.073 kg/ml. The first secreted colostrum after parturition in Holstein, Brown Swiss and Jersey cows showed high content of immunoglobulin's, as well as fat, lactose and protein; which represents the high immunogenic quality and nutritional potency for the newborn calf; which warrants to provide antibody and nutrients to the neonate, once the correct management for colostrum feeding is included in the entire model used by dairy farms grade A; where there are many deficiencies affecting the newborn calves milk type.

KEY WORDS:

Colostrum Biochemical, First colostrum, immunoglobulin, physiological Energy, Holstein, Brown Swiss, Jersey, Dairy Farms Grade A.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	viii
INDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURA	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN LITERARIA.....	5
1. Capacitación del sistema mamario en la vaca: Mamogénesis y Lactogénesis .	5
2. Calostrogénesis y química del calostro en la vaca lechera.....	9
3. Composición y calidad inmunológica del calostro bovino	17
4. Los anticuerpos calostrales en bovinos y sus funciones de protección inmunológica.....	19
4.1. Importancia del suministro calostrado y aporte fisiológico para el recién nacido	23
5. Factores que inciden en la variación de la composición y los anticuerpos calostrales	26
6. Requerimiento inmunológico e inmunitario del neonato bovino	28

7. Tipos de inmunidad.....	33
7.1. Inmunidad adquirida.	34
7.2. Inmunidad Sistémica.....	34
7.3. Inmunidad Activa	35
7.4. Inmunidad Pasiva.....	36
7.5. Factores que Afectan la Transferencia de la Inmunidad Pasiva.....	36
7.6. Biología de la absorción de Inmunoglobulinas en el neonato bovino	39
8. Otros factores que afectan la composición del calostro y su potencial inmunológico.	43
8.1 Edad y producción calostrual	43
8.2 Número de Partos	43
8.3. Duración del periodo seco	46
8.4. Programa de alimentación de las vacas gestantes secas y en paritorio.....	47
8.5. Condición corporal al parto	49
8.6. Aptitud materna en las hembras rumiantes tipo leche	51
8.7. Manejo Reproductivo y función calostrogénica en la vaca lechera	53
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	56
1. Ubicación y caracterización del estudio	56
2. Hipótesis del estudio.....	57
3. Muestreo del calostro inicial	58
4. Razas, lactaciones y animales experimentales.....	58

5. Duración del estudio	60
6. Manejo de la vaca seca y en paritorio (control de salud, alimentación y suplementación) en la fase final de la gestación.....	60
7. Descripción biológica de la vaca muestreada.....	61
8. Muestreo y preservación del calostro	62
9. Composición química.....	63
10. Parámetros Dependientes	64
11. Análisis del estudio	65
11.1 Análisis Estadístico.....	65
12. Análisis de varianza - covarianza referencial del estudio	66
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
1. Contenido de la Inmunoglobulina Total en el calostro inicial.....	72
2. Composición bioquímica del primer calostrado postpartum.....	81
2.1. Contenido de Proteína total	82
2.2. Contenido de Grasa en el calostro inicial	89
2.3. Contenido de lactosa en el calostro inicial	95
2.5. Contenido de energía fisiológica neta del calostro inicial.....	108
2.6. Densidad del calostro inicial.....	114
2.7. Composición integral del calostro inicial	117
2.8. Correlaciones del contenido de anticuerpos y el contenido de energía neta fisiológica con la composición bioquímica del primer calostro en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.	119

V. CONCLUSIONES	130
VI. RECOMENDACIONES	132
VII. BIBLIOGRAFÍA	134

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I:	Características y evolución de la composición química del calostro y su importancia para el recién nacido.....	12
Cuadro II:	Composición del calostro según el número de ordeños después del parto.....	13
Cuadro III:	Composición química del calostro en Transición en la raza Holstein	14
Cuadro IV:	Influencia del contenido de anticuerpos en el calostro con la concentración de anticuerpos en el plasma en terneros	21
Cuadro V:	Simplificación de los factores de variación por raza, partos y vacas en la unidad experimental muestreados para el calostro inicial. .	59
Cuadro VI:	Condición de manejo general de las vacas por finca.....	60
Cuadro VII:	Ilustración del calostrómetro el calostro bovino, Escala del contenido de anticuerpos totales y colocación en el calostro (Coburn & Co, USA, 2017).....	63
Cuadro VIII:	Ilustración del analizador múltiple de leche equipo para el análisis químico del calostro y leche.....	64
Cuadro IX:	Análisis de varianza – covarianza referente del estudio	67
Cuadro X:	Matriz ajustada (sin periodo seco).....	69
Cuadro XI:	Secuencia bidimensional y ordenamiento de los datos a través de la matriz para el análisis estadístico en SAS.....	70
Cuadro XII:	Análisis de varianza – covarianza para el contenido de inmunoglobulinas totales o Anticuerpos Totales (g/kg) en el primer calostro producido en vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.....	73

Cuadro XIII:	Medias cuadradas ajustadas para el contenido de inmunoglobulina total (IgTs) en el calostro inicial según la raza y el número lactacional.....	76
Cuadro XIV:	Contenido medio ajustado de inmunoglobulinas totales en el calostro inicial en las tres primeras fases calostrales o lactaciones combinando las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.....	79
Cuadro XV:	Análisis de varianza – covarianza para el contenido de proteína total en el calostro inicial postparto según la raza y el número de los partos.	83
Cuadro XVI:	Medias cuadradas ajustadas del contenido de proteína total (g/kg) en el primer calostro según la raza en las primeras tres lactaciones.	84
Cuadro XVII:	Análisis de varianza – covarianza para el contenido de grasa en el calostro inicial según la raza y el número de los partos.	90
Cuadro XVIII:	Medias cuadradas ajustadas del contenido de proteína total (g/kg) en el primer calostro según la raza en las primeras tres lactaciones.	91
Cuadro XIX:	Análisis de varianza – covarianza para el contenido de lactosa (g/kg) en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.....	96
Cuadro XX:	Medias cuadradas ajustadas del contenido de lactosa en el calostro inicial según la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.....	99
Cuadro XXI:	Análisis de varianza y covarianza para el contenido de Energía Fisiológica Neta en el calostro inicial según la raza (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) y los primeros tres partos.	110
Cuadro XXII:	Medias cuadradas ajustadas para el contenido de Energía Neta Fisiológica en el calostro inicial según la raza en los primeros tres periodos calostrogénicos y calostropoiéticas.	112

Cuadro XXIII:	Medias del contenido de energía fisiológica neta en el calostro inicial según la raza y el número del parto.....	113
Cuadro XXIV:	Análisis de varianza – Covarianza para la densidad del calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres periodos postpartales.	115
Cuadro XXV:	Medias cuadradas y ajustadas para la densidad del calostro inicial según la raza y el número del periodo postpartal.	116
Cuadro XXVI:	Principales características bioquímicas y físicas del calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey	118
Cuadro XXVII:	Resumen de las correlaciones de Pearson entre el contenido de anticuerpos y la composición bioquímica del primer calostro en vacas Pardo Suizo.	125
Cuadro XXVIII:	Resumen de las correlaciones de Pearson entre el contenido de anticuerpos y la composición bioquímica del primer calostro en las vacas Jersey.	126

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica I:	Influencia del tiempo postparto al ordeño sobre el contenido de proteína total y lactosa en el calostro original y en transición en la vaca Holstein.....	15
Gráfica II:	Concentración de proteína según el número de partos	44
Gráfica III:	Relación del número de partos con el contenido de anticuerpos totales y la Energía Fisiológica en el calostro inicial en vacas lecheras cruzadas.....	45
Gráfica IV:	Representación de la concentración media de inmunoglobulinas totales en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en las primeras tres fases calostropoiéticas postpartales.	77
Gráfica V:	Tendencia genérica de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.	78
Gráfica VI:	Tendencia genérica de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.	80
Gráfica VII:	Medias de la concentración de proteína total en el calostro inicial en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.	86
Gráfica VIII:	Tendencia del contenido de proteína total en el calostro inicial en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos bajo tecnología lechera intensiva.....	88
Gráfica IX:	Concentración promedio ajustada de la grasa en el primer calostro en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.....	92

Gráfica X: Medias de la concentración de grasa (g/kg) en el calostro inicial en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.	93
Gráfica XI: Promedio del contenido de lactosa (g/kg, %) en el calostro inicial procedente de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey incluyendo los primeros tres partos en lecherías especializadas.	100
Gráfica XII: Contenido de lactosa (%) en el calostro inicial en vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey asociado con los primeros tres partos.	100
Gráfica XIII: Promedios ajustados del contenido de sólidos totales en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.	104
Gráfica XIV: Concentración de sólidos totales en el calostro inicial producido por vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en asociación con los primeros tres partos.	107
Gráfica XV: Promedio racial del contenido de Energía Fisiológica Neta del primer calostro en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.	111
Gráfica XVI: Medias de la densidad calostrál ajustada por covarianza en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.	117
Gráfica XVII: Unidad somática de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en la primera, segunda y tercera lactación.	128

ÍNDICE DE FIGURA

Figura I:	Principales hormonas mamogénicas y relación con la capacitación del sistema mamario en la vaca lechera.	6
Figura II:	Acción de las hormonas mitogénicas para el desarrollo de la glándula mamaria.	7
Figura III:	Resumen de la lactogénesis I y II en la vaca lechera	8
Figura IV:	El suministro del calostro oportunamente es determinante de la inmunidad pasiva temprana para la prevención de la neumonía en los terneros.	22
Figura V:	Proyección de la protección por inmunidad pasiva vía calostrál con la concentración de anticuerpos calostrales y el momento de la vacunación	25
Figura VI:	Influencia de la cantidad de calostro consumido sobre la concentración sérica de inmunoglobulinas en las siguientes veinte y ocho horas en el ternero.....	30
Figura VII:	Influencia de la concentración de Inmunoglobulinas séricas en los terneros en las primeras 28 horas de vida posconsumo con baja y alta concentración.	31

Figura VIII: Influencia del consumo de calostro y del tiempo postnatal sobre la concentración sérica de inmunoglobulinas, inmunidad efectiva y mortalidad de novillas.	33
Figura IX: Ilustración con imagen satelital de la Cuenca Lechera de Bugaba y Tierras Altas como zona de ubicación de las fincas muestreadas.	56
Figura X: Ilustración de la estructura de la molécula de lactosa.....	95

I. INTRODUCCIÓN

El calostro es el primer alimento que deben consumir los terneros como norma de manejo en la alimentación inicial del neonato para estimular el tracto gastrointestinal, proveer los anticuerpos maternos, proveer los nutrientes (agua, energía, iones, grasa, lactosa, vitaminas), accesar los factores bioquímicos de protección e integración gastrointestinal.

La secreción calostrual tiene tres funciones básicas; que han sido señaladas por Campos et al., (2007):

1. Protección del recién nacido durante los primeros días de vida frente a las posibles infecciones debido a su alto contenido de inmunoglobulinas (IgTs).
2. Aporte de energía para combatir la hipotermia debido a su alto contenido de grasa, proteína y en menor grado lactosa.
3. Facilita el tránsito intestinal, gracias a su elevado contenido en sales de magnesio con acción laxante; la hidratación e aporte de iones; lo cual contribuye en la eliminación del meconio o materia fecal inicial.

Los bovinos recién nacidos están desprovistos de inmunoglobulinas (IgTs) en el suero sanguíneo (Roy, 1980); por lo cual, no hay la capacidad de defenderse de los

virus, bacterias y parásitos. En los bovinos hay una placenta de tipo epiteliocorial, lo que impide el paso vía transcotiledonal de las IgTs desde la madre hacia el feto; quedando el neonato a merced de los anticuerpos calostrales para la protección integral postnatal (Robinson et al. 1998).

Al proveer calostro de buena calidad y en cantidad suficiente a la ternera o ternero, se reduce marcadamente la mortalidad de los animales; y por ende, la alimentación calostrual oportuna es un factor preventivo de las enfermedades en los bovinos en sus primeros meses de vida particularmente (Elizondo-Salazar, 2007). Los terneros que no consumen calostro o los que absorben cantidades insuficientes de IgTs, son más susceptibles a padecer infecciones provocadas por bacterias; tales como: septicemia, enteritis y neumonía (Bentley et al., 2017). Si las células intestinales no están saturadas por las proteínas del calostro, las bacterias patógenas podrían llegar a estos sitios y establecerse; ocasionando múltiples trastornos e incluso comprometer la vida.

El sistema digestivo del becerro recién nacido puede absorber grandes moléculas, como los anticuerpos intactos, sólo por un corto tiempo después del nacimiento; siendo ello posible solo hasta las 36 horas después de nacer (Campos, 2001). Este tiempo ocurre cuando se cierra la mucosa intestinal y comienza la activación del sistema digestivo del animal. La alimentación temprana con calostro es esencial; ya que las enzimas digestivas en el abomaso funcionan en forma limitada, lo que

permite a los anticuerpos llegar al intestino delgado sin ser degradados (Vargas et al., 2014). Si las bacterias llegan a los lugares de absorción antes que las proteínas del calostro, el becerro estará en peligro de adquirir una infección sanguínea, que en la mayoría de los casos conduce a la muerte (Robinson et al., 1988).

En consecuencia, la calidad del calostro debe ser evaluada objetivamente en base a su contenido de anticuerpos totales, sólidos totales, proteína total y grasa; por lo cual la ponderación de la calidad calostrual es un criterio biológico, nutricional e inmunológico integral (Araúz et al., 2011). Esta investigación fue presentada con la misión de evaluar el contenido de anticuerpos en el primer calostro para asociarlo con el potencial inmunogénico pasivo en el ternero recién nacido y a su vez relacionarlo con la raza y el número de partos sobre la base de la concentración de Inmunoglobulinas totales.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar la influencia de la raza (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) y el número de las primeras tres lactaciones sobre el contenido de anticuerpos totales y la composición bioquímica básica (grasa, lactosa, proteína) y su relación con los sólidos totales y el contenido de energía neta fisiológica; así como correlacionar la composición química con el potencial inmunogénico y bioenergético para el ternero recién nacido.

Los objetivos específicos del estudio fueron los siguientes:

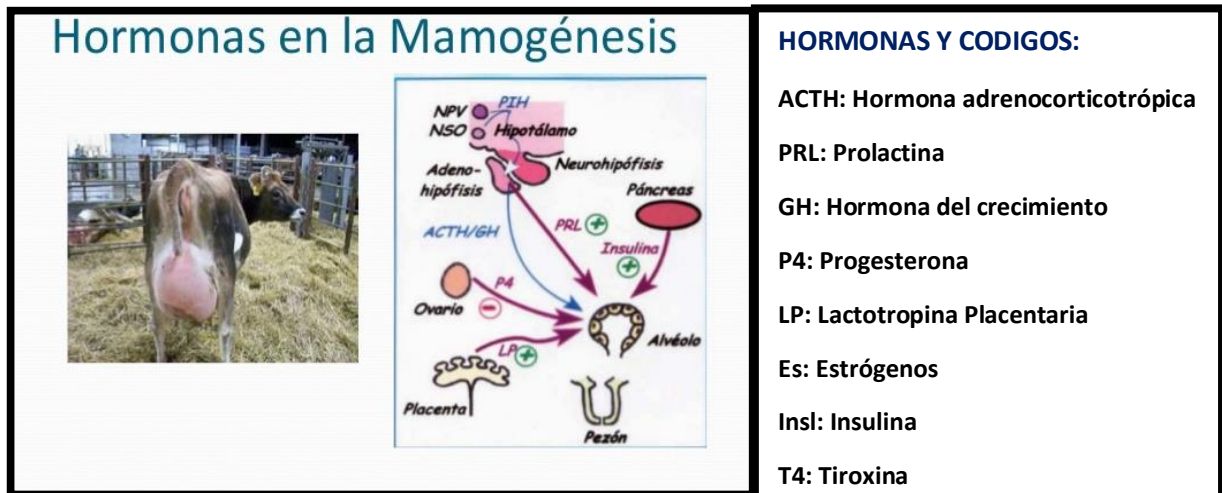
- Determinar la concentración de anticuerpos totales y el potencial inmunogénico del calostro según la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey en asociación con el periodo inmediatamente después de los primeros tres partos.
- Evaluar la composición bioquímica en base a la proteína total, grasa y lactosa en vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en las primeras tres fases postpartales.
- Correlacionar la composición bioquímica del calostro con su contenido de anticuerpos totales y con el potencial energético neto fisiológico.
- Evaluar si la raza y las primeras tres lactaciones influyen interactivamente sobre los parámetros bioquímicos (grasa, proteína y lactosa), el contenido de anticuerpos totales y el valor energético.

II. REVISIÓN LITERARIA

1. Capacitación del sistema mamario en la vaca: Mamogénesis y Lactogénesis

La glándula mamaria es una glándula sudorípara modificada, característica de los mamíferos, tiene una función importante en los fenómenos de la reproducción; pues su actividad calostrogénica y lactogénica están relacionadas con evolución de los reproductivos; destacándose desde la actividad ovárica que acompaña la pubertad hasta el desarrollo de la gestación (Schmidt, 1971; Kolb, 1979; Glauber, 2007). Tal como describió Tucker en 1987, el desarrollo y la capacitación monogénica y lactogénica del sistema mamario en el bovino ocurre en cuatro etapas bien diferenciadas; que son: crecimiento isométrico prepubertal, crecimiento alométrico pregestacional, crecimiento isométrico en la primera mitad de la gestación y crecimiento alométrico en la última mitad de la fase gestacional. Los factores hormonales de mayor importancia modulativa para el desarrollo de la mamogénesis son los estrógenos y la progesterona, además de otras hormonas que coadyuvan gradualmente (figura 1).

Figura I: Principales hormonas mamogénicas y relación con la capacitación del sistema mamario en la vaca lechera.



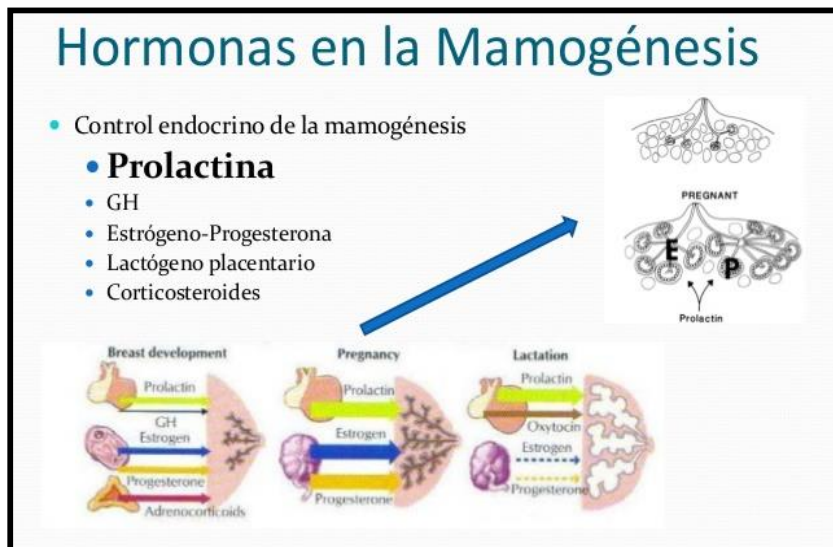
Fuente: Imágenes de Google (Internet, 2021).

Con el avance de la gestación se incrementa la acción de las hormonas mitogénicas; alcanzando el desarrollo de los lóbulos y de los alveolos; lo cual conduce a la lactogénesis I o fase inicial de la formación de la secreción mamaria. Esta fase se intensifica en los últimos dos meses de la gestación (Figura I); con lo cual aparece la calostrogénesis propiamente como indica Glauber (2007). La lactogénesis I evoluciona hasta la lactogénesis II en los últimos dos meses de la gestación y con lo cual se producirá la acumulación del calostro. Una vez se da inicio a la lactogénesis II, el metabolismo del sistema mamario se torna muy activo para realizar la biosíntesis calostrual en los últimos cuarenta días de la gestación; pero la síntesis láctea ocurrirá después del parto y estará acompañada de múltiples cambios hormonales que favorecen el funcionamiento lactogénico y el uso de las reservas corporales (Bath et al., 1986). Por ello, se ha destacado la importancia del

sistema vascular como factor determinante para el desarrollo del potencial lechero para el cumplimiento del suministro de los nutrientes demandados en el sistema mamario (Carrillo, 2003).

El desarrollo completo de la glándula mamaria ocurre durante la gestación, bajo la acción prolongada de las hormonas sexuales femeninas elaboradas en grandes cantidades; mientras que los estrógenos y las demás hormonas mitogénicas inducen la diferenciación del tejido parenquimal hasta alcanzar la formación lóbulo-alveolar (Glauber, 2007).

Figura II: Acción de las hormonas mitogénicas para el desarrollo de la glándula mamaria.



Fuente: Imágenes de Google (Internet, 2021)

La progesterona hace que los botones terminales de los conductos galactóforos se ensanchen en formaciones glandulares que rechazan al tejido adiposo. Los acinos se rodean por un tejido conjuntivo ricamente vascularizado. Su capa celular más externa se diferencia en las células mioepiteliales con capacidad contráctil; y así generar el mecanismo de la eyección alveolar de la leche (Genero et al., 2016).

La diferenciación del tejido parenquimal, el estado gestacional avanzado y los cambios hormonales que se desencadenan desde unos treinta días previos al parto dan lugar a la formación del calostro a través del proceso de la lactogénesis I y II; con las cuales se genera la formación de la base calostrada y se establece la acumulación de los anticuerpos totales en los alveolos mamarios (Glauber, 2007); lo cual se resume en la figura 3; donde se tipifica la función de los alveolos mamarios al avanzar la gestación en su fase final.

Figura III: Resumen de la lactogénesis I y II en la vaca lechera



Fuente: Imágenes en Google (Internet, 2021).

La hormona luteotropa (prolactina) del lóbulo anterior de la hipófisis desempeña un gran papel en el mantenimiento de la secreción láctea. Otras hormonas como la insulina, tiroxina y la hormona del crecimiento a través de las intermedinas o Factores de crecimiento I y II; participando de la regulación de las organelas en términos de su capacidad metabólica; las cuales conducen luego de la diferenciación celular epitelial a la maduración y a la formación gradual y sostenida del calostro (Genero y colaboradores, 2016).

El mantenimiento de la secreción láctea, corren a cargo del sistema nervioso y del sistema endocrino principalmente; ya que la capacidad de producción de la glándula mamaria depende del tejido parenquimal, de la mamogénesis y lactogénesis en su contexto prolactacional (Puppel et al., 2019).

2. Calostrogénesis y química del calostro en la vaca lechera.

El calostro es la secreción elaborada al final de la gestación y secretada después del parto ya sea a través del amamantamiento de la cría, por la extracción manual o mecánica después del parto. Es un líquido viscoso, de color amarillo denso o marrón debido a su fuerte contenido de albúminas y globulinas. Se caracteriza principalmente por su alto contenido en inmunoglobulinas; alcanzando hasta el 50 por ciento de los próticos totales en la secreción calostrual y cuyo valor inmunogénico es esencial para suministrar los anticuerpos y establecer la inmunización pasiva del recién nacido (Casas y Canto, 2015).

El calostro tiene un contenido en lactosa menor que el de la leche; y por el contrario es más rico en materias minerales; principalmente en cloruro de sodio. El mayor contenido en vitaminas: A, B₁, B₂ y C lo hacen un alimento de gran valor para el recién nacido; conteniendo de 700 a 900 Unidades Internacionales (UI) de vitamina A por 100 ml; mientras que el contenido de esta vitamina en la leche es de 120 a 150 UI/100 ml (Kehoe et l., 2007). Una característica de la secreción calostrual es su elevado conteo de celulares leucocitarias polimorfonucleares; a los que se reserva el nombre de corpúsculos de Donné. Estos parecen estar constituidos por elementos mixtos epiteliales e histiocitarios; su citoplasma encierra numerosas esférulas lipídicas y numerosas enzimas.

El calostro contiene más peroxidasa y catalasa y menos reductasa que la leche normal y su producción inicia con los cambios hormonales en la madre, reabsorción y degradación de las proteínas específicas/no específicas; así como también de otros componentes conducidos por el plasma (Lázaro, 2001). Por esta razón, el calostro debe ser retirado lo antes posible después del parto. Se cree que al finalizar el parto hay un periodo de dos a cuatro horas, en el cual el calostro retenido en las ubres aún conserva una buena calidad en vista de su contenido de sólidos totales, grasa, proteína total, minerales, vitaminas y ante todo inmunoglobulinas (Wattiaux, 2000).

El proceso de calostrogénesis ocurre en las últimas semanas de gestación cuando las células epiteliales comienzan a concentrar inmunoglobulinas. La producción de calostro termina con el inicio de la lactancia y las hormonas necesarias en la lactogénesis son las responsables del cese de la transferencia de inmunoglobulinas (Soba, 2008).

En las vacas adultas de la raza Holstein el primer ordeño contiene aproximadamente el 80% del valor de todos los componentes que la vaca producirá en el calostro (Elizondo, 2007). No es posible retirar todo el calostro en un solo ordeño, por lo tanto, aproximadamente un 20% de los componentes quedan para los ordeños subsiguientes, una porción de los cuales pueden ser degradados por la interacción hormonal.

La composición del calostro de la vaca sufre cambios sustanciales después del primer ordeño; evidenciando una reducción en el contenido de sólidos totales, proteína, grasa, globulina, caseína e inmunoglobulinas; tal como se muestra en el cuadro I. Sin embargo, el contenido de lactosa muestra un aumento considerable; lo cual es contrario a los demás elementos químicos del calostro durante su transición (cuadro I).

Cuadro I: Características y evolución de la composición química del calostro y su importancia para el recién nacido.

Variable	Calostro (ordeño post-parto)			Leche
	1	2	3	
Gravedad específica (kg•L ⁻¹)	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 ⁻¹)	3.2	2.5	1.5	0.06
Nitrógeno no proteico (%)	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•mL ⁻¹)	295	190	113	34
Vit E (µg•g ⁻¹)	84	76	56	15
Riboflavina (µg•mL ⁻¹)	4.83	2.71	1.85	1.47
Colina (mg•mL ⁻¹)	0.70	0.34	0.23	0.13

Adaptado de Davis y Drackley (1998).

Otros estudios han indicado la influencia que tiene el número de los ordeños después del parto sobre la composición del calostro en transición; sobresaliendo la reducción en la gran mayoría de los componentes químicos, con excepción de la lactosa (cuadro II) como reporta Davis y Drackley (1998).

Cuadro II: Composición del calostro según el número de ordeños después del parto.

Descriptor	Cantidad de ordeños secuenciales			Leche
	1	2	3	
Densidad (g/ml)	1.056	1.040	1,035	1.032
Sólidos %	23.9	17.9	14.1	12.9
Proteína %	14.0	8.4	5.1	3.1
Caseína %	4.8	4.3	3.8	2.5
IgG, g/litro	48.0	25.0	15.0	0.6
Grasa %	6.7	3.9	4.4	5.0
Lactosa %	2.7	3.9	4.4	5.0

Composición del calostro: (Foley and Otterby, 1978).

Wattiaux (2002) estudió la influencia del ordeño a un tiempo determinado después del parto; encontrando que todos los componentes químicos; con excepción de la lactosa que aumenta gradualmente desde 2.19% en el primer calostro hasta 4.72% a las 96 horas después del nacimiento de la cría (Cuadro III). Según este estudio, el contenido de caseína en el calostro se estabiliza a las 24 horas después del parto; la albumina presenta un cambio drástico desde 11.34% de la proteína hasta el 0.382% a las 96 horas postpartum' aunque los sólidos totales ya evidencian una estabilidad normal a las 36 horas después del parto; aplicando seis ordeños espaciados cada seis horas.

Cuadro III: Composición química del calostro en Transición en la raza Holstein

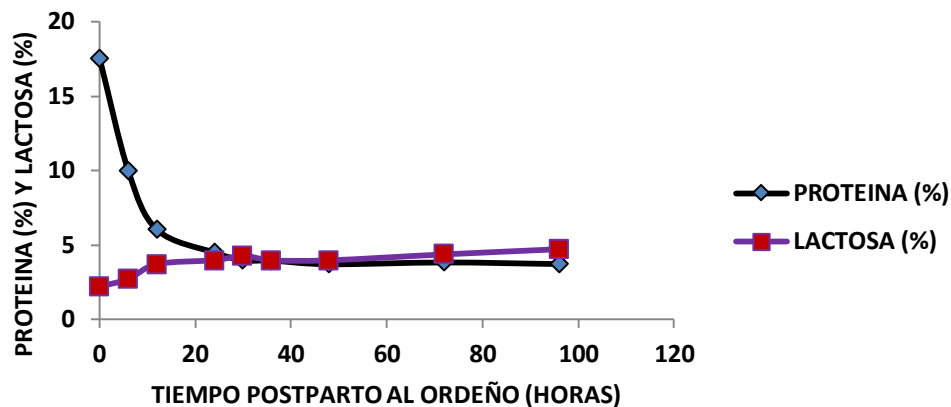
Composición química del calostro en transición							
Tiempo Postparto (horas)	Proteína Total (%)	Caseína (%)	Albúmina (%)	Grasa (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)	Sólidos Totales (%)
0	17.57	5.08	11.34	5.18	2.19	1.01	25.99
6	10.0	3.51	6.30	6.85	2.71	0.91	20.46
12	6.05	3.00	2.96	3.00	3.71	0.89	14.53
24	4.52	2.76	1.48	3.40	3.98	0.86	12.77
30	4.01	2.56	1.20	4.90	4.27	0.83	13.03
36	3.98	2.77	1.03	3.55	3.97	0.84	12.22
48	3.74	2.63	0.99	2.80	3.97	0.83	11.46
72	3.86	2.70	0.97	3.10	4.37	0.84	11.86
96	3.75	2.68	0.82	2.88	4.72	0.83	11.85

Fuente: (Wattiaux, 2002).

La transición en los componentes químicos del calostro es un aspecto esencial a partir del primer calostro que se obtenga en las primeras dos a cuatro horas después del parto. Los sólidos totales y la proteína son los dos renglones bioquímicos generalizados que más cambios evidencian. Wattiaux (2002) señala que la proteína total en el calostro de la vaca Holstein disminuyó desde 17.57% en

el calostro original hasta el 3.75% a las 96 horas postpartales; lo cual es una reducción relativa de 78.7%; mientras que los sólidos totales disminuyen desde 25.99% hasta un 11.85% a las 96 horas después del parto; alcanzando una reducción del 54.4%. En la gráfica I se muestra la tendencia en la reducción de la proteína total; mientras que la lactosa es el único componente que aumenta a medida que la secreción calostroal sufre una transición en su composición química y en sus propiedades físicas en función del número de ordeños secuenciales que siguen como parte del manejo de la vaca lechera después del parto (Araúz, 2018).

Gráfica I: Influencia del tiempo postparto al ordeño sobre el contenido de proteína total y lactosa en el calostro original y en transición en la vaca Holstein



Según Elizondo (2007), el manejo tiene una repercusión paralela sobre la composición del calostro en transición; el cual puede influir sobre el éxito de la inmunidad pasiva; además de las propiedades originales del calostro en el ganado lechero. Señala éste mismo autor que la eficacia del calostro para proveer

anticuerpos y nutrientes para la ternera tipo leche dependerá de la composición original del calostro, de la calidad nutricional e inmunogénica, del manejo oportuno sobre el uso del calostro y del propio estado funcional de la recién nacida.

Existen varios factores que pueden determinar cambios en la composición del calostro inicial y durante la fase de transición; limitando el suministro de nutrientes, pero especialmente, afectando el suministro de anticuerpos al recién nacido y su protección contra las bacterias, virus, hongos no solo durante los primeros días de vida postnatal, sino también con repercusiones en toda la vida del animal (Flennor y Stott, 1980).

La estabilidad bioquímica del calostro ha sido validada en base a la conservación mediante el congelamiento de hasta un año sin que se produzcan cambios significantes en la descomposición de la inmunoglobulina. Un informe de una investigación indica que el calostro fue congelado durante 15 años sin serios problemas de deterioración en su contenido de IgTs. Los congeladores tipo Frost Free (Libres de hielo) no son los indicados para congelar calostro por espacios largos de tiempo ya que tienen ciclos de descongelación; en los cuales el calostro puede descongelarse parcialmente y esto acortará la vida de almacenamiento del calostro (Mesoam, 2015).

3. Composición y calidad inmunológica del calostro bovino

El calostro bovino normalmente contiene entre 50 a 150 mg/ml de anticuerpos totales (IgTs); lo cual es considerado el mejor rango de anticuerpos totales (IgTs) para la protección del recién nacido para generar la inmunidad pasiva. Las principales inmunoglobulinas (IgTs) presentes en el calostro bovino son IgG, IgM e IgA; siendo la IgG la que mayor proporción representa; alcanzando entre el 85 % al 90 % de las inmunoglobulinas totales, la IgM comprende cerca de un 7% y la IgA cerca del 5% del total de IgTs calostrales (Casas y Canto, 2015).

El origen de las IgTs en las secreciones mamarias es de dos tipos: correspondiendo al origen humoral y a las que se originan en el propio sistema mamario. El mecanismo de Transporte esta está asociado principalmente con la circulación que es responsable de conducir los anticuerpos hasta el tejido parenquimal mamario y de allí deberá pasar a la circulación plasmática alveolar contactando la membrana basal de las células epiteliales mamarias o lactocitos (Roy, 1980; Davis y Drackley, 1998). La transferencia de la IgG del plasma al tejido mamario se realiza por varios mecanismos de Transporte a partir de la membrana basal hasta el citoplasma del lactocito y ya dentro de la célula epitelial mamaria seguirá los procesos del Transporte vía vesicular hasta alcanzar la membrana apical del lactocito para que ocurra la exocitosis vesicular y alcancen el lumen alveolar que es específicamente la inmunoglobulina D; ya que la IgA e IgE con sintetizadas en la célula epitelial mamaria (Genero et al., 2016). Esta es la principal razón por la cual la

concentración de IgTs en el suero sanguíneo de la madre disminuye de forma abrupta en las últimas semanas antes del parto (Casas y Canto, 2015).

Las vacas requieren varias semanas para volver a sintetizar las inmunoglobulinas transferidas al calostro y el origen local que incluye las IgTs sintetizadas directamente en la glándula mamaria; que son específicamente las IgA e IgM (Casas y Canto, 2015). Por otro lado, el calostro provee al neonato un variado y alto potencial nutricional como fuente de energía, grasa, vitaminas liposolubles (A, D y E), sales minerales y agua. El calostro tiene un efecto laxante que ayuda a la eliminación del meconio y al establecimiento de los movimientos intestinales (Campos, 2001). En consecuencia, el contenido de grasa, proteína, y lactosa sólidos y lactosa (Guidry, 1985; Araúz, 2010).

Los anticuerpos o inmunoglobulinas son proteínas que se encuentran en el torrente sanguíneo de la vaca; sin embargo, durante la fase gestacional avanzada, estas proteínas logran ser concentradas en el sistema mamario con el destino hacia el lumen alveolar de las células epiteliales mamarias (Glauber, 2007).

Los anticuerpos son parte del sistema inmunológico; cuya función es neutralizar y ayudar a destruir bacterias, así como secuestrar partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo del recién nacido al momento del parto o durante sus primeras horas de vida (Araúz, 2015).

4. Los anticuerpos calostrales en bovinos y sus funciones de protección inmunológica.

El calostro además de contener un alto porcentaje de agua, energía, proteína, vitaminas y minerales (Christiansen et al., 2010); también, posee factores de crecimiento, elementos protectores de la mucosa del intestino (aglutininas, interferón, interleukinas) e inmunoglobulinas que aseguran la protección de la cría bovina recién nacida y permiten el desarrollo del sistema inmune a corto y mediano plazo; el cual dará protección contra las bacterias que tengan contacto con el sistema gastrointestinal, respiratorio y el tegumento (Haines y Campos, 2021) para contribuir con la protección y el buen desempeño del bovino lactante (Davis y Drackley, 1998).

Entre las inmunoglobulinas tenemos varios tipos A, D, E, G y M, que son las encargadas de dar al recién nacido la inmunidad pasiva que le permitirá sobrevivir a posibles infecciones o enfermedades que ocurren en la primera etapa de vida (Wattiaux, 2002). Las inmunoglobulinas calostrales de mayor importancia en el orden de absorción son las G, M y A. 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 (Muller y Ellinger, 1981; Godden et al., 2019).

Por lo tanto, la mayor concentración de IgTs es más alta en el calostro del primer ordeño después del parto y disminuye en los ordeños subsiguientes (Bush y Staley, 1980). En consecuencia, la concentración de IgG1 está inversamente relacionada con el peso de calostro al inicio de la lactancia, lo que significa que las vacas altas productoras pueden producir calostro con una concentración baja de IgG1; aún en el primer ordeño después del parto (Stott et al., 1981; Morin et al., 1997, Liu et al., 2009). Un volumen de calostro menor a 8.5 kg en el primer ordeño, se ha tomado como criterio para seleccionar calostro de buena calidad en las vacas Holstein (Pritchett et al., 1991). La conservación en el banco de calostro para el manejo de las crías procedentes de vaca con leucosis viral bovina, atención de animales huérfanos y otras circunstancias por bioseguridad animal ameriten el empleo especial del calostro en la finca lechera a través de diversas metodologías (Araúz, 2018). La importancia de la IgG es identificar y ayudar a destruir patógenos invasores; sin embargo; esta proteína no puede pasar la barrera de los placentomas; por lo cual no se transfiere vía placentaria, pero si a través de las células epiteliales mamarias en las últimas semanas de la gestación en la vaca (Haines y Campos, 2021).

La inmunoglobulina M (IgM) se encuentran en la primera línea de defensa del organismo en caso de una septicemia (envenenamiento de la sangre); además son moléculas grandes que se ubican en la sangre y protegen al ternero de las bacterias (Roy, 1980). La inmunoglobulina (IgA) está encargada de proteger las superficies de las mucosas del intestino para evitar la adhesión de microorganismos

patógenos y virus que pueden causar enfermedades en las edades tempranas del recién nacido (Fernández et al., 1994; Quigley, 2004).

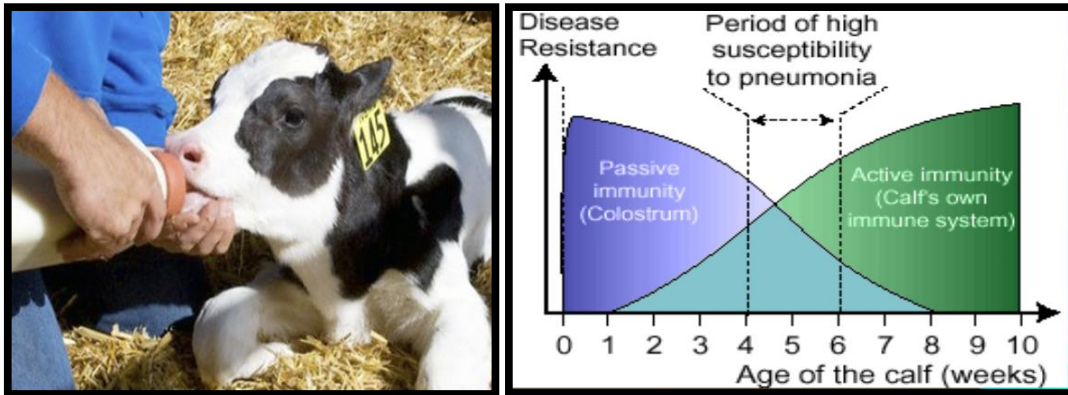
Cuadro IV: Influencia del contenido de anticuerpos en el calostro con la concentración de anticuerpos en el plasma en terneros

Categorías propuestas	Niveles propuestos IgG (g l ⁻¹)	Niveles equivalentes	
		CalostroSTP (g dl ⁻¹)	Suero sanguíneo Brix (%)
Excelente	>25,0	>6,2	>9,4
Bueno	18,0 – 24,9	5,8 – 6,1	8,9 – 9,3
Regular	10,0 – 19,9	5,1 – 5,7	8,1 – 8,8
Malo	<10	<5,1	<8,1

Adaptado de: Godden et al. (2019). STP: concentración de proteínas totales / Adapted from: Godden et al. (2019). STP: serum total protein.

Las inmunoglobulinas protegen al ternero contra los agentes virales, bacterianos y parasitarios; formando la primera línea de defensa humoral (Wattiaux, 2002) y por ende estas complementan la protección corporal y sistémica con la defensa celular leucocitaria (Kehoe et al., 2007). Según Roy (1980), el contenido de anticuerpos en conjunto con la composición química (sólidos totales, grasa, proteína, inmunoglobulina, lactosa, calcio, fósforo, vitamina A y E) se incluyen en la calidad del calostro.

Figura IV: El suministro del calostro oportunamente es determinante de la inmunidad pasiva temprana para la prevención de la neumonía en los terneros.



El calostro es una secreción de composición compleja, que incluye varios factores bioquímicos que contribuyen con las proteínas identificadas como inmunoglobulinas que complementan la protección del recién nacido. Según Arnold et al., (2009) y Glauber (2007), en el calostro podemos encontrar además de las inmunoglobulinas, otras sustancias que benefician la cría recién nacida; como:

- ❖ Factor de crecimiento epitelial (EgF).
- ❖ Factor de crecimiento insulinoide I y II (IgF-I e IgF-II).
- ❖ Factor de crecimiento de los fibroblastos (FgF).
- ❖ Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF).
- ❖ Factores de crecimiento transformadores A y B (TgA y B).
- ❖ Hormona del crecimiento (GH).

Según Campos et al., (2007), el calostro presenta otros elementos químicos adicionales a la composición química básica; entre las cuales sobresalen: aglutininas, interferón y las interluquinas; las cuales tienen la función de proteger la mucosa del intestino; mientras que las inmunoglobulinas garantizan el desarrollo del sistema inmune, dan protección contra bacterias entéricas y coadyuvan con el adecuado crecimiento.

Los factores de crecimiento presentes en el calostro aumentan la mitosis de las células y el crecimiento de los tejidos al estimular la síntesis de DNA y RNA. Dichos factores pueden aumentar el número de células "T", aceleran el proceso de la cicatrización de las heridas, estabilizan los niveles de glucosa, disminuyen la necesidad de la insulina, aumentan el crecimiento óseo y muscular y además estimulan la oxidación de las grasas (Campos et al., 2007).

4.1. Importancia del suministro calostrado y aporte fisiológico para el recién nacido

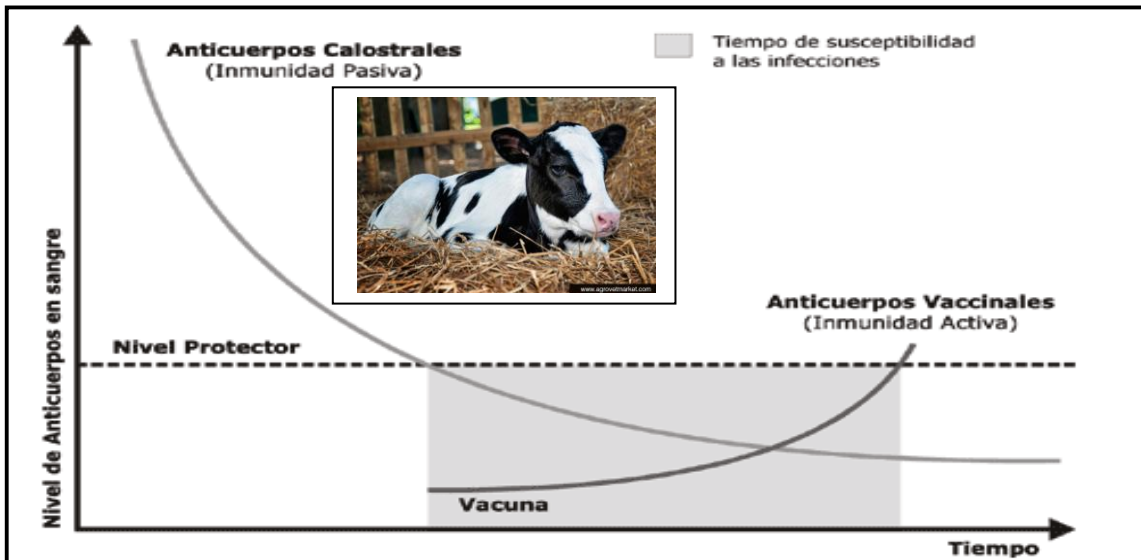
Es de suma importancia que el primer calostro se le dé al becerro tan rápido como sea posible luego del nacimiento; ya que el riesgo para los becerros de contaminarse con material fecal, pasto y camas u otros materiales contaminados puede ser disminuido mediante el consumo temprano del calostro y la separación de la madre (Elizondo, 2007). La principal justificación del suministro del calostro oportunamente es porque el neonato rumiante nace sin anticuerpos circulantes y su exposición a múltiples factores de riesgo bacteriano, viral y fúngicos constituye

parte de la experiencia extrauterina en un entorno que ya no es gnotobiotico como en el medio intrauterino dentro del espacio corion alantoides y amniótico (Fraser et al., 1993).

El calostro es una fuente de proteínas no específicas; tal como: la timosina, alfa 1 y B4, lactoferrina, insulina, factor de crecimiento de insulina y factores anti-estafilocociales. Estas proteínas son importantes para la resistencia a enfermedades infecciosas; así como también para otras funciones de estimulación y crecimiento de los tejidos. Adicionalmente, el calostro representa la fuente exclusiva de las proteínas específicas; también conocidas como anticuerpos calostrales o Inmunoglobulinas; las cuales una vez transferidas vía intestinal; logran ingresar a la circulación sistémica; dando lugar al establecimiento inicial de la inmunidad pasiva en el rumiante y que marca el perfil de los anticuerpos calostrales y su tendencia (figura VII) como indica Reyes – Castañeda (2016).

El calostro es una fuente concentrada de grasa, proteínas, vitaminas y minerales que aportan energía y contribuyen con el adecuado crecimiento y desarrollo del ternero; además contiene hormonas y factores de crecimiento que son muy importantes en la salud y crecimiento del becerro (Wattiaux, 2000).

Figura V: Proyección de la protección por inmunidad pasiva vía calostro con la concentración de anticuerpos calostrales y el momento de la vacunación



En un estudio realizado, el 9% de los terneros alimentados con un calostro de alta calidad dieron niveles insatisfactorios de IgG en las muestras de suero o mostraron ser incapaces de efectuar el traslado pasivo de la IgG a pesar de haber ingerido siete litros en las primeras 24 horas de vida. Otros estudios han confirmado, que el color (amarillo), la consistencia (color miel) o la textura espesa no son indicadores de la calidad del calostro (Godden et al, 2009).

Haines (2021) ha indicado el aporte fisiológico del calostro para el recién nacido; destacando que la importancia de la secreción calostroal ha sido enfática en el contenido y aporte de inmunoglobulinas; sin embargo, la composición bioquímica en lípidos, lactosa, proteínas adicionales a las inmunoglobulinas, los minerales, el

contenido de agua, los factores bioestimulantes de los receptores hormonales intestinales, el contenido de proteínas protectoras de la proteólisis gástrica e intestinal, la estimulación de la motilidad intestinal, el aporte bioenergético y su impacto en la homeostasis de la temperatura corporal, la facilitación de la gluconeogenesis auxiliar y el control de la acidez sanguínea asociada con el parto son algunos de los mayores beneficios fisiológicos al consumir tempranamente el primer calostro.

5. Factores que inciden en la variación de la composición y los anticuerpos calostrales

Según Rutter et al., (2010), hay muchas investigaciones que muestra que las vacas primíparas producen menor calidad y cantidad de calostro que las vacas multíparas. Melgar (1999) concluyó que la composición del calostro tanto química como inmunológica se ve influenciada por el número de la lactación. Sin embargo, en dicho estudio se encontró que el tiempo posparto fue más importante que el número de la lactación en base al contenido de las inmunoglobulinas totales. Durante los últimos días de la gestación, grandes cantidades de IgG1 y menores cantidades de IgG2, son transferidas al calostro; por lo cual se produce la oportunidad calostrogénica con un alto contenido de inmunoglobulinas (Pons, 2006). Sin embargo, debemos considerar que hay una multiplicidad de factores que pueden afectar la composición química y el contenido de anticuerpos en el calostro bovino (Vargas et al., 2014).

El calostro producido por animales de primer parto generalmente tiene una concentración menor de IgTs que en las vacas con mayor número de partos (Araúz et al., 2011). Por otro lado, el mecanismo de transporte de IgG hacia la glándula mamaria puede también estar menos desarrollado que en las vacas adultas (Genero et al., 2016). Diversos estudios han demostrado que la concentración de IgTs en el calostro aumenta linealmente con el número de lactancias hasta llegar a la cuarta; momento en el cual se estabiliza (Robinson et al., 1998). Otro factor de variación es el relacionado con la longitud del periodo seco; donde se sabe que si el periodo seco es muy corto (menos de tres semanas), no habrá tiempo suficiente para acumular anticuerpos en la glándula mamaria y ello afectará la calidad del calostro en términos de la concentración y disponibilidad de anticuerpos para garantizar el establecimiento de la inmunidad pasiva (Casas y Canto, 2015).

Algunos estudios han indicado que la raza puede tener algún efecto sobre la concentración de Inmunoglobulina en el calostro. Sin embargo, los resultados han sido variables y las tendencias poco consistentes. Davis y Drackley (1998) al comparar la concentración de Ig en el calostro de vacas de cinco razas de ganado lechero, encontraron que el promedio de IgTs fue de 6.6, 5.6 y 9.6% para la raza Pardo Suizo, Holstein y Jersey, respectivamente.

6. Requerimiento inmunológico e inmunitario del neonato bovino

La secreción calostrual de la glándula mamaria en los bovinos es importante para el ternero recién nacido, ya que la misma contiene los anticuerpos maternos que producen la inmunidad pasiva a través del consumo oportuno del calostro (Roy, 1980). Además, la secreción calostrual tiene la función de aportar la combinación ideal de lactosa, grasa, proteína e iones para estimular inicialmente el tracto digestivo y las glándulas anexas; facilitando los procesos digestivos (Puppel et al., 2019). El beneficio del calostro también incluye aspectos funcionales a lo largo del tracto gastrointestinal; ya que el consumo de calostro representa la primera oportunidad de ocupar las vías digestivas y con ello proveer los estímulos físicos, químicos, bioquímicos e hídricos para activar la mucosa gastrointestinal, las glándulas productoras de jugos digestores, la motilidad muscular, la liberación de jugos digestores propios de la digestión y la reacción funcional del abomasum, intestino delgado e intestino grueso (Araúz, 2011).

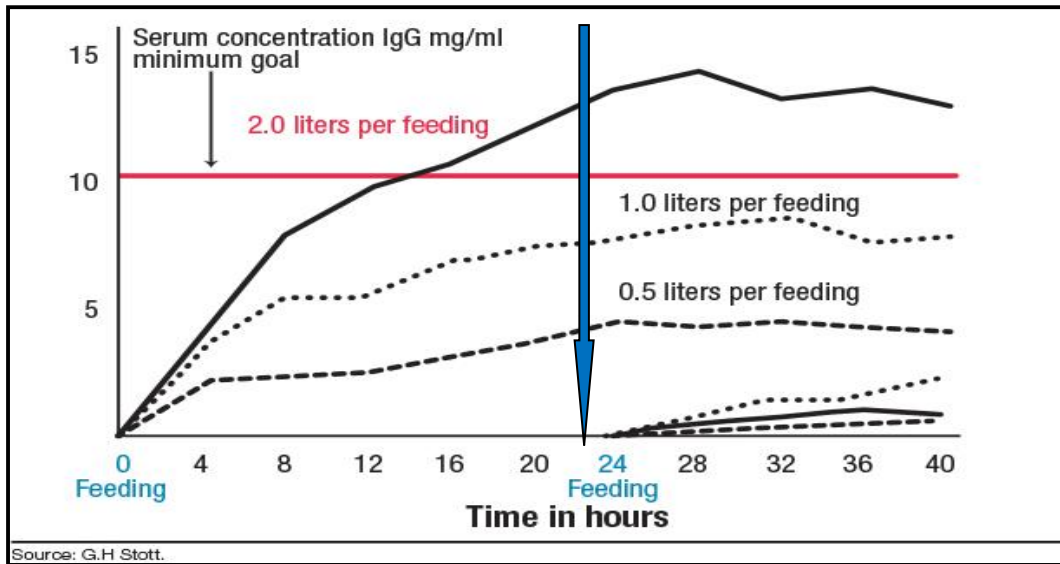
La composición del calostro está correlacionada con los requerimientos de anticuerpos y nutrientes para mantener la salud y el crecimiento muscular del ternero recién nacido (Roy, 1980; Davis y Drackley, 1988). Las vitaminas calostrales actúan como coadyuvantes inmunológicos para el bovino recién nacido a corto y mediano plazo; facilitando la transición del sistema de defensa a nivel celular y humoral (Reinhardt y Hustmeyer, 1987; Sharon y Meek 2002).

En consecuencia, la concentración de anticuerpos en el plasma en las primeras cuarenta horas dependerá de la calidad del calostro en términos inmunitarios (concentración de inmunoglobulinas), de la toma suficiente de calostro y del tiempo postnatal para el primer consumo calostrado propiamente. En la figura VIII) se muestra que entre mayor es el consumo del calostro inicial, mayor será la concentración de IgTs; pudiendo alcanzar 10 mg de IgTs/ml a las catorce horas posconsumo cuando se han suministrado 2 kg de calostro en la primera toma.

El bovino nace sin anticuerpos maternos (Guidry, 1985) y el sistema inmunológico del recién nacido no es funcional en los primeros meses de vida para dar la protección contra las enfermedades virales, bacterianas y parasitarias. En consecuencia, el calostro es esencial en los rumiantes para transferir los anticuerpos y para dar la protección de la cría en sus primeros meses de vida; especialmente para transferir la inmunoglobulina G que es la inmunoglobulina prevalente (Hurley y Theil, 2011).

El consumo oportuno del calostro permite que los factores proteicos anti proteolíticos contra la tripsina y quimiotripsina protejan los anticuerpos en el tracto intestinal; evitando la alteración de las proteínas calostrales (Outteridge, 1987).

Figura VI: Influencia de la cantidad de calostro consumido sobre la concentración sérica de inmunoglobulinas en las siguientes veinte y ocho horas en el ternero.

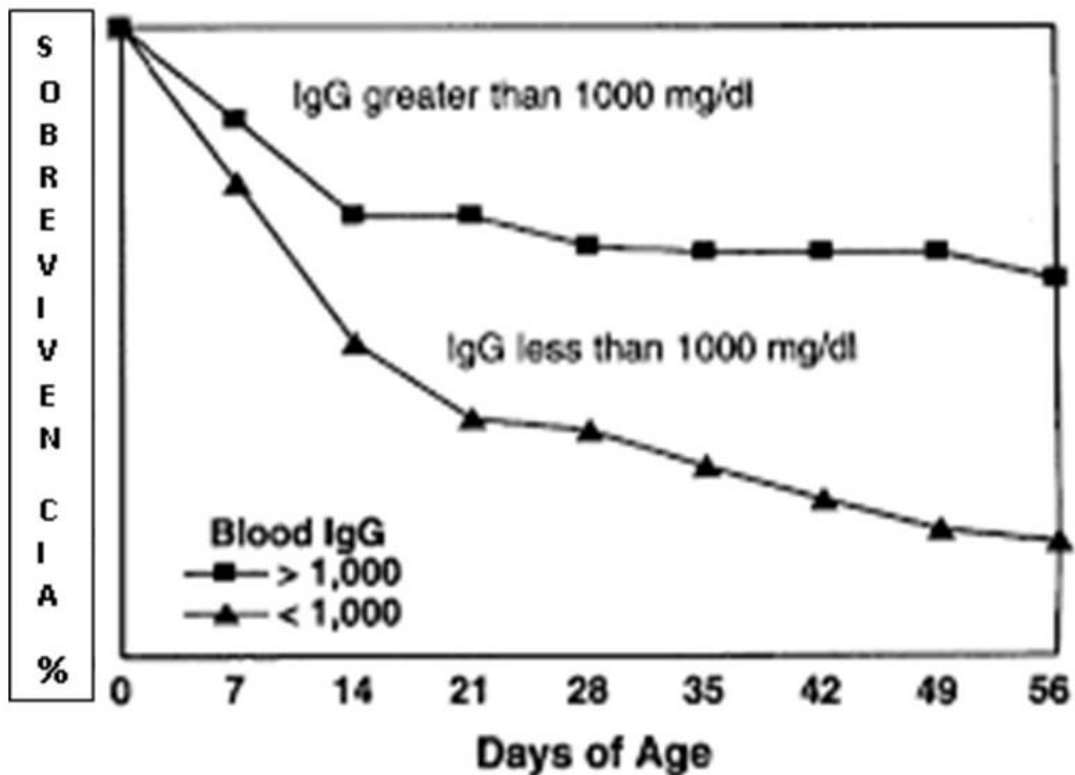


El consumo oportuno de un buen calostro en cantidad suficiente determina que el ternero recién nacido adquiera la concentración inmunoglobulina G igual o mayor a 10 mg/ml de suero; lo que permite alcanzar hasta un 94% de animales destetados y saludables (Vigortone, 2006). Esta protección es esencial para la salud y para un óptimo desarrollo que se refleja en la ganancia de peso y en la baja mortalidad hasta el destete (Merrick Animal Nutrition, 2005).

La biodisponibilidad sérica de las inmunoglobulinas es fundamental para la sobrevivencia de los terneros en sus primeras horas y días de vida. En la figura VII se ilustra cómo influye la concentración de anticuerpos calostrales a nivel sérico; destacándose que cuando la concentración sérica es superior a los 1000 mg/100 ml

de suero, se logra una mayor sobrevivencia en el tiempo. Ello significa que el manejo del calostro temprano en el post nacimiento y la calidad del calostro interactúan para favorecer la protección del neonato y en consecuencia el manejo preventivo oportuno es el mayor seguro de vida para los terneros (Araúz, 2018c).

Figura VII: Influencia de la concentración de Inmunoglobulinas séricas en los terneros en las primeras 28 horas de vida posconsumo con baja y alta concentración.

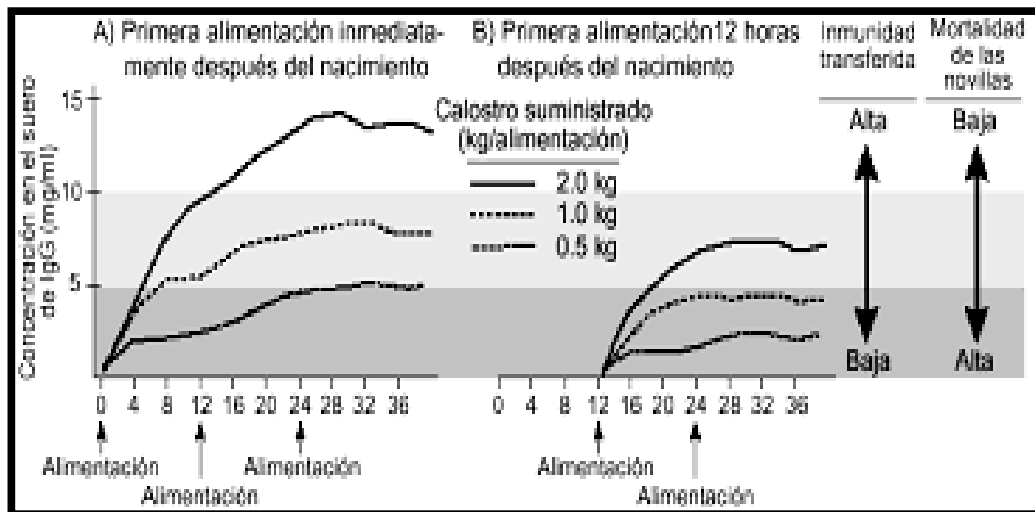


Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las fincas lecheras, puesto que es en esta etapa de su vida cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento según la edad. El calostro es el primer alimento que

debe consumir el ternero en sus primeras horas de vida, el cual es de vital importancia para su correcto desarrollo y crecimiento, lo que le permitirá tener una vida sus primeros tres meses de vida; mientras que su sistema inmunológico adquiere una mayor madurez celular y humoral (Fraser et al., 1993); lo cual justifica el consumo de calostro en cantidad y calidad oportunamente (Mesoam, 2015).

El calostro de máxima calidad presenta un alto contenido de sólidos totales (24.0%), grasa (7%), proteína (14%) y lactosa (2.7%); sin embargo, el contenido de inmunoglobulinas constituye el factor más crítico para el neonato bovino para facilitar la absorción de inmunoglobulinas vía intestinal y para la supervivencia de los animales hasta la edad de novillas (Figura VIII). Serán importantes el consumo de calostro, la calidad inmunogénica y el momento postnatal en la que se efectúa el primer consumo de calostro; ya que el cierre de la mucosa intestinal en las primeras 24 a 36 horas después del nacimiento constituye una limitante de la absorción de inmunoglobulinas y del incremento a nivel sérico (Quigley, 2004; Hurley y Theil, 2011).

Figura VIII: Influencia del consumo de calostro y del tiempo postnatal sobre la concentración sérica de inmunoglobulinas, inmunidad efectiva y mortalidad de novillas.



Fuente: Wattiaux, 2002.

La producción y calidad del calostro, el nivel de ingestión y el tiempo entre el nacimiento y la primera toma son algunos de los factores de importancia biológica y de manejo para la cría bovina recién nacida (Araúz et al., 2011).

7. Tipos de inmunidad.

La forma y los mecanismos inmunológicos que participan en la vida del animal para establecer las defensas humorales y para celulares ha sido clasificada en pasiva y activa; destacándose que la inmunidad pasiva corresponde a la inmunidad que las crías de los animales mamíferos reciben vía placentaria y/o vía calostrado (Roy, 1980; Guidry, 1985); mientras que la inmunidad activa es aquella que el animal desarrolla

mediante la respuesta del sistema inmunogénico al exponerse al factor de reto inmunológico (Vargas et al., 2014).

7.1. Inmunidad adquirida.

Las crías del *Bos Taurus* y del *Bos indicus* nacen sin inmunidad, debido a que la barrera placentaria no permite el paso de las inmunoglobulinas maternas y en consecuencia el ternero depende para su supervivencia de la inmunidad pasiva que puede adquirir a través del calostro, gracias a las inmunoglobulinas (Fernández et al., 1994). Estas moléculas proteicas de gran tamaño pueden ser absorbidas intactas por el sistema digestivo durante las primeras 24 horas de vida; ya que a medida que las células intestinales maduran se pierde su habilidad de absorberlas (Lázaro, 2001).

7.2. Inmunidad Sistémica

La inmunidad sistémica se fundamenta en la circulación de los anticuerpos o inmunoglobulinas a través de la sangre y otros fluidos corporales; los cuales son aportados por la madre vía placentaria y/o por la vía calostrada; dependiendo de la especie mamífera. Este paso es esencial para la salud y la vida de la cría bovina, hasta tanto el sistema inmunitario logre su madurez y la capacidad de generar los anticuerpos para la propia protección del individuo (Fraser et al., 1993).

Los anticuerpos circulantes en el bovino joven se dan por la ingestión del calostro a través de las primeras 24 a 36 horas postnatales; ya que la estructura de la placenta y el peso molecular de los anticuerpos maternos no logran atravesar los placentomas y en consecuencia, el neonato bovino nace sin anticuerpos sistémicos (Pons, 2006). Esta inhibición es específica de los linfocitos tipo B; quedando las respuestas de los linfocitos T intactas y depende de la concentración relativa de anticuerpos maternos y de la dosis de la vacuna administrada como inmunidad activa (Tizard, 1989).

7.3. Inmunidad Activa

La adquisición de inmunoglobulinas a partir del calostro por parte del becerro se denomina “inmunidad pasiva” y la formación de anticuerpos endógenos se conoce como “inmunización activa”; que conduce a la “inmunidad activa” (Tizard 2001). Cuando los animales son expuestos a un organismo mediante una vacuna, el organismo orienta en su sistema inmunológico a la capacitación de las células linfocíticas para la producción de anticuerpos (Roy, 1980; Tizard, 2001). Los anticuerpos generados permanecen en el plasma y otros fluidos corporales y reconocerán a los organismos extraños y los destruirán. El cuerpo activa células que pueden matar a los organismos que causan la enfermedad más directamente. Cuando un individuo tiene un sistema inmune que efectivamente lo protege contra los organismos patógenos se dice que tiene inmunidad o que es inmune a ese organismo. Cuando el sistema inmune produce los anticuerpos a partir de la

exposición a los estímulos de los cuerpos extraños o microorganismos se dice que tiene inmunidad activa (Kolb et al., 1979).

7.4. Inmunidad Pasiva

Este término es usado para describir anticuerpos protectores obtenidos pasivamente de una fuente externa; siendo la madre vía placentaria o vía calostrada. Los anticuerpos existentes en el flujo sanguíneo de la vaca son incapaces de cruzar la barrera de la placenta. Los terneros pueden recibir anticuerpos de sus madres vía calostro. Durante las últimas tres semanas de la preñez, los anticuerpos del flujo sanguíneo de la vaca se alojan en la ubre' de tal manera que en el parto, la concentración de anticuerpos en la secreción calostrada alcanza su pico y después decae rápidamente como producto de la transición hacia la secreción láctea propiamente (Rutter, 2010).

7.5. Factores que Afectan la Transferencia de la Inmunidad Pasiva

La absorción oportuna de los anticuerpos calostrales totales (IgTs) es esencial para que las terneras puedan adquirir inmunidad pasiva efectiva; lo cual dependerá del tiempo postnatal a la primera toma de calostro. De igual manera, es esencial que la concentración de anticuerpos sea igual o superior a los 50 mg/ml para garantizar la masa de anticuerpos en el intestino delgado y facilitar la inmunodifusión entérica en las primeras horas después del nacimiento (Haines y Campos, 2021).

En el patrón del manejo calostrado en bovinos se han considerado los siguientes aspectos críticos para conducir a la inmunogénesis pasiva del bovino recién nacido; puntos que son respaldados por varios autores (Pons, 2006; Glauber, 2007; Morales y Ramírez, 2014; Araúz, 2018).

- 1º. Higiene del sistema mamario para la obtención del calostro.
- 2º. Pesar el ternero o ternera al nacer.
- 3º. Evaluar de la organolepsis del calostro y ver si hay mastitis.
- 4º. Evaluar la calidad calostrado inicial obtenido después del parto (IgTs \geq 50 mg/ml).
- 5º. Suministrar calostro en las primeras dos horas postnatales (5 a 7% del peso vivo).
- 6º. Utilizar la sonda esofágica para proveer el calostro en caso de que se asista el suministro calostrado o en última instancia una mamila apropiada que prevenga la broncoaspiración.
- 7º. Evitar la presencia de factores y condiciones de predisposición y contaminación.
- 8º. Ofertar el bienestar biofísico y térmico al bovino recién nacido.
- 9º. Proteger los sectores tegumentarios de riesgos para la contaminación (ombligo, pezuñas, piel, ojos, sector bucal externo y fosas nasales).

La falla en la transferencia pasiva de anticuerpos se refleja en la generación de pérdidas económicas asociadas con una alta prevalencia de enfermedades y diversos problemas de salud, altos costos en insumos y medicamentos, pagos extras por servicios veterinarios, alta mortalidad y deterioro funcional de los animales sobrevivientes como destacan Vargas et al., (2014) y Araúz (2018). En consecuencia, el suministro de calostro es esencial en las primeras horas de vida para lograr el nivel de inmunoglobulinas séricas apropiadas en los primeros días de vida para lograr la protección contra los virus, bacterias, hongos y otros factores ambientales que comprometen la salud en los primeros meses de vida (Campos, 2001).

Según Bentley et al., (2010), la meta de la primera toma de calostro debe garantizar que el ternero recién nacido consuma entre 100 y 150 g de anticuerpos totales para asegurar la transferencia de inmunoglobulinas dentro del periodo permisible para la absorción intestinal. La influencia del suministro oportuna del calostro con un apropiado contenido de inmunoglobulinas totales es vital en términos del manejo preventivo del neonato para la protección del ternero recién nacido (Casas y Canto, 2015); pero también ello trasciende en la vida productiva del animal, una vez se alcanza la madurez reproductiva e ingresa en el ciclo de la producción (Godden et al., 2019)

7.6. Biología de la absorción de Inmunoglobulinas en el neonato bovino

Las terneras son capaces de absorber IgTs del calostro hasta las 24 horas después del nacimiento (Campos et al., 2007). Si se presenta algún problema en la absorción de IgTs, particularmente IgG1; se observará como resultado una baja concentración de IgTs en el suero sanguíneo conocida como hipogammaglobulinemia; la cual conducirá a un aumento en la incidencia de enfermedades y a una mayor mortalidad (Robinson et al., 1988; Godden et al., 2019).

En consecuencia, el manejo oportuno de la higiene del sistema mamario, la toma correcta del calostro, su cuidado térmico, la evaluación del contenido de anticuerpos y el suministro en función del 10% del peso vivo son medidas del buen manejo calostrado para garantizar la inmunidad pasiva (Bentley et al., 2010; Casas y Canto, 2015).

7.7. Cantidad de Inmunoglobulinas absorbidas y requerimientos de anticuerpos.

Además de una toma oportuna de calostro, la concentración de IgTs en el suero sanguíneo depende también de la cantidad de IgTs consumidas, la cual depende del volumen de calostro consumido, de la concentración de IgTs en el calostro y de la eficiencia de absorción de IgTs en el intestino delgado (Davis y Drackley, 1998). En consecuencia, las normativas del manejo calostrado están orientadas para

asegurar un adecuado nivel de IgTs en el suero sanguíneo; por lo cual se consideran las siguientes condicionantes que determinan el éxito: consumo calostrado oportuno, concentración de inmunoglobulinas igual o superior a 50 mg/ml, suministro del al menos cinco a siete por ciento del peso vivo y garantizar el manejo apropiado durante el suministro para no comprometer el sistema respiratorio (Lázaro, 2001).

La masa de anticuerpos requerida para la protección de los terneros recién nacidos ha sido considerada entre 100 y 120 g de inmunoglobulinas totales que deberán ser ingeridas en las primeras horas después del nacimiento; para que los anticuerpos alcancen el sistema corporal vía la circulación general (Roy, 1980; Wattiaux, 2002; Rutter, 2010).

8. La Influencia de la raza en la composición calostrada y el contenido de inmunoglobulinas.

En el proceso de la calostrogénesis se desarrolla en los últimos días de la gestación; sobresaliendo una mayor cantidad de IgG₁ y menor cantidad de IgG₂ como parte del patrón de transferencia de anticuerpos en la glándula mamaria al calostro en la hembra bovina (Genero et al., 2016). Sin embargo, muchos factores influyen sobre la concentración de IgTs y la calidad del calostro de vacas lecheras; sobresaliendo la raza, número de partos, el manejo nutricional prepartal y la época anual (Araúz, 2018). Algunos estudios han indicado que la raza tiene cierto efecto

sobre la concentración de IgTs en el calostro; sin embargo, los resultados han sido variables y las tendencias poco consistentes (Muller y Ellinger (1981). Las razas especializadas en producción de leche como la Holstein producen una mayor cantidad de calostro, pero con una menor calidad según la concentración de anticuerpos en comparación con otras razas lecheras como la Guernesey, Jersey, Ayrshire y Pardo Suizo (Davis y Drackley, 1998).

La concentración de inmunoglobulinas en el calostro al momento del parto es altamente variable entre vacas. Un estudio realizado por Shearer et al., (1992) demostró que de 2045 muestras de calostro analizadas; solo 137 de ellas (6.70%) presentaron niveles adecuados de IgTs (50 mg/mL o más); mientras que 13.5% presentaron un nivel intermedio de anticuerpos y la gran mayoría presentaron un bajo contenido de anticuerpos en el calostro con bajos contenidos de IgTs (79.8%). Otro estudio en vacas lecheras cruzadas múltiparas en el trópico por Araúz et al., (2011) indicó que la calidad del calostro según el contenido de inmunoglobulinas totales (IgTs) fue variable; reportando que el 16.67% de las muestras presentaron menos de 35 mg/ml; mientras que el 86.11% de las muestras biológicas calostrales presentaron una buena calidad según los anticuerpos (36.5 a 90.0 mg/ml). Las características biológicas de los animales utilizados fueron diferentes en términos somáticos de las razas lecheras referentes Holstein y Pardo Suizo; cuyo peso corporal fue 416.69 ± 31.43 kg con una condición corporal al parto de 3.48 ± 0.24 , un hematocrito $30.88 \pm 2.34\%$, una hemoglobina 10.76 ± 0.57 g/100 ml y un conteo de eritrocitos de 5.45 ± 0.28 millones/ml (Araúz et al., 2011).

La concentración de IgG1 está inversamente relacionada con el peso del calostro al inicio de la lactación, lo que significa que las vacas altas productoras pueden tener calostro con una concentración baja de IgTs aún en el primer ordeño después del parto (Stott et al., 1981). Un volumen de calostro menor a 8.5 kg en el primer ordeño ha sido sugerido como un criterio práctico para seleccionar el calostro de buena calidad en vacas Holstein (Pritchett et al., 1991).

El calostro producido por animales de primer parto (novillas) generalmente tiene una concentración menor de IgTs que aquel producido por vacas con mayor número de partos. El mecanismo de transporte de IgG hacia la glándula mamaria puede también estar menos desarrollado que en las vacas adultas según Devery y Larson (1983). Diversos estudios han demostrado que la concentración de IgTs en el calostro aumenta linealmente con el número de lactaciones aditivas hasta llegar a la cuarta; momento en el cuál se estabiliza (Robinson et al., 1998).

Algunos estudios han indicado que la raza puede tener algún efecto sobre la concentración de Ig en el calostro; sin embargo, los resultados han sido variables y con una baja consistencia. Muller y Ellinger (1981) encontró que la concentración de anticuerpos totales en el primer calostro después del parto presento un promedio con una variación medial entre cinco razas del 22.16%. Los valores promedio

porcentuales de la concentración de IgTs en el calostro según la raza fueron: 8.1 (Ayrshire), 6.6 (Pardo Suizo), 6.3 (Guernsey), 5.6 (Holstein) y 9.6% (Jersey).

8. Otros factores que afectan la composición del calostro y su potencial inmunológico.

8.1 Edad y producción calostrual

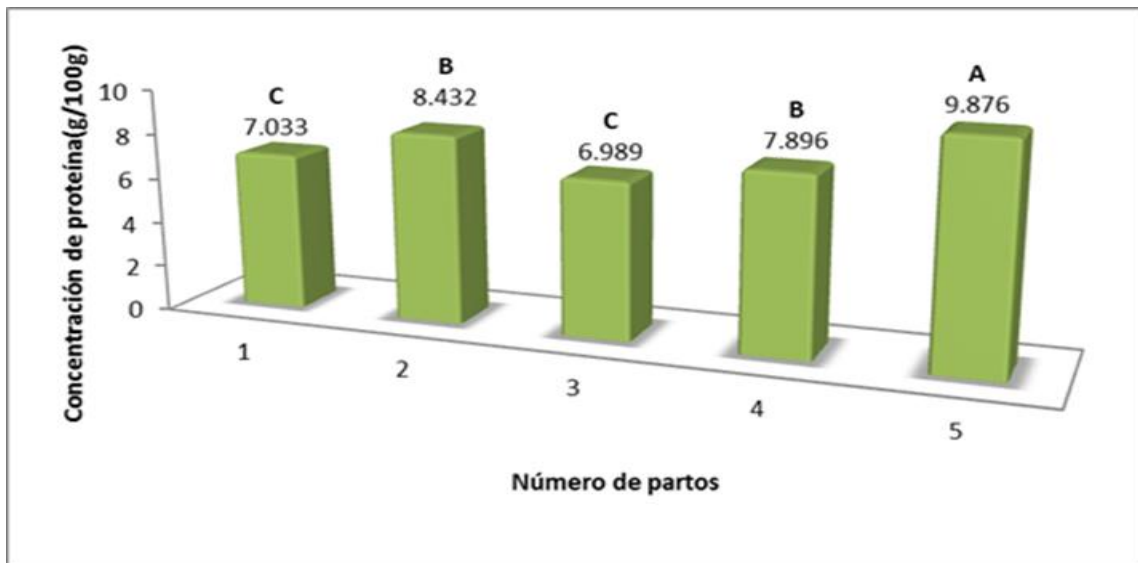
Las vacas más jóvenes presentan menor producción láctea inicial y por ende menos secreción calostrual con menores concentraciones de inmunoglobulinas que las vacas adultas o multíparas. La concentración de anticuerpos en promedio es mayor en vacas adultas (mayor al ocho por ciento) que en las vaquillas (Robinson et al., 1998). Además, las vacas de más edad producen calostro con mayor cantidad de anticuerpos que las vacas jóvenes porque han tenido más tiempo para construir una mayor inmunidad frente a las enfermedades que se presenten en la finca (Wattiaux, 2002).

8.2 Número de Partos

Según investigaciones realizadas por Del Cid (2015), el número de partos mostró una variación considerable en la concentración de anticuerpos calostrales; siendo para el 5^{to} 9.876, 2^{do} 8.432, 4^{to} 7.896, 1^{ro} 7.033 y para el 3^{ro} 6.989 g/100 gramos como se ilustra en la gráfica II. Según (Lázaro, 2001), las vacas que producen más

de ocho litros en el primer ordeño sufren una reducción en la calidad del calostro según el contenido de anticuerpos.

Gráfica II: Concentración de proteína según el número de partos

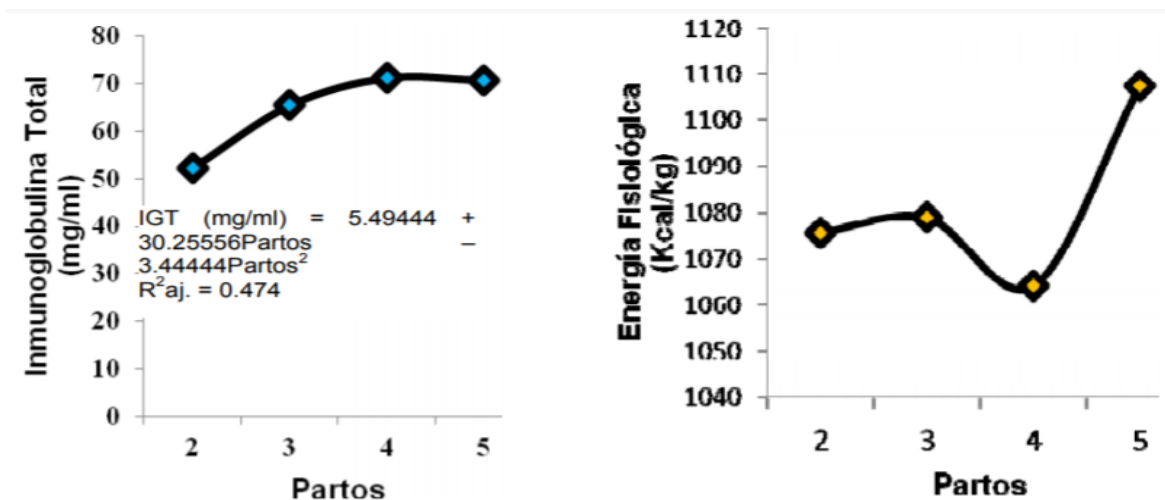


Fuente: Lázaro, 2001.

Según el mismo autor esta variable se relaciona directamente con la cantidad de inmunoglobulinas, ya que la mayoría de la proteína está compuesta por globulinas. Las vacas de segundo y quinto parto fueron las que presentaron la mayor concentración de Inmunoglobulinas totales y de proteína total. En esta investigación se demostró que a partir del primer ordeño ocurre un descenso drástico en los niveles de proteína ya que es en el primer ordeño donde se secreta la mayor cantidad de nutrientes tal como lo señala (Elizondo-Salazar, 2007).

Otros estudios indican que el número de partos influye en la composición del calostro inicial y sobre el contenido de anticuerpos y su contenido bioutilizable energéticamente. Araúz y colaboradores (2011) reportaron que el calostro inicial obtenido en vacas lecheras cruzadas $\frac{3}{4}$ Pardo Suizo x $\frac{1}{4}$ Cebú presentó variaciones considerables en el contenido de Inmunoglobulina Total y en el valor energético disponible para el ternero recién nacido; como se ilustra en la gráfica III a continuación. La concentración de inmunoglobulinas totales aumentó desde el primero hasta el cuarto parto; evidenciando un incremento considerable de 50 hasta 72 mg/ml; mientras que se observó una estabilidad en el contenido de inmunoglobulina entre el 4^{to} y 5^{to} parto respectivamente.

Gráfica III: Relación del número de partos con el contenido de anticuerpos totales y la Energía Fisiológica en el calostro inicial en vacas lecheras cruzadas



Fuente: Araúz y colaboradores, 2011.

Adicionalmente, se observó que el contenido de Energía Fisiológica Calostrál fue muy variable, pero aumentó según los partos; lo cual fue sostenido en función del contenido de grasa y lactosa como parte del análisis y patrón bioquímico detectado en la secreción calostrál inicial.

El incremento del contenido de sólidos totales (grasa, proteína, lactosa) en el calostro inicial fue manifiesto al aumentar el número de los partos; mostrando un mayor potencial inmunogénico, nutricional y bioenergético para el recién nacido. En consecuencia, se ha recomendado incluir entre los factores de manejo la consideración del historial de los partos en la vaca lechera para establecer el manejo de la alimentación y la utilización oportuna y eficiente del calostro.

8.3. Duración del periodo seco

El periodo seco ideal ha sido considerado como óptimo alrededor de 60 días; aunque la transferencia de inmunoglobulinas hacia el calostro se realiza en el último mes de gestación del animal. Sin embargo, Rastani et al., (2005) en un estudio minucioso encontró que el periodo seco crítico para garantizar una buena calidad calostrál en términos de su composición y el contenido de anticuerpos para la vaca lechera es de treinta días a partir del secado lactacional hasta el parto. En el mismo estudio se encontró que la longitud del periodo seco en conjunto con una alimentación balanceada para el período gestacional en su fase final no afectó la

producción de leche cuando el periodo seco fue centrado en treinta días de descanso prepartal a partir del momento del establecimiento del período seco.

La meta del manejo reproductivo, de la producción y el manejo en muchos sistemas de producción lechera es acortar el periodo seco; lo cual se demostró que si se mantiene al margen de al menos 30 días (Rastani et al., 2005) no tiene consecuencias negativas para la restauración del tejido mamario, para la producción de calostro con calidad inmunogénica y bioquímica apropiada y sin implicaciones negativas en la capacidad de producción lechera (Elizondo, 2007b).

Ello sugiere que el tejido mamario y su preparación lactogénica, la calostrogénesis y la producción de leche no son afectados si el período seco es conservado en su extensión (30 a 45 días) de acuerdo con los estudios realizados y el análisis del desempeño calostrogénico y la producción de leche (Araúz et al., 2011).

8.4. Programa de alimentación de las vacas gestantes secas y en paritorio

Se debe suministrar un alimento altamente balanceado que proporcione al animal en el periodo seco los nutrientes necesarios para su mantenimiento y posterior producción de leche (NRC, 1989). Las dietas bajas en proteína o energía provocan una menor producción de calostro y una menor concentración de Inmunoglobulinas. Las necesidades energéticas y proteicas de la vaca lecheras gestantes aumentan

durante los últimos tres meses de la gestación (NRC, 2001); pero se intensifican en las últimas semanas de gestación debido al crecimiento del feto, de la ubre y por la formación del calostro (Rastani et al., 2005). Paralelamente, el consumo de materia seca (CMS) disminuye cerca de un 30 por ciento durante el parto; aunque la mayor parte (89%) de esta disminución ocurre durante la última semana de la gestación (NRC, 2001).

A los 21 días antes del parto el CMS de las novillas y vacas es aproximadamente 1,7 y 2,0 por ciento de su peso vivo; y cae el día anterior al parto entre 1.3 y 1.4 por ciento del peso vivo (Grummer et al., 2004). La reducción en el consumo de materia seca está unida al incremento en la demanda de nutrientes; por lo cual, se genera un balance energético negativo al final de la gestación, el cual se prolonga hasta varias semanas después del parto (NRC, 2001). Las vacas mayores productoras de leche sufren un balance energético negativo más marcado que vacas que producen menos y en consecuencia, hay una relación entre el balance energético negativo y el estado de salud de los animales (Butler y Smith, 1989).

La fase de mayor importancia la representan las últimas tres semanas de la gestación; ya que allí se deben implementar medidas como el uso de alimento concentrado para adaptar las bacterias del medio ruminal, preparar el hígado y el metabolismo de la gestante preláctacional para los cambios que se avecinan después del parto en términos de los requerimientos nutricionales, alimentación y

los ajustes al puerperio y la producción de leche comercial propiamente (Andresen, 2008; Araúz et al., 2011; Araúz, 2019).

8.5. Condición corporal al parto

Una condición corporal deficiente ocasionará que el animal movilice reservas corporales para su mantenimiento, pero simultáneamente no irán para la producción y composición del calostro. En las razas lecheras se debe asegurar que estas lleguen al parto con una condición corporal de 3.5 a 3.75 (Edmonson et al., 1989). La calificación corporal (cc) es un método subjetivo que sirve para estimar la energía metabolizable o reservas energéticas corporales que se encuentran depositadas en la grasa y músculos de un animal (Edmonson et al. 1989). Esta constituye la medida que sirve para estimar la cantidad del tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa corporal (López, 2006).

La condición corporal óptima al momento del parto se debe alcanzar al término de la lactancia anterior, para evitar la necesidad de ganar o perder peso durante el periodo seco. Sobrealimentar a una vaca durante este periodo, puede llevar a un aumento en la incidencia de vacas gordas e hígados grasos y generar problemas metabólicos como la acetonemia, hipocalcemia, retención placentaria, edema mamario y desórdenes gastrointestinales y hepáticos (Fraser et al., 1993; NRC,

2001)). Por otro lado, subalimentar a las vacas secas conduce a una pérdida de peso excesivo, lo cual puede llevarlas a la movilización de grasa corporal y aumentar así la prevalencia de cetosis (Murray, 2009).

El manejo de la alimentación prepartal es fundamental para generar la adaptación de la microbiota ruminal, evitar que el hígado sea comprometido en el metabolismo de los carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, facilite el ambiente hormonal y su transición gradual para admitir el cambio de la gestación al parto a la lactación (Andresen, 2008). En consecuencia, el manejo nutricional y alimentario prepartal en las últimas tres semanas de la gestación particularmente; tiene repercusiones en la habilitación metabólica, calostrogénesis y el estado metabólico postpartal temprano (NRC, 2001; Andresen, 2008). Otras implicaciones son los efectos en la producción lechera en el primer tercio de la fase de producción, en el balance energético negativo postpartum y en la productividad lechera (Butler y Smith, 1989; NRC, 2001; Glauber, 2007; Andresen, 2008).

8.6. Programa de vacunación

En la etapa de gestación se debe manejar un plan de vacunación adecuado para que las vacas transmitan a sus crías vía calostro resistencia contra ciertos patógenos a los que se encuentran expuestas las crías en la explotación.

8.7. Tipo de parto

Los partos inducidos y los partos distócicos bajo efecto de glucocorticoides o prostaglandinas (fármacos empleados para acelerar el parto o la expulsión de placenta) reducen los niveles de inmunoglobulinas, específicamente las de tipo “G”. Sin embargo, el proceso de la calostrogénesis y la calidad inmunogénica del calostro se establecen antes de que ocurra el parto y en consecuencia, aunque hayan dificultades en el proceso del parto; no se debería comprometer la calidad del calostro (Larson, 1985; Godden et al., 2019). Sin embargo, se deberá tomar en cuenta todas las condiciones relacionadas con el estrés; ya que ellas representan una barrera para que ocurra la liberación de la oxitocina y se desarrolle el proceso de la bajada del calostro propiamente (Bentley et al., 2017).

8.6. Aptitud materna en las hembras rumiantes tipo leche

Si después del parto la madre abandona a la cría y no estimula al ternero para el consumo de calostro, se tendrá como resultado un ternero débil que posiblemente no ingerirá calostro oportunamente y por ende no alcanzará la nutrición y protección inmunológica para sobrevivir. Durante el parto y en las horas posteriores al mismo se producen cambios marcados en los perfiles hormonales de todas las hembras mamíferas (Wakerley et al., 1994). Estos cambios incluyen hormonas reproductivas (progesterona), metabólicas (insulina), del estrés (cortisol) y adaptativas (oxitocina); siendo consecuencias del cese repentino de la gestación e inicio acelerado de la

síntesis láctea; la cual está precedida por la formación del calostro generado en los últimos 30 días de la gestación (Genero et al., 2016).

Los aspectos más comunes del comportamiento en las vacas y búfalas durante el postparto reciente incluyen: el interés por su cría o neonato, el cuidado y la estimulación para la primera mamada, así mismo el consumo de las membranas placentarias que ocurre prácticamente de inmediato después del parto (Drescher y Gil-Araujo, 2011).

Como regla general, una vez ocurre el parto, la vaca se incorpora y acude al reconocimiento de su cría aplicando la vista y el olfato; con lo cual responde lamiéndolo, oliéndolo, suministrando calor vía la respiración y el estímulo tegumentario aferente que también actuara como un estímulo al sistema nervioso y a los procesos vitales como la circulación, respiración y protección materna (Araúz, 2021). Por otro lado, cabe destacar que el manejo y las intervenciones del personal en la finca son influyentes para acondicionar un determinado patrón conductual de la vaca recién parida; lo cual se sumara al componente genético, la presión de selección natural y a las medidas y procedimientos por razones del parto, de la atención de la cría, y por el manejo del recién nacido propiamente (Nowak et al., 2000).

La hormona oxitocina, parece ser una de las principales responsables de la formación del estrecho vínculo entre la madre y su cría, sin embargo, adicional al conjunto de cambios señalados, el comportamiento materno filial también está grandemente influenciado por el aprendizaje o aconductamiento; siendo así que las hembras con historial de partos desarrollaran una conducta materna más expresiva y cerrada con énfasis en la protección de sus crías (Araúz, 2021).

8.7. Manejo Reproductivo y función calostrogénica en la vaca lechera

En el ciclo productivo de la vaca lechera resulta esencial considerar la relación del desempeño reproductivo con las demás funciones; como son: el establecimiento de la gestación, el parto, la producción del calostro, el cumplimiento del puerperio y la producción de leche propiamente (Hafez, 1986; Araúz, 2019).

El ciclo de vida de la vaca lechera establece una relación estrecha entre las funciones reproductivas, las funciones biológicas, la transferencia de anticuerpos y la producción de leche comercializable (Araúz, 2019). Los cuidados generales y la alimentación de la vaca o novilla lechera gestante son esenciales para garantizar la producción de un calostro cuyas propiedades garanticen la inmunidad pasiva para las crías. Por ende, el enfoque calostrogénico, lactacional y productivo de la hembra bovina lechera está fundamentada en el manejo apropiado, en los controles oportunos de la reproducción y en el programa de salud preventivo; aunado a un

plan de alimentación basado en los últimos adelantos nutricionales (NRC, 1989, 2001, Maiztegui, 2010).

Estos procedimientos técnicos y el manejo deben incluir las consideraciones de los procesos del mejoramiento genético de manera que se adapten la nutrición, el control reproductivo, los protocolos de salud de conformidad con los avances en genética y mejoramiento animal aplicados en el ganado lechero (Simón, 2005; Powell, 2010; Vargas, 2012; Leiton, 2012; Select Sires, 2016).

En términos del manejo funcional de la hembra bovina lechera, se destaca el patrón zootécnico y veterinario para garantizar una reproducción eficiente, la capacitación del sistema mamario, la producción de calostro, la producción lechera entre 240 y 365 días y una mayor productividad sostenible (Araúz et al., 2014). El sumario técnico de los autores antes mencionados; permite indicar los siguientes aspectos: Identificación permanente, seguimiento reproductivo oportuno, mejoramiento de la actividad ovárica, cuidado reproductivo de los machos reproductores, uso eficiente de la inseminación artificial, diagnóstico de preñez oportuna, uso de los bioregistros reproductivos y descarte de animales por desempeño reproductivo.

El desempeño reproductivo determina las oportunidades de contribuir con la producción calostrual y ante todo con la producción de leche, cuyo valor se toma entre los productores como el aspecto más valioso. Sin embargo, el futuro de la

finca lechera descansa en las hembras para el reemplazo; las cuales dependerán en sus primeros días de vida extrauterina de la secreción calostrál y del potencial inmunogénico que el mismo aporte (Wattiaux, 2000; Godden et al., 2019).

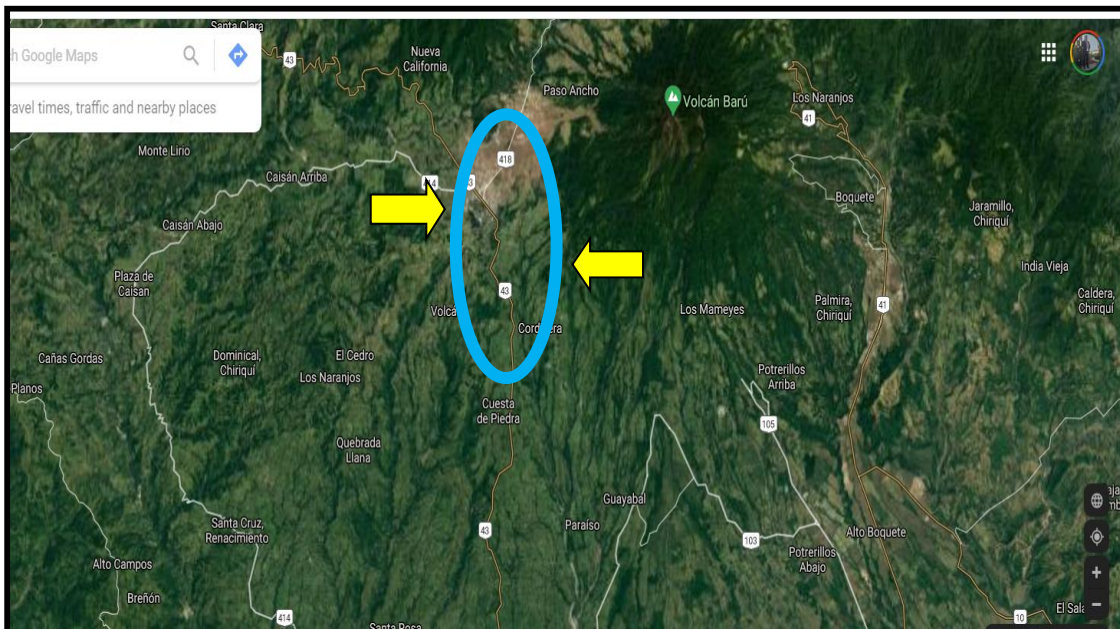
En la actualidad, el potencial productivo de la vaca lechera está basado en diversos índices que permiten medir la fertilidad, el desempeño y las oportunidades productivas; como son: edad primer parto: 24-28 meses, intervalo entre partos: 365-385 días, período abierto: 60-110 días, índice de concepción: 70%, índice de parición: 90%, índice de preñez: 95%, vacas en ordeño: mínimo 70%, servicio por concepción: máximo 1.5, período de descanso lactacional: 45-75 días, mortalidad de terneros: menos de 1%, muerte embrionaria: menos de 2% y abortos Menos de 1% (Nebel, 1999; Araúz et al., 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Ubicación y caracterización del estudio

La investigación se realizó en la Provincia de Chiriquí, específicamente en la Cuenca Lechera de Bugaba y Tierras Altas; se utilizó tres fincas lecheras grado A donde se obtuvieron vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; tomando en cuenta el número lactacional (primera, segunda y tercera) con tres animales según las categorías raza y lactación.

Figura IX: Ilustración con imagen satelital de la Cuenca Lechera de Bugaba y Tierras Altas como zona de ubicación de las fincas muestreadas.



Fuente: Google, Map Google, 2021.

2. Hipótesis del estudio

En el estudio se fundamentó en los antecedentes que las cualidades bioquímicas básicas (proteína, grasa y lactosa) del calostro inicial y su contenido de anticuerpos total; partiendo que sería posible encontrar diferencias entre las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; así como también entre las primeras tres lactaciones (Ha); mientras que lo contrario constituiría la hipótesis nula (Ho). En consecuencia, el planteamiento de las hipótesis se presentó de la siguiente manera:

Hipótesis verdadera (Ha)

Ha: El contenido de anticuerpos totales (IgTs), la composición bioquímica (Grasa, Lactosa y Proteína) y la Energía Neta Fisiológica) del calostro inicial son diferentes según la raza (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) y entre las primeras tres fases calostrogénicas postpartales y prelactaciones y según el número del parto (1er, 2do y 3er parto).

Hipótesis nula (Ho)

Ho: El contenido de anticuerpos totales (IgTs), la composición bioquímica (Grasa, Lactosa y Proteína) y la Energía Neta Fisiológica) del calostro inicial no son diferentes según la raza (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) y entre las primeras tres fases calostrogénicas postpartales y prelactaciones y según el número del parto (1er, 2do y 3er parto).

3. Muestreo del calostro inicial

Las muestras de calostro inicial se obtuvieron de forma individual y manualmente en las vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey representativas de los tres partos secuenciales en el historial reproductivo del animal; tomando en cuenta las medidas de cuidado del sistema mamario y de la higiene del pezón.

El material muestreado fue evaluado por densimetría calostrada para determinar el contenido de inmunoglobulinas totales e inmediatamente se colocó una muestra de seis onzas en una bolsa estéril de plástico Whirl-Pack especial para muestras calostrales. y dicho material fue transportado al laboratorio de COOLECHE para su análisis; luego de la evaluación para establecer el contenido de anticuerpos por calostrometría. Cada muestra calostrada fue identificada según la raza y el número lactacional para mantener la seguridad e identificación del material bioquímico. Estas muestras fueron conducidas al Laboratorio de Análisis de la Cooperativa de Productores de Leche (COOLECHE R. L.) en la Concepción, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, República de Panamá.

4. Razas, lactaciones y animales experimentales

En el estudio se incluyeron las tres razas lecheras especializadas representativas en Panamá; que fueron: Holstein, Pardo Suizo y Jersey y al mismo tiempo se consideró la variante del número de partos 1, 2 y 3; por lo cual se utilizó un total de

nueve vacas por raza; totalizando 2 animales con valor experimental para el muestreo del calostro inicial (cuadro V).

Cuadro V: Simplificación de los factores de variación por raza, partos y vacas en la unidad experimental muestreados para el calostro inicial.

RAZA ($A_i: i^{mo} = 1, 2, 3$)	Número del Parto Secuencial ($B_k: k^{mo} = 1, 2, 3$)		
	1	2	3
Holstein (1)	3	3	3
Pardo Suizo (2)	3	3	3
Jersey (3)	3	3	3
subtotal	9	9	9

Muestra Experimental (n): 27 animales con distribución balanceada tres razas.

Los animales muestreados fueron seleccionados del grupo de vacas en paritorio; tomando los siguientes criterios; incluyendo: salud del sistema mamario y que no se evidenciaran aspectos clínicos relacionados con problemas de mastitis (Cuartos agrandados, enrojecimiento del algún cuarto mamario, ubre pendulante, edema mamario notable, ubres con tres pezones, cuartos mamarios ciegos o a funcionales múltiples, baja condición corporal al parto ($cc < 3.25$), claudicaciones y otras irregularidades en el desplazamiento, vacas con condición corporal superior a 4.0 según la escala de Edmonson et al., (1989), historial de tratamientos con antibióticos por mastitis clínica e historial de abortos.

5. Duración del estudio

El muestreo del calostro se realizó en los meses de octubre de 2018 a noviembre del 2019, dado que las muestras debían tomarse por raza y número de partos y todas las fincas y la selección de las vacas muestreadas no tenían partos programados en fechas simultaneas.

6. Manejo de la vaca seca y en paritorio (control de salud, alimentación y suplementación) en la fase final de la gestación.

Como regla genérica del manejo y la alimentación de la vaca gestante que ya no está en producción y en el grupo del paritorio fueron reportadas con una alimentación fundamentada en el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), alimento concentrado especial para vacas en el paritorio (6 a 10 lb/vaca día, cultivo de levaduras (Diamond VXP) a razón de 50 gramos/anima día, sal mineral aniónica y buena disponibilidad de agua. Otros detalles de la alimentación se muestran en el cuadro VI; además del control de parásitos que se realizaban como parte de las prácticas del manejo sanitario.

Cuadro VI: Condición de manejo general de las vacas por finca

Componentes de la alimentación general según las fincas					
Finca No	Pasto	Concentrado Lb	Probióticos	Sales Minerales	Desparasitante
F—1	Estrella Africana	6	Cultivo de Levaduras (Diamond VXP)	Núcleo aniónica	Panacur Fenbendazole 5 ml /100 kg pv)
F—2	Estrella Africana	10	Levaduras vivas (Procreatin)	Tortuga núcleo mineral	Ricobendazol
F—3	Estrella Africana	8	Cultivo de Levaduras (Diamond VXP)	Compuestos aniónicas	Levamisol clorhidrato

El manejo de los animales en la etapa final de la gestación se realizó en mangas de pastos estrella medianas con disponibilidad buena de agua y sombra por lo general; donde se pudo observar que se mantienen un bajo número de vacas al margen de la programación reproductiva esperada según la fecha de inseminación, el diagnóstico de la preñez y la fecha probable del parto.

7. Descripción biológica de la vaca muestreada

Se realizó una evaluación a cada una de las vacas experimentales para conocer su condición fisiológica o biológica en la que se encontraban; tomando en cuenta los aspectos detallados en la tabla a continuación.

Cuadro VII: Descripción biológica de las vacas muestreadas

Vaca No	Raza	Peso Kg	Parto (Último)	Periodo Seco Día	Cond. Corporal	Pro. Total Promedio	Pro. Leche 305 días
Vaca N°1	Holstein	410	1	-	3.0	-	-
Vaca N°2	Holstein	415	1	-	3.0	-	-
Vaca N°3	Holstein	405	1	-	3.0	-	-
Vaca N°4	Holstein	435	2	50	3.5	8 426	8 158
Vaca N°5	Holstein	437	2	47	3.5	4 879	4 679
Vaca N°6	Holstein	420	2	60	3.0	5 368	5 368
Vaca N°7	Holstein	500	3	58	3.5	7 354	7 306
Vaca N°8	Holstein	517	3	60	3.5	6 625	6 625
Vaca N°9	Holstein	523	3	53	3.5	5790	5 660
Vaca N°10	Jersey	315	1	-	3.0	-	-
Vaca N°11	Jersey	312	1	-	3.0	-	-
Vaca N°12	Jersey	320	1	-	3.0	-	-
Vaca N°13	Jersey	335	2	48	3.0	4 644	4 468
Vaca N°14	Jersey	344	2	65	3.0	4 470	4 544

Vaca No	Raza	Peso Kg	Parto (Último)	Periodo Seco Día	Cond. Corporal	Pro. Total Promedio	Pro. Leche 305 días
Vaca N°15	Jersey	350	2	55	3.0	4 750	4 673
Vaca N°16	Jersey	400	3	61	3.5	5 200	5 217
Vaca N°17	Jersey	390	3	57	3.5	5 000	4 951
Vaca N°18	Jersey	394	3	53	3.5	4 978	4 866
Vaca N°19	P. Suizo	389	1	-	3.0	-	-
Vaca N°20	P. Suizo	380	1	-	3.0	-	-
Vaca N°21	P. Suizo	396	1	-	3.0	-	-
Vaca N°22	P. Suizo	405	2	58	3.0	4 894	4 862
Vaca N°23	P. Suizo	420	2	50	3.0	4 625	4 478
Vaca N°24	P. Suizo	426	2	60	3.0	5 100	5 100
Vaca N°25	P. Suizo	445	3	48	3.5	5 687	5 471
Vaca N°26	P. Suizo	455	3	53	3.5	6 178	6 039
Vaca N°27	P. Suizo	450	3	60	3.5	6 435	6 435

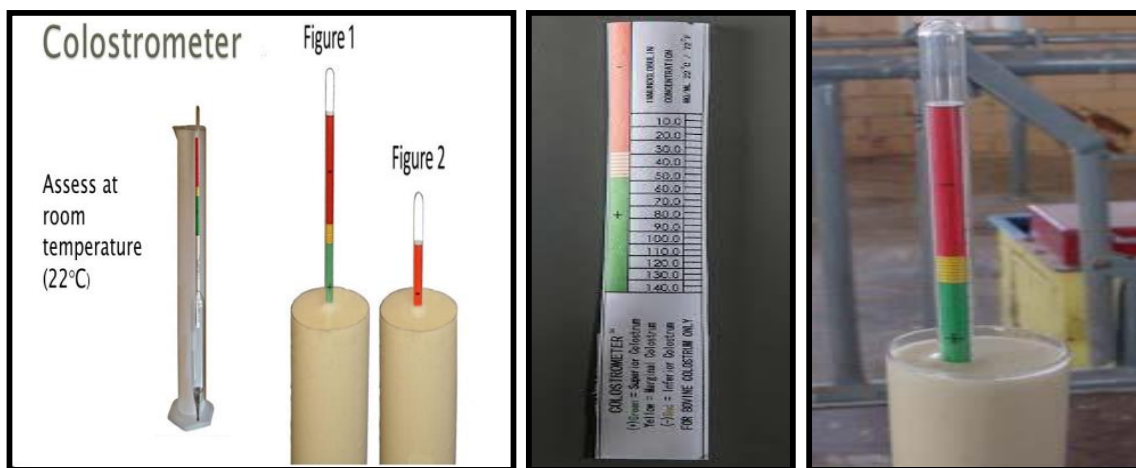
8. Muestreo y preservación del calostro

El muestreo calostrado fue enfocado en el primer ordeño de un cuarto mamario posterior para obtener 180 ml de secreción calostrada que se conservó en una bolsa estéril de plástico especial (Whirl-Pack) para su congelamiento hasta que se realizó el análisis de laboratorio. El calostro se preservó en congelamiento a -10 °C; sin embargo; el contenido de anticuerpos totales fue medido antes del congelamiento mediante la valoración por calostrodensimetría y estimación de las inmunoglobulinas totales.

La técnica de evaluación del contenido anticuerpos totales (IgTs) fue determinada por densimetría calostrada mediante el uso del calostrómetro calibrado para

anticuerpos en la secreción mamaria calostrar del bovino. Se utilizó el calostrómetro fabricado por la empresa Coburn (USA, 2016); el cual puede medir la concentración de anticuerpos totales (IgTs) de 10 a 140 mg/ml y determina la calidad genérica por anticuerpos totales definiendo en tres categorías; siendo estas: excelente de 50 a 140 mg/ml, intermedio o regular de 30 a 50 mg/ml y pobre menos de 30 mg de IgTs/ml respectivamente.

Cuadro VII: Ilustración del calostrómetro el calostro bovino, Escala del contenido de anticuerpos totales y colocación en el calostro (Coburn & Co, USA, 2017).



Fuente: Coburn Co, USA (2017); Google (2021)

9. Composición bioquímica

El calostro congelado fue restaurado en baño maría a un máximo de 40°C, controlando la temperatura hasta que se obtuvo el descongelamiento de la muestra posteriormente al descongelamiento se realizó el proceso de agitación y

homogenización durante 5 minutos, luego se realizó una dilución de 20 cc de la muestra más 20 cc de agua destilada, estos 40 cc de muestra se colocaron en un envase estéril para realizar los análisis químicos.

Las muestras se analizaron mediante el equipo para análisis lácteo Julie Z-7 del laboratorio de Cooleche, R.L.; bajo la responsabilidad del Dr. Maximiliano de Puy. El análisis químico incluyó los siguientes aspectos: sólidos totales, grasa, proteína total, lactosa y densidad.

Cuadro VIII: Ilustración del analizador múltiple de leche equipo para el análisis químico del calostro y leche.



Milk Analyzer Milkoscope (Modelo: Julie Z9; Código: 230V 50/60HZ 82W)

10. Parámetros Dependientes

- Anticuerpos totales mg/100 ml.
- Proteína total mg/100 g

- Grasa g/100 g
- Lactosa g/100 g
- Sólidos totales g/100 g
- Energía fisiológica Kcal/kg
- Densidad kg/L

Cada muestra fue replicada para efectos de los análisis químicos y bioquímicos por confiabilidad y la energía calostrual fisiológica (ECF) fue determinada según el coeficiente de Jenness indicado por Larson (1985) en base a la siguiente regresión:

$$ECF \text{ (Kcal/Kg)} = [(Lactosa \text{ g/kg}) (4 \text{ Kcal/Kg})] + [(Proteína \text{ g/Kg}) (5.4 \text{ Kcal/Kg})] + [(Grasa \text{ g/Kcal}) (9.0 \text{ Kcal/Kg})].$$

11. Análisis del estudio

11.1 Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante el Diseño Arreglo Factorial más Covarianza Doble en base al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_k + (AB)_{ik} + b_1 (X_{ijk} - \bar{X}) + b_2 (M_{ijk} - \bar{M}) + b_3 (b_{ijk} - L) + e_{(ijk)}.$$

En donde:

Y_{ijk} = Parámetro dependiente (Concentración de anticuerpo (mg/ml), contenido de proteína (g/kg), grasa (g/kg), lactosa (g/kg), energía fisiológica (Kcal/kg), densidad (kg/L) del animal J_{mo} , en la raza i_{mo} , según el parto K_{mo}).

μ = Media del parámetro.

A_i = Raza [i^{mo} = 1(HS), 2(PS), 3(JJ)].

B_k = Partos [k^{mo} = 1, 2, 3].

(AB) ik = Interacción de la A x B

$b_1 (X_{ijk} - \bar{x})$ = Covariable 1 (Peso kg al parto)

$b_2 (M_{ijk} - \bar{M})$ = Covariable 2 (Periodo seco en días)

$b_3 (b_{ijk} - \bar{L})$ = Covariable 3 (Oferta de Concentrado al día).

e_{ijk} = Residuo

12. Análisis de varianza - covarianza referencial del estudio

El análisis estadístico incluyó el uso del análisis de varianza y covarianza para los parámetros dependientes incluidos en el estudio (inmunoglobulina, proteína, lactosa, grasa y energía calostroal fisiológica). La estructura del análisis biométrico fue realizada de conformidad con el diseño arreglo factorial más covarianza; según los detalles en el cuadro VIII presentado a continuación.

Cuadro IX: Análisis de varianza – covarianza referente del estudio

Componentes del Análisis de Varianza					
Fuente de variación y Covariación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	índice de Fisher Calculado para	Ft 0.05, glfv, gl error
Raza (A)	3-1=2	SC R	CM A/2	Raza	0.05, 2, 15
Partos (B)	3-1=2	SC L	CM B/2	Partos	0.05, 2, 15
A x B	4	SC AxB	CM AB/4	AXB	0.05, 4, 15
Cov 1 Peso (Kg)	1	SC cov 1	CM cov 1/1	Peso	0.05, 1, 15
Cov 2: Oferta concentrado vaca día	1	SC cov 2	CM cov 2/1	Concentrado	0.05, 1, 15
Cov 3: Periodo Seco	1	SC cov 3	CM cov 3/1	Periodo Seco	0.05, 1, 15
Error	15	SC residuo	CM Residuo		
Total	26				

Las medias fueron generadas por el procedimiento LSM (Least Squares Means) de la sección GLM (general lineal model) en el programa SAS (2004). La comparación de media fue según el método Tukey modificado (Gill, 1978) y la tendencia a través de regresiones mediante el contraste polinomial. Se empleó la correlación de Pearson, el contraste polinomial, las regresiones múltiples y la prueba de significancia mínima fue 5 por ciento ($P < .05$). Las directrices estadísticas aplicadas incorporaron las recomendaciones de Gill (1978), Herrera (2000) y Araúz (2018).

- Los datos del estudio fueron organizados y estructurados en la matriz según la siguiente secuencia para aplicar el programa SAS (1998); donde la variable dependiente ($Y^{imo} =$) fue asociada con los siguientes componentes incluidos en el modelo lineal aditivo:
 - A (Raza) = HS 1, PS 2, JJ 3

- B (Lactación) = (1, 2, 3)
- Cov. 1 = Peso Kg
- Cov. 2 = Periodo seco (días)
- Cov. 3 = Oferta Concentrado (lbs)
- Y1 = IgTs g/kg
- Y2 = Proteína g/kg Y3 = Grasa g/kg
- Y4 = Lactosa g/kg Y5 = Sólidos Totales g/kg Y6 = Densidad g/ml
- Y7 = Energía Calostral Fisiológica Kcal/kg

Cuadro IX: Matriz de datos para el análisis estadístico según el diseño de arreglo factorial más covarianza múltiple.

TRT	Replica	A	B	Cov. 1	Cov. 2	Cov. 3	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y _i
1	1	1	1	410	-	6	0.12	38.5	12.9	57.5	117.6	0.02396	550.15	
1	2	1	1	415	-	8	0.115	43.7	9.5	65.1	128.2	0.04348	577.51	
1	3	1	1	405	-	6	0.055	35	6.7	52.2	101.8	0.03791	454.6	
2	1	1	2	435	50	8	0.087	28.2	7.4	42.2	84.2	0.02804	384.86	
2	2	1	2	437	47	12	0.08	29.6	15	44.2	95.5	0.02874	468.68	
2	3	1	2	420	60	6	0.08	31.1	6.8	46.4	91.4	0.031	411.63	
3	1	1	3	500	58	8	0.095	35.8	10.2	53.3	107.4	0.03541	494.74	
3	2	1	3	517	60	8	0.101	49.4	10.4	73.7	144.6	0.04921	650.22	
3	3	1	3	523	53	6	0.09	33	3.6	49.2	93.3	0.03317	404.1	
4	1	2	1	389	-	12	0.113	27.7	5.2	41.3	80.4	0.02762	358.81	
4	2	2	1	380	-	6	0.085	39.3	32.3	58.7	139.2	0.03709	733.79	
4	3	2	1	396	-	12	0.09	27.4	38.9	41	113.6	0.02449	659.32	
5	1	2	2	405	58	12	0.075	24.3	14.7	36.3	80.8	0.02338	406.29	
5	2	2	2	420	50	12	0.06	39	36.8	58.3	142.9	0.0364	771.1	
5	3	2	2	426	62	12	0.068	25	35.7	37.4	103.8	0.02232	603.4	

TRT	Replica	A	B	Cov. 1	Cov. 2	Cov. 3	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y _i
6	1	2	3	445	48	6	0.086	38.3	11.8	57.1	115.9	0.03783	537.59	
6	2	2	3	455	53	6	0.1	38.2	12.1	56.9	115.8	0.03768	538.96	
6	3	2	3	450	60	8	0.095	39.7	29	59.4	137.1	0.03782	709.01	
7	1	3	1	315	-	12	0.085	35.6	26	53.1	122.8	0.03386	635.08	
7	2	3	1	312	-	6	0.06	31.3	37.6	46.9	122.9	0.02857	691.89	
7	3	3	1	320	-	8	0.115	49.6	17.9	74	152.8	0.0488	719.98	
8	1	3	2	335	48	12	0.078	32	19.4	47.8	106.4	0.03081	535.4	
8	2	3	2	344	65	8	0.085	39.3	32.3	58.7	139.2	0.03709	733.79	
8	3	3	2	350	60	8	0.05	27.3	26	40.8	100.3	0.02548	541.89	
9	1	3	3	400	61	12	0.12	46.1	24.4	68.8	149.7	0.04464	739.13	
9	2	3	3	390	57	12	0.07	27.6	55	41.3	130.1	0.02324	806.48	
9	3	3	3	394	53	6	0.142	60.3	33.6	90	197.5	0.05826	981.99	

Cuadro X: Matriz ajustada (sin periodo seco)

TRT	Replica	A	B	PCKG 1	Concentrado	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
1	1	1	1	410	6	0.12	38.5	12.9	57.5	117.6	0.02396	550.15
1	2	1	1	415	8	0.115	43.7	9.5	65.1	128.2	0.04348	577.51
1	3	1	1	405	6	0.055	35	6.7	52.2	101.8	0.03791	454.6
2	1	1	2	435	8	0.087	28.2	7.4	42.2	84.2	0.02804	384.86
2	2	1	2	437	12	0.08	29.6	15	44.2	95.5	0.02874	468.68
2	3	1	2	420	6	0.08	31.1	6.8	46.4	91.4	0.031	411.63
3	1	1	3	500	8	0.095	35.8	10.2	53.3	107.4	0.03541	494.74
3	2	1	3	517	8	0.101	49.4	10.4	73.7	144.6	0.04921	650.22
3	3	1	3	523	6	0.09	33	3.6	49.2	93.3	0.03317	404.1
4	1	2	1	389	12	0.113	27.7	5.2	41.3	80.4	0.02762	358.81
4	2	2	1	380	6	0.085	39.3	32.3	58.7	139.2	0.03709	733.79
4	3	2	1	396	12	0.09	27.4	38.9	41	113.6	0.02449	659.32
5	1	2	2	405	12	0.075	24.3	14.7	36.3	80.8	0.02338	406.29
5	2	2	2	420	12	0.06	39	36.8	58.3	142.9	0.0364	771.1
5	3	2	2	426	12	0.068	25	35.7	37.4	103.8	0.02232	603.4
6	1	2	3	445	6	0.086	38.3	11.8	57.1	115.9	0.03783	537.59

TRT	Repli ca	A	B	PCKG 1	Concen trado	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
6	2	2	3	455	6	0.1	38.2	12.1	56.9	115.8	0.03768	538.96
6	3	2	3	450	8	0.095	39.7	29	59.4	137.1	0.03782	709.01
7	1	3	1	315	12	0.085	35.6	26	53.1	122.8	0.03386	635.08
7	2	3	1	312	6	0.06	31.3	37.6	46.9	122.9	0.02857	691.89
7	3	3	1	320	8	0.115	49.6	17.9	74	152.8	0.0488	719.98
8	1	3	2	335	12	0.078	32	19.4	47.8	106.4	0.03081	535.4
8	2	3	2	344	8	0.085	39.3	32.3	58.7	139.2	0.03709	733.79
8	3	3	2	350	8	0.05	27.3	26	40.8	100.3	0.02548	541.89
9	1	3	3	400	12	0.12	46.1	24.4	68.8	149.7	0.04464	739.13
9	2	3	3	390	12	0.07	27.6	55	41.3	130.1	0.02324	806.48
9	3	3	3	394	6	0.142	60.3	33.6	90	197.5	0.05826	981.99

Cuadro XI: Secuencia bidimensional y ordenamiento de los datos a través de la matriz para el análisis estadístico en SAS.

```

DATA BRYANHE;
INPUT  TRAT  REP  RAZA  NULAC  PCKG  OFCPP  IGTS  PTGR  GRAGRS  STGRS  DENPL  CARDS;
      1  1  1  1  410  6  0.12  38.5  12.9  57.5  117.6  0.02396  550.15
      1  2  1  1  415  8  0.115  43.7  9.5  65.1  128.2  0.04348  577.51
      1  3  1  1  405  6  0.055  35  6.7  52.2  101.8  0.03791  454.6
      2  1  1  2  435  8  0.087  28.2  7.4  42.2  84.2  0.02804  384.86
      2  2  1  2  437  12  0.08  29.6  15  44.2  95.5  0.02874  468.68
      2  3  1  2  420  6  0.08  311  6.8  46.4  91.4  0.031  411.63
      3  1  1  3  500  8  0.095  35.8  10.2  53.3  107.4  0.03541  494.74
      3  2  1  3  517  8  0.101  49.4  10.4  73.7  144.6  0.04921  650.22
      3  3  1  3  523  6  0.09  33  3.6  49.2  93.3  0.03317  404.1
      4  1  2  1  389  12  0.113  27.7  5.2  41.3  80.4  0.02762  358.81
      4  2  2  1  380  6  0.085  39.3  32.3  58.7  139.2  0.03709  733.79
      4  3  2  1  396  12  0.09  27.4  38.9  41  113.6  0.02449  659.32
      5  1  2  2  405  12  0.075  24.3  14.7  36.3  80.8  0.02338  406.29
      5  2  2  2  420  12  0.06  39  36.8  58.3  142.9  0.0364  771.1
      5  3  2  2  426  12  0.068  25  35.7  37.4  103.8  0.02232  603.4
      6  1  2  3  445  6  0.086  38.3  11.8  57.1  115.9  0.03783  537.59
      6  2  2  3  455  6  0.1  38.2  12.1  56.9  115.8  0.03768  538.96
      6  3  2  3  450  8  0.095  39.7  29  59.4  137.1  0.03782  709.01
      7  1  3  1  315  12  0.085  35.6  26  53.1  122.8  0.03386  635.08
      7  2  3  1  312  6  0.06  31.3  37.6  46.9  122.9  0.02857  691.89
      7  3  3  1  320  8  0.115  49.6  17.9  74  152.8  0.0488  719.98
      8  1  3  2  335  12  0.078  32  19.4  47.8  106.4  0.03081  535.4
      8  2  3  2  344  8  0.085  39.3  32.3  58.7  139.2  0.03709  733.79
      8  3  3  2  350  8  0.05  27.3  26  40.8  100.3  0.02548  541.89
      9  1  3  3  400  12  0.12  46.1  24.4  68.8  149.7  0.04464  739.13
      9  2  3  3  390  12  0.07  27.6  55  41.3  130.1  0.02324  806.48
      9  3  3  3  394  6  0.142  60.3  33.6  90  197.5  0.05826  981.99
PROC PRINT;
PROC GLM;
CLASSES TRAT RAZA NULAC;

```

```

MODEL IGTS  PTGRS GRAGRS LACGRS STGRS DENPL EFKCAL= RAZA NULAC RAZA*NULAC
PCKG OFCPP/SS3;
MEANS RAZA*NULAC/TUKEY;
MEANS RAZA/TUKEY;
MEANS NULAC/TUKEY;
PROC GLM;
CLASSES TRAT;
MODEL IGTS  PTGRS GRAGRS LACGRS STGRS DENPL EFKCAL= TRAT/SS3;
MEANS TRAT/TUKEY;
TITLE ANALISIS DE VARIANZA - COVARIANZA PARA CALOSTRO Y PARAMETROS EN HS,
PS, JS BRAYAN HERNANDEZ;
RUN;

PROC PRINT;
PROC CORR; VAR ALL;
PROC CORR; VAR ALL; BY RAZA;
PROC CORR; VAR ALL; BY NULAC;
TITLE 'CORRELACIONES DE PEARSON';
RUN;

```

Registro y salida de la matriz numérica inicial para el análisis estadístico en el programa sas 06/09/2019 no 1

ANALISIS DE VARIANZA - COVARIANZA PARA CALOSTRO Y PARAMETROS EN HS, PS, JS BRAYAN 26
01:46 Sunday, February 1, 1998

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
RAZA	3	1 2 3
NULAC	3	1 2 3

Number of observations in data set = 27

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Contenido de la Inmunoglobulina Total en el calostro inicial

El calostro inicial obtenido después del parto en vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey para las primeras tres lactaciones fue evaluado según el contenido de inmunoglobulinas totales (IgTs). En la caracterización, se determinó el contenido de anticuerpos totales mediante la densimetría calostrual descrita por Flennor y Stott (1985), la cual permite identificar el potencial inmunogénico de la secreción calostrual al correlacionar la densidad con el contenido de inmunoglobulinas. El análisis de varianza – covarianza indicó que la raza, los primeros tres partos sinónimos de lactaciones en este caso y la interacción entre estas dos fuentes de variación no mostraron una influencia estadística sobre el contenido de anticuerpos (IgTs) en la primera secreción calostrual ($P > .05$). De igual forma, se consideró otros factores covariativos; encontrando que el peso corporal al parto y el ofrecimiento de alimento durante las tres semanas previas al parto no tuvieron una influencia significativa sobre el contenido de anticuerpos en el calostro inicial ($P > .05$); como se presenta en el cuadro XII. La influencia de los primeros tres partos representó un 20% de la variación total; siendo estos 5.75 veces más importante que la influencia de las

razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; las cuales solo alcanzaron el 3.34% de la suma cuadrada total.

Cuadro XII: Análisis de varianza – covarianza para el contenido de inmunoglobulinas totales o Anticuerpos Totales (g/kg) en el primer calostro producido en vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

Fuente de Variación	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RAZA	2	0.00042431	0.00021215	0.42 ns	0.6609
NUMERO LACTACIONAL	2	0.00243820	0.00121910	2.44 ns	0.1187
RAZA*NULAC	4	0.00119301	0.00029825	0.60 ns	0.6697
Peso Corporal (KG)	1	0.00030732	0.00030732	0.62 ns	0.4441
Alimento Conc (lb/v d)	1	0.00001214	0.00001214	0.02 ns	0.8780
Error o Residuo	16	0.00798731	0.00049921		
Corrected Total	26	0.01269867			

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	0.00471136	0.00047114	0.94	0.5219
Error	16	0.00798731	0.00049921		
Corrected Total	26	0.01269867			

R-Square	CV	Root MSE	IGTS Mean
0.371012	25.13580	0.02234294	0.08888889

En el análisis estadístico se aprecia un coeficiente de variación relativamente alto de 25.14%; sin embargo, Gill (1978) y Araúz (2018) señalan que el marco biológico de los procesos del crecimiento, la calostrogénesis, la lactación y el metabolismo en general, presentan indicadores con variaciones amplias debido al biorritmo biológico del animal, a los factores microambientales, al manejo y alimentación; además de

las variaciones individuales de acuerdo con la naturaleza genética (Wilcox, 1986) y las particularidades genómicas (Ponce, 2019).

La concentración de inmunoglobulinas en el calostro es el factor de mayor importancia para la bioseguridad inmunitaria de los bovinos recién nacidos; ya que estos nacen sin anticuerpos y las adaptaciones intrauterinas de índole genéticas no favorecen una supervivencia libre de enfermedades y alteraciones ambientales que deberán ser afrontadas por los anticuerpos calostrales maternos (Roy, 1980; Wattiaux, 2002). Por ende, al considerar en el análisis de varianza – covarianza las fuentes de variación raza y los primeros tres partos no representó una influencia estadística significativa y por ende el contenido de anticuerpos no fue diferente entre las razas y los primeros tres partos. Sin embargo, es esencial considerar cuales fueron los contenidos de IgTs de acuerdo a la raza y al número lactacional; aun cuando no se detectó diferencias estadísticas dado la relevancia biológica de la secreción calostrala y su vinculación con el potencial inmunogénico y el aporte nutricional con el neonato y las subsiguientes etapas como lactante y postlactante (Roy, 1980; Reyes-Castañeda, 2016).

El contenido de inmunoglobulinas totales promedio de las primeras tres fases calostrogénicas en el calostro inicial de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey fue 96.67, 96.00 y 86.67 mg/ml ($P > .05$); siendo catalogados como excelentes por su contenido de anticuerpos (Cuadro XIII). Las vacas Jersey presentaron el menor contenido de anticuerpos en el calostro inicial secretado después del primero y

segundo parto; pero el mayor contenido después del tercer parto en comparación con las vacas de las razas Holstein y Pardo Suizo.

Según Coburn & Co (2017), el primer calostro se puede clasificar como excelente si el contenido de inmunoglobulinas totales (IgTs) es igual o superior a los 50 mg/ml; pudiendo alcanzar hasta los 140 mg/ml en los casos excepcionales. Sin embargo, hay múltiples factores que pueden variar la concentración de anticuerpos como indican Wattiaux (2000) y Rutter (2010).

La secreción calostrual mostró un contenido de anticuerpos inferior en el segundo parto en las tres razas evaluadas; lo que permite inferir que la presión nutricional, metabólica y funcional durante la primera lactación en las condiciones del manejo especializado en el trópico, la propia producción de leche y la exportación de nutrientes vía láctea no favorecen una mayor producción de anticuerpos en el calostro (Gráficas IV y V); cuando existen limitantes nutricionales y alimentarias como las reportadas por Araúz (1995, 2017). El contenido de anticuerpos en el calostro inicial en las tres razas fue clasificado en excelente ya que en todas las razas se encontró un nivel superior a 50 mg de IgTs/ml (Cuadro XIII); lo cual es apropiado para el manejo calostrual según Morales y Ramírez (2014) y Mesoam (2015).

La reducción del contenido de anticuerpos en el calostro inicial de las tres razas evaluadas para la segunda fase calostrogénica y calostropoiética (posterior al segundo parto) puede tener una relación con los efectos del estado nutricional y metabólico lactacional, la influencia de la segunda gestación y ajuste nutricional que

realiza el organismo en una vaca primeriza en condiciones del manejo general (NRC, 2001), cuando no se provee una alimentación balanceada que cubra las necesidades del mantenimiento y de la producción. No obstante, el sistema mamario mostró que mantienen la capacidad del sistema inmunitario para garantizar la concentración de inmunoglobulinas en el calostro por arriba de los 50 mg/ml; garantizando la protección al recién nacido siempre y cuando se cumplan las medidas del manejo calostrado apropiado y oportuno.

Cuadro XIII: Medias cuadradas ajustadas para el contenido de inmunoglobulina total (IgTs) en el calostro inicial según la raza y el número lactacional.

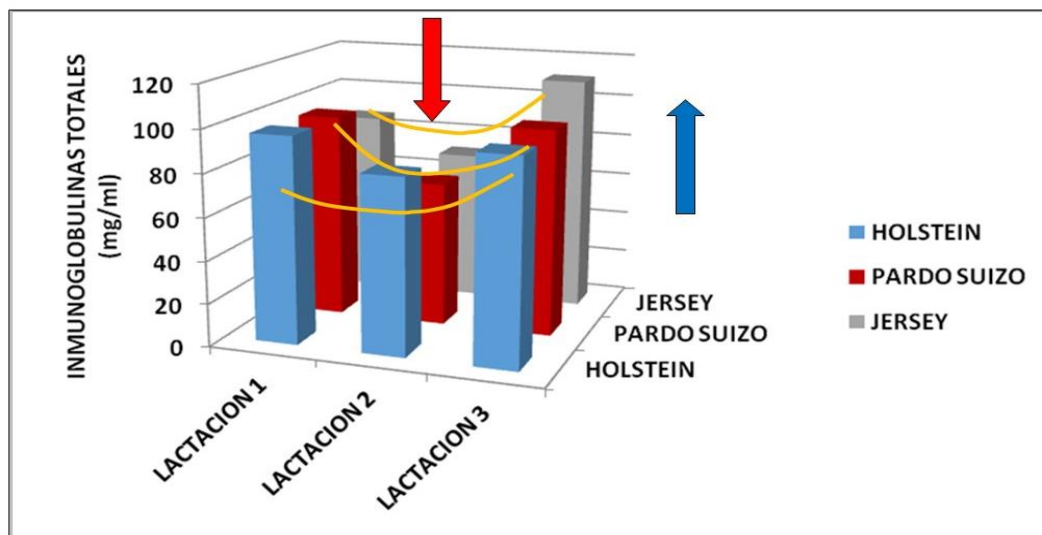
Raza	Fase calostrada según Lactación No	Medias Cuadradas Ajustadas mg/ml	Desviación Estándar	Cambio Relativo a la Primera Lactación (%)
Holstein	1	96.67	± 36.17	100.00
	2	82.33	± 4.04	85.17
	3	95.33	± 5.50	98.61
Pardo Suizo	1	96.00	±14.93	100.00
	2	67.67	± 7.50	70.49
	3	96.67	± 7.09	100.69
Jersey	1	86.67	± 27.53	100.00
	2	71.00	± 18.52	81.92
	3	110.67	± 36.89	127.69

La tercera lactación presentó una fase calostrada inicial en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey con un contenido de inmunoglobulina de 95.33 ± 5.5 , 93.67 ± 7.09 y 110.67 ± 36.89 mg/ml; cuyos valores evidenciaron una calidad inmunogénica

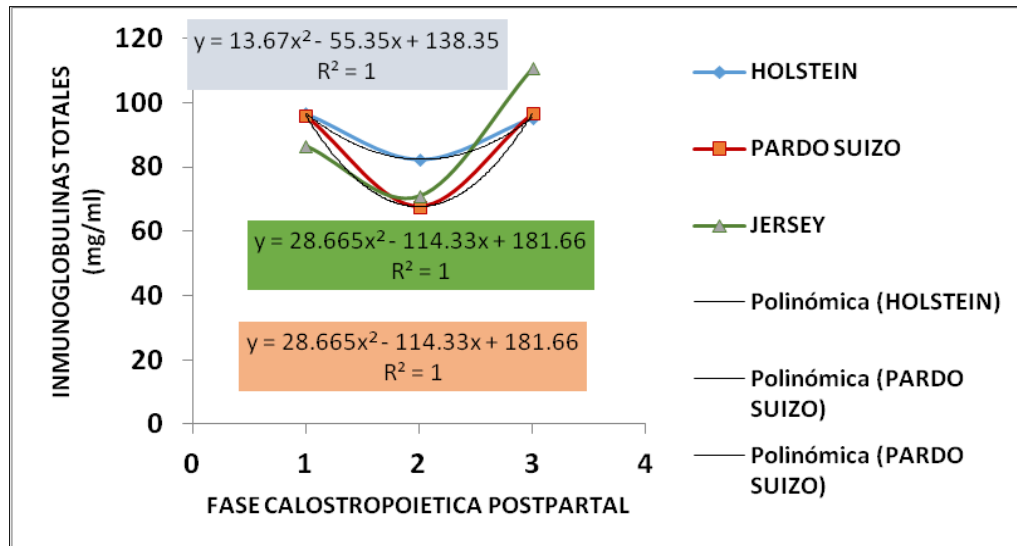
excelente. Estos valores medios cuadrados ajustados por doble covarianza también mostraron que, aunque la raza Jersey presentó el mayor contenido de anticuerpos; la secreción calostrals inicial fue la que presentó la mayor variación (33.33%).

La tendencia en la concentración de anticuerpos evidenció que la tercera lactación estuvo asociada con el mayor contenido de anticuerpos; mostrando un aumento o cambio curvilineal a partir de la primera fase calostrals en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey (gráfica V y VI). Este comportamiento en las primeras tres fases calostrals fue ratificado como polinómico de índole cuadrático en función de las medias cuadradas ajustadas por doble covarianza (peso corporal y ofrecimiento del alimento concentrado en la fase de paritorio).

Gráfica IV: Representación de la concentración media de inmunoglobulinas totales en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en las primeras tres fases calostropoiéticas postpartales.



Gráfica V: Tendencia genérica de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.



La combinación del contenido de los anticuerpos en el calostro inicial; incluyendo las tres razas (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) fue realizado ya que el análisis de varianza – covarianza no indicó diferencias estadísticas entre las mismas ($P > .05$), pero la mayor contribución variativa ocurrió entre las tres lactaciones evaluadas (1, 2 y 3). Las medias combinadas de las tres razas por número lactacional indicaron que también se produjo una reducción en el contenido de inmunoglobulinas de la primera hacia la segunda fase calostrogénica; pasando de 93.11 ± 28.14 mg/ml a 73.67 ± 12.33 mg/ml que representó una reducción del 20.88% por efectos del número de la lactación (Cuadro XIV), pero sin afectar la calidad inmunogénica.

La tendencia curvolineal del contenido de anticuerpos totales (IgTs) en el calostro inicial al combinar la información de las tres razas indicó que se produce una reducción apreciable, aunque no estadística de la primera a la segunda fase

calostrogénica (prepartal) y calostropoiética (postpartal) con un diferencial promedio cuadrado ajustado de – 19.44 mg/ml. Por otro lado, se observó una transición positiva entre la segunda y tercera lactación; la cual estuvo asociada con un diferencial de + 27.22 mg/ml de inmunoglobulinas totales; lo cual es un cambio entre la segunda y tercera fase calostrogénica y calostropoiética equivalente al 36.95% (Cuadro XIV y gráfica VII).

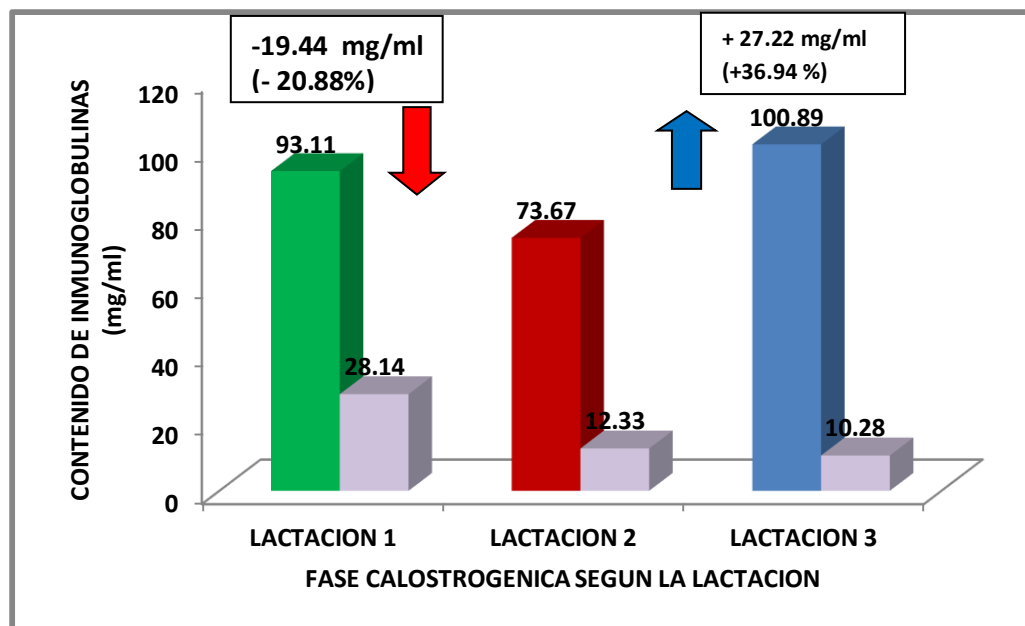
Cuadro XIV: Contenido medio ajustado de inmunoglobulinas totales en el calostro inicial en las tres primeras fases calostrales o lactaciones combinando las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

Fase Calostrál según lactación	Media Cuadrada Ajustada (mg/ml)	Desviación estándar (mg/ml)	Variación Combinada (%)
Primera (1)	93.11	26.21	28.14
Segunda (2)	73.67	9.09	12.33
Tercera (3)	100.89	10.37	10.28

Estos cambios en la concentración de anticuerpos evidencian el impacto de la primera fase de producción de leche en la vaca lechera y a su vez también confirman la importancia de la madurez corporal; la cual está identificada como la tercera lactación para las razas lecheras (Visser y Wilson, 2006). Desde luego, la producción de calostro y sobre todo su potencial inmunogénico también es afectado por el número del parto o de la lactación; lo cual es parte de los factores de variación que inciden en la composición química, bioquímica y en la concentración de inmunoglobulinas (Canto, 2015); aunque las características físicas, químicas y bioquímicas en el primer calostro secretado sufre una rápida transición a medida

que transcurren el tiempo después del parto y según el aumento secuencial de los ordeños hasta definirse la secreción láctea propiamente (Wattiaux, 2002; Araúz, 2011; Godden et al., 2019).

Gráfica VI: Tendencia genérica de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.



El contenido de anticuerpos totales encontrado en la primera secreción calostrada procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en su primera, segunda y tercera fase calostrogénica y calostropoiética resultó ser de alto potencial inmunogénico; lo cual cumple con el patrón biológico en el bovino lechero y las exigencias de las crías; siempre y cuando se utilicen las medidas de manejo e higiene para las crías durante su primera semana de vida extrauterina.

En otros estudios sobre el contenido de anticuerpos totales en el calostro en los primeros tres días postparto utilizando vacas cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* se reportó una buena calidad del calostro inicial en base al contenido de inmunoglobulinas y al contenido de proteína total (Reyes-Castañeda, 2016).

En muchos sistemas de producción lechera se emplea los bancos calostrales para insertarlo en la alimentación de terneros con madres de bajo valor de anticuerpos en el calostro; para prevenir los problemas a partir de la inmunidad pasiva de los neonatos y crías en general.

La secreción calostrual que menor concentración de anticuerpos presentó fue en la segunda lactación; por lo cual, aunque la calidad calostrual según la concentración de inmunoglobulinas fue excelente; es esencial realizar la evaluación del calostro inicial para identificar aquellos casos que presenten una baja concentración. No obstante, la evaluación del calostro inicial es parte de las normativas del manejo y alimentación del bovino recién nacido en sus primeros días postnatales para garantizar su inmunidad pasiva, la alimentación oportuna, la higiene y protección local de los epitelios y mucosas del tracto digestivo, la estimulación gastrointestinal, el establecimiento inicial de la inmunidad pasiva y la nutrición apropiada (Haines, 2021).

2. Composición bioquímica del primer calostrual postpartum

La composición bioquímica del calostro ha sido caracterizada en base a los principales componentes; destacando el contenido de proteína, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, enzimas y otros compuestos de composición bioquímica

altamente complejos como los factores de crecimiento, el interferon, los bloqueadores de las enzimas quimiotripsina y tripsina entre otros (Kolb, 1979; Bath et al., 1986).

Esta composición química en el marco biológico está representada por los principales compuestos bioquímicos genéricos; como son la proteína total, grasa y lactosa (Casas y Canto, 2015; Quigley, 1999). Estos componentes pueden sufrir cambios considerables debido a la influencia de factores ambientales y genéticos; por lo cual es esencial considerar la evaluación del primer calostro obtenido después del parto; ya que el mismo está relacionado con las funciones inmunogénicas (Roy, 1980) y con el aporte nutricional (Wattiaux, 2002; Elizondo-Salazar, 2007).

La composición bioquímica del primer calostro y su contenido de anticuerpos totales y específicos son considerados para definir el marco de la alimentación para el bovino recién nacido (Genero et al., 2016); además de las medidas del cuidado higiénico y del manejo propiamente.

2.1. Contenido de Proteína total

El análisis variativo y covariativo del contenido de proteína total en el primer calostro indicó que no hubo diferencias estadísticas asociadas con la raza ($P > .05$), pero sí según el número del parto ($P < .05$), el cual corresponde con la primera, según y tercera fase calostrogénica y calostropoiética (1^{ro}, 2^{do} y 3^{er} parto) como se indica en el cuadro XV. Sin embargo, se puede indicar que el análisis de las medias

cuadradas ajustadas muestra de manera consistente que el contenido de proteína total de la primera secreción calostrál obtenida después del segundo parto fue inferior al contenido de la primera y tercera fase calostropoiética en comparación con el primer y tercer parto (cuadro XVI). La interacción del número del parto con la raza no mostró diferencias significativas estadísticamente ($P > .05$); así como tampoco se observó que el peso de los animales y la oferta de alimento concentrado prepartal suministrado durante el periodo del paritorio o tres semanas antes del parto influyeron en forma covariativa ($P > .05$).

Cuadro XV: Análisis de varianza – covarianza para el contenido de proteína total en el calostro inicial postparto según la raza y el número de los partos.

FUENTE DE VARIACION	DF	Type III SS	Mean Square	Fc Value	Ft $_{\alpha}$ 0.05, 0.01
RAZA	2	82.70288067	41.35144034	1.78 NS	3.634, 6.226
NULAC	2	448.64055656	74.32027828	4.82 *	3.634, 6.226
RAZA*NULAC	4	107.50793689	26.87698422	0.58 NS	3.007, 4.773
PCKG	1	36.16777694	36.16777694	0.77 NS	4.494, 8.531
OF CPP	1	163.90145756	163.90145756	3.52 NS	4.494, 8.531
Error	16	744.04094101	46.50255881		

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	854.20572566	85.42057257	1.31	0.3044
Error	16	1044.04094101	65.25255881		
Corrected Total	26	1898.24666667			

R-Square	C.V.	Root MSE	PTGRS Mean
0.449997	18.9366014	8.07790560	36.01111111 / .65x.5 = 110.800526

Factor de ajuste por manejo muestral y laboratorio (Fapmmyl = 0.65).

Factor dilución para el análisis de laboratorio (Fddpal = 0.5).

*Diferencia estadística significativa al 5% ($P < .05$) NS No es diferente al 5% ($P > .05$)

En términos generales, el contenido de proteína total fue similar en el primer calostro procedente de vacas de la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey y también fue paralela en el análisis de las muestras obtenidas inmediatamente después del primero, segundo y tercer parto. Las medias ajustadas del contenido de proteína total para la segunda fase calostrogénica y calostropoiética o periodo inmediatamente después del segundo parto fueron inferiores a los resultados obtenidos después del primer y tercer parto en las tres razas evaluadas. El mayor contenido de proteína total fue observado en el calostro inicial para el tercer parto en la raza Holstein (131.23 g/kg = 13.13%), Pardo Suizo (119.17 g/kg = 11.92%) y Jersey (137.45 g/kg = 13.75%); evidenciando que la fase mamogénica y calostrogénica se ven mermadas en la potencialidad para generar la masa de proteína total calostrual; la cual se observó de manera consistente para el segundo parto en la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey (Cuadro XVI y Gráfica VIII) a continuación.

Cuadro XVI: Medias cuadradas ajustadas del contenido de proteína total (g/kg) en el primer calostro según la raza en las primeras tres lactaciones.

Raza	Fase calostrual según Lactación Parto (No)	Medias Cuadradas Ajustadas g/kg	Medias Cuadradas Ajustadas %
Holstein	1	120.44 ± 13.01 a	12.04 ± 1.30
	2	81.94 ± 4.46 b	8.19 ± .45
	3	131.23 ± 26.98 a	12.12 ± 2.69
Pardo Suizo	1	96.83 ± 20.89 a	9.68 ± 2.09
	2	90.09 ± 20.89 a	9.01 ± 2.09

	3	119.17 ± 10.68 b	11.92 ± 1.07
Jersey	1	119.48 ± 11.12 a	11.95 ± 1.11
	2	101.14 ± 18.34 b	10.11 ± 1.83
	3	137.45 ± 15.10 b	13.75 ± 1.51

Medias según partos dentro de cada raza con letras a b difieren al 5% ($P > .05$).

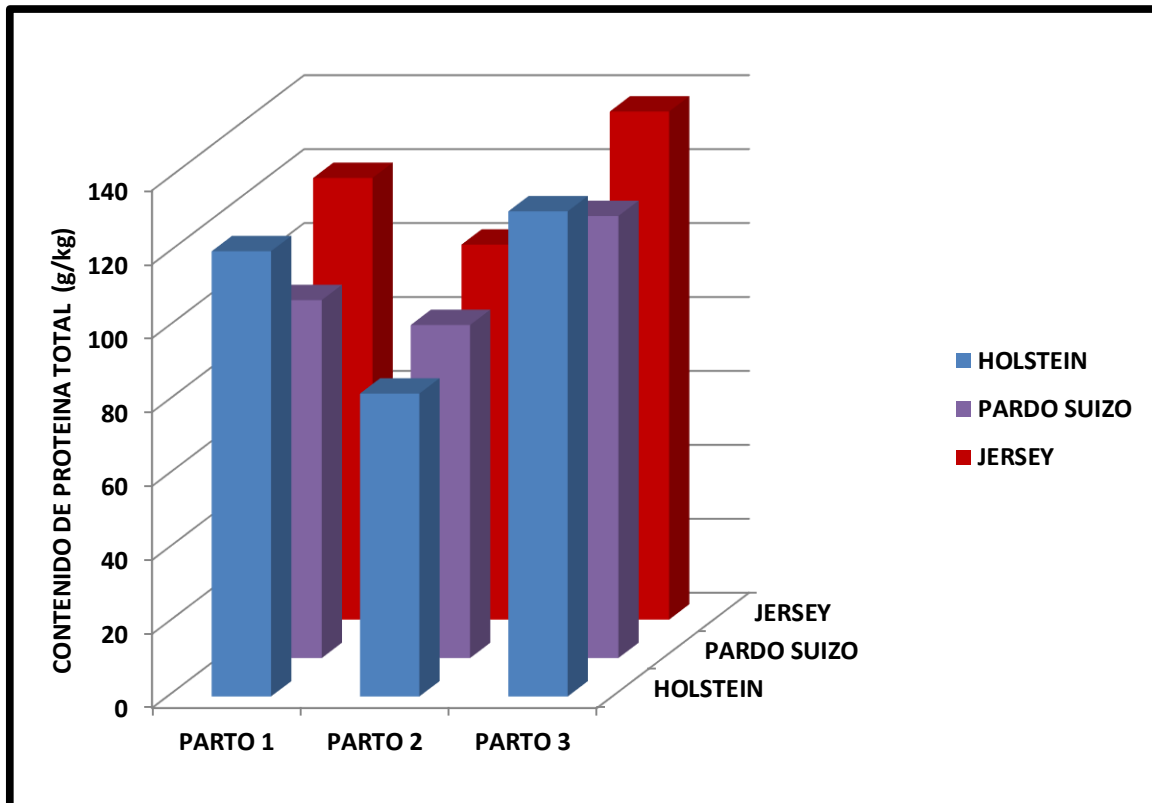
Medias según partos dentro de cada raza con letras a a o b b no difieren al 5% ($P > .05$)

La concentración media de proteína total en el primer parto para las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey fue 120.44, 93.83 y 119.48 g/kg; mientras que el segundo parto estuvo asociado con la concentración de 81.94, 90.09 y 101.14 g/kg; reiterando el menor contenido proteico total. La consistencia del contenido de proteína total en el primer calostro fue superior en el tercer parto y fue la raza Jersey la que mostro el mayor contenido proteico total calostrual entre las tres razas evaluadas (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) (cuadro XVI).

La concentración de proteína total en el calostro inicial fue superior en la fase correspondiente al tercer parto en todas las razas; donde se observó una transición del primer parto equivalente al +8.95% (+ 10.79 g/kg) en la Holstein, al +23.07% (+ 22.35 g/kg) en la raza Pardo Suiza y al +15.04% (+17.97 g/kg) en la raza Jersey. Los estudios de Davis y Drackley (1998) indican que la concentración de proteína en el primer calostro es en promedio 14%; la cual equivale a 140 g/kg en vacas Holstein; mientras que otros estudios como el de Araúz et al., (2011) indican que el calostro inicial presentó 10.21 g/100 g y 10.33 g/100 g en las vacas cruzadas $\frac{3}{4}$ Pardo Suizo x $\frac{1}{4}$ *Bos indicus* para el segundo y tercer parto. En estas vacas el factor de dilución fue menor ya que la producción de calostro fue entre 5.37 y 5.46

kg; mientras que las razas lecheras poseen un mayor índice de dilución total ya que la producción de calostro es superior en la Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

Gráfica VII: Medias de la concentración de proteína total en el calostro inicial en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.



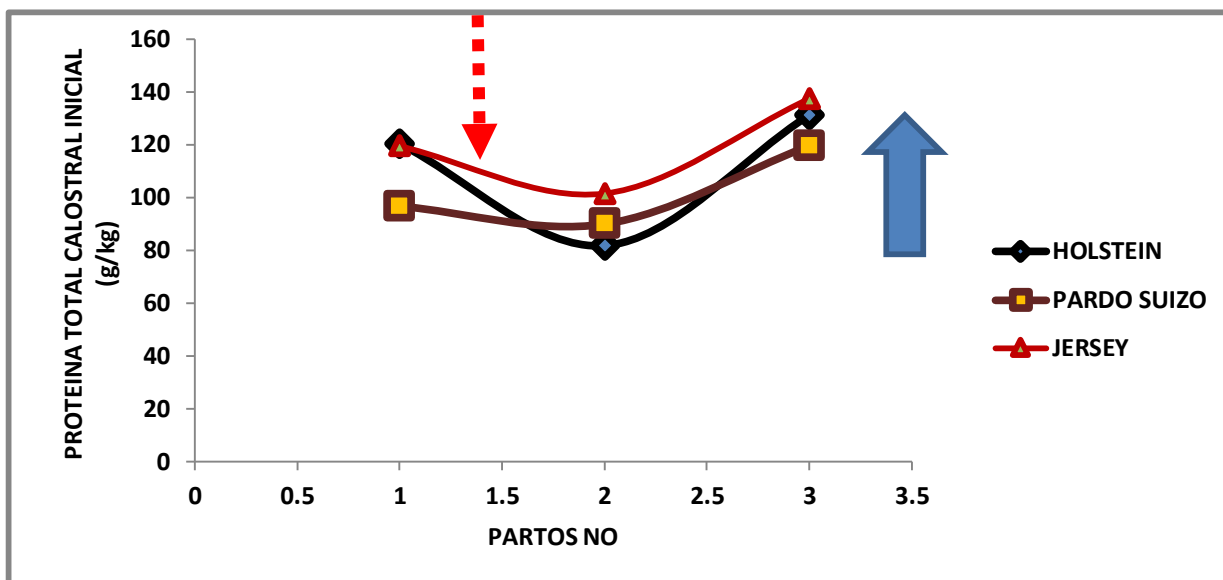
La tendencia observada del contenido de proteína total en el primer calostro obtenido después del parto en las tres razas fue la disminución desde el primer parto hacia el segundo parto; mientras que desde el segundo al tercer parto se produjo un aumento sostenido. Esto sugiere que hay condiciones lactacionales,

nutricionales, de manejo reproductivo e individuales que generan una reducción en la vaca con miras al segundo parto; donde se produce una merma en la calostrogénesis y en el potencial para acumular un elevado contenido de proteína total. El historial lactacional de las vacas, la magnitud de la producción de leche acumulada, el perfil de alimentación durante la lactación, el balance energético y protéico y los aspectos bioclimáticos relacionados con la época seca y lluviosa que pueden haber contribuido para impactar negativamente sobre el potencial calostrogénico y calostropoiético (Glauber, 2007; Genero et al., 2016).

Es importante señalar que la expresión del potencial calostropoiético es la influencia del crecimiento en la vaca lechera; donde su crecimiento continua en las primeras dos lactaciones y el impacto del balance nutricional y metabólico limita la mamogénesis, calostrogénesis y la propia producción lechera (Bath et al., 1986; Glauber, 2007). Todo esto repercute en un mayor requerimiento de nutrientes; exigiendo una mayor dependencia de las reservas corporales (Butler y Smith, 1989; NRC, 2001); y en consecuencia, se produce una mayor presión negativa para la capacitación mamaria que incluye la calostrogénesis y la producción de leche.

Los menores contenidos de proteína total resultaron para el segundo parto; lo cual también estuvo asociado con una menor concentración de anticuerpos totales en el primer calostro obtenido después del parto; y cuya ilustración se presenta en la gráfica VIII a continuación.

Gráfica VIII: Tendencia del contenido de proteína total en el calostro inicial en las tazas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos bajo tecnología lechera intensiva.



Se evidencia aquí que la fase calostrogénica prepartal y calostropoiética en la fase postpartal temprana fue superior en las vacas con mayor edad y número de partos; cuyos valores y hallazgo definen la necesidad de mejorar el manejo integral de las vacas más jóvenes, pero muy especialmente en las vacas de segundo parto; para favorecer el crecimiento, la reproducción y la producción y calidad del calostro en términos de su contenido de anticuerpos y de su composición bioquímica. El contenido de proteína total en el calostro suele expresarse en porcentaje o en

gramos por cada cien gramos; lo cual requiere que se haya utilizado el factor de densidad de cada muestra y sea ajustado a un volumen determinado para establecer la unidad de masa corregida (Schmidt, 1971; Bath et al., 1986).

2.2. Contenido de Grasa en el calostro inicial

El contenido de grasa en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey fue analizado; encontrando que la raza y el número lactacional no mostraron en este estudio una influencia estadística ($P > .05$). El análisis de varianza y covarianza confirmaron que aun efectuando los ajustes por el peso corporal de las vacas y por el ofrecimiento del alimento concentrado en el periodo prepartal no se logró detectar una variación estadística en base al efecto de la raza y los primeros tres partos (cuadro XVII). Sin embargo, al analizar la suma cuadrada de las dos fuentes de variación (raza y partos); puede observarse que la raza tuvo un mayor impacto según la suma cuadrada en el análisis preliminar; por lo cual se puede indicar que la raza fue más importante para definir el contenido de grasa que los primeros tres partos; pero no fueron diferentes estadísticamente ($P > .05$).

La concentración promedio ajustada de grasa en el calostro inicial incluyendo los tres partos evaluados resultó para la raza Holstein 53.81 ± 9.34 g/kg (5.38 ± 0.4 %), Pardo Suizo 57.95 ± 18.38 g/kg (5.79 ± 1.84 %) y en la Jersey 68.81 ± 18.25 g/kg (6.88 ± 1.82 %); tal como se presenta en el cuadro XVIII. El contenido de grasa está asociado con la raza por todos los estudios que existen; destacando que el mismo

aumenta desde la Holstein, seguido de la Pardo Suizo hasta la Jersey como se ha tipificado el patrón de la composición láctea y la curva de producción (Bath y colaboradores, 1986; Visser y Wilson, 2006).

Cuadro XVII: Análisis de varianza – covarianza para el contenido de grasa en el calostro inicial según la raza y el número de los partos.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Ft _α 0.05, 0.01
RAZA	2	428.37638937	214.18819468	1.72 NS	3.634, 6.226
NULAC	2	19.02587254	9.51293627	0.08 NS	3.634, 6.226
RAZA*NULAC	4	382.62708871	95.65677218	0.77 NS	3.007, 4.773
PCKG	1	16.52015136	16.52015136	0.13 NS	4.494, 8.531
OFCPP	1	2.95777441	2.95777441	0.02 NS	4.944, 8.531
Error	16	1987.77775463	124.23610966		

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	2591.02891204	259.10289120	2.09	0.0916
Error	16	1987.77775463	124.23610966		
Corrected Total	26	4578.80666667			

R-Square	C.V.	Root MSE	GRAGRS Mean
0.565874	56.97813	11.14612532	19.56211111/.5x.65 = 60.1911 g/kg

NS No es diferente estadísticamente al 5% (P>.05)

En la mayoría de los estudios se utiliza la raza Holstein como referente, indicando que el primer calostro presenta un contenido de grasa de 6.7% (Davis y Drackley, 1998); mientras que Puppel y colaboradores (2019) indican que la grasa del primer calostro es 6.5%. Otros estudios realizados por Araúz et al., (2011); utilizando vacas cruzadas también reporta un contenido de grasa de 6.33, 6.23, 6.12 y 6.50% en las vacas de 2do, 3er, 4to y 5to parto.

El análisis de las medias en los primeros tres partos en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey mostraron ligeros cambios; con los mayores contenidos en el tercer

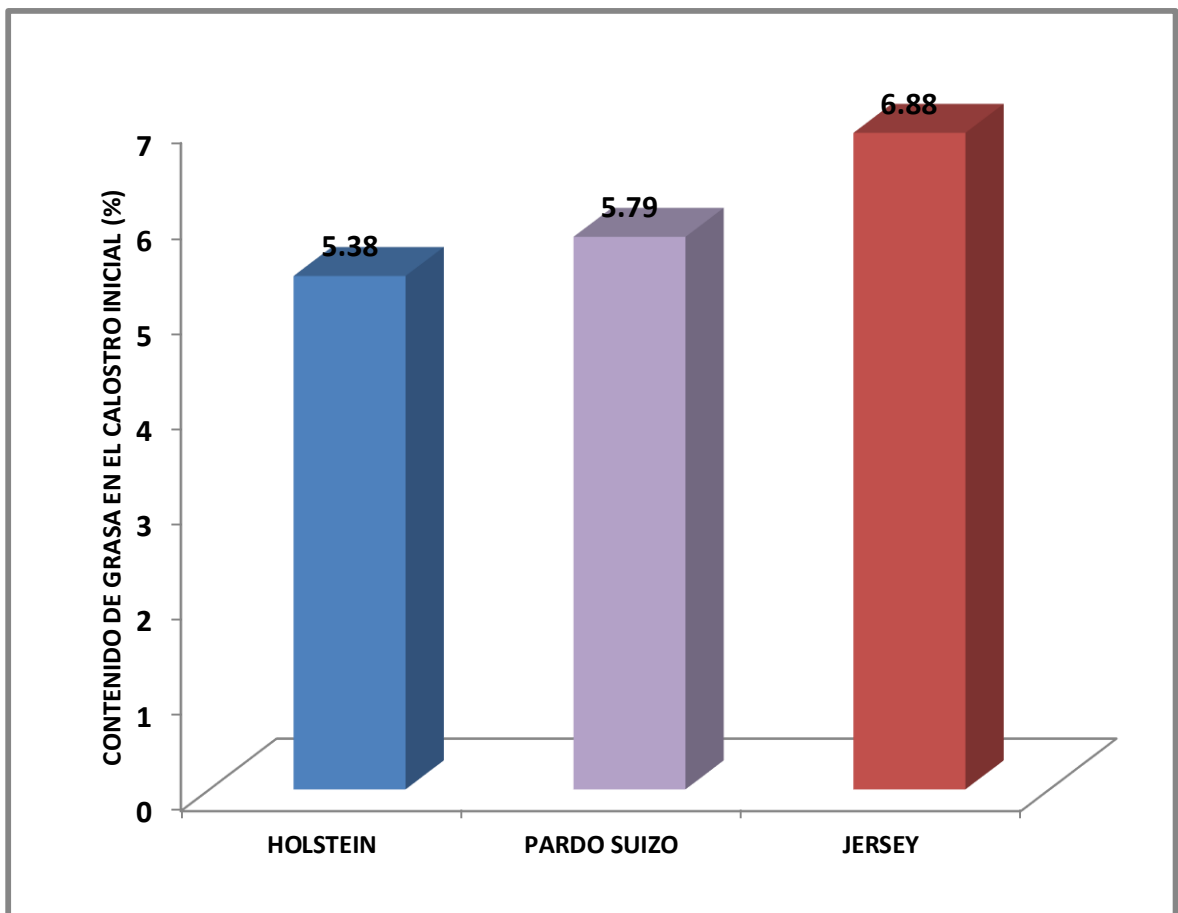
parto; destacándose la raza Jersey como la de mayor contenido de grasa calostrual después del tercer parto (Cuadro XVIII). En general, todas las razas mostraron su mayor contenido de grasa en el calostro inicial en asociación con el tercer parto; aunque que cabe destacar que tal como el análisis de varianza – covarianza no mostro diferencias significativas, no se realizaron las comparaciones de las medias entre las razas, ni entre los partos y mucho menos al contemplar la raza por el número en los partos evaluados.

Cuadro XVIII: Medias cuadradas ajustadas del contenido de proteína total (g/kg) en el primer calostro según la raza en las primeras tres lactaciones.

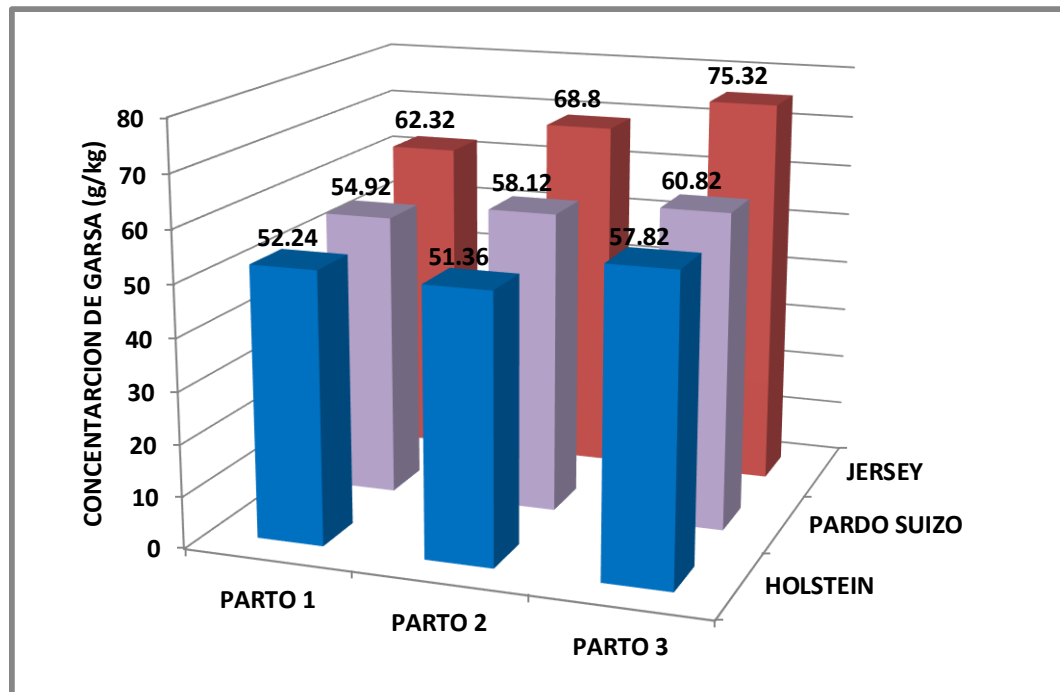
Raza	Fase calostrual según Lactación Parto (No)	Medias Cuadradas Ajustadas g/kg	Medias Cuadradas Ajustadas %
Holstein	1	52.24 ± 10.23	5.24 ± 1.02
	2	51.36 ± 9.73	5.14 ± 0.09
	3	57.82 ± 8.07	5.78 ± 0.08
	Promedio Ajustado	53.81 ± 9.34	5.38 ± 0.40
Pardo Suizo	1	54.92 ± 15.72	5.49 ± 1.57
	2	58.12 ± 19.74	5.81 ± 1.97
	3	60.82 ± 19.68	6.08 ± 1.97
	Promedio Ajustado	57.95 ± 18.38	5.79 ± 1.84
Jersey	1	62.32 ± 19.82	6.23 ± 1.98
	2	68.80 ± 19.78	6.88 ± 1.97
	3	75.32 ± 15.14	7.53 ± 1.51
	Promedio Ajustado	68.81 ± 18.25	6.88 ± 1.82

La tendencia general del contenido de grasa en el primer calostro se muestra en la gráfica XI; sobresaliendo el aumento sostenido en las razas Pardo Suizo y Jersey; mientras que en la raza Holstein se observó una tendencia curvolineal al ver la evolución en los primeros tres partos; pero todas las razas evidenciaron el mayor contenido de grasa en el tercer parto.

Gráfica IX: Concentración promedio ajustada de la grasa en el primer calostro en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.



Gráfica X: Medias de la concentración de grasa (g/kg) en el calostro inicial en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.



La grasa de la secreción calostroal ha sido considerada de gran importancia; ya que uno de los aportes nutricionales es el estímulo al tracto digestivo del recién nacido para facilitar el funcionamiento motil del tracto intestinal para defecar el meconio. Sin embargo, el propio meconio se ha indicado como esencial para la protección y el funcionamiento del tracto intestinal (Rutter, 2010). El aporte nutricional de la grasa calostroal está centrada en el valor bioenergético (NRC, 2001; Wattiaux, 2002; Elizondo-Salazar, 2007); pero también, está relacionada con el contenido de la vitamina A y con los pigmentos carotinoides que circulan en la sangre de la vaca; pudiendo transferirse al tejido alveolar mamario durante la lactogénesis II en las últimas tres a cuatro semanas antes del parto (Glauber, 2007).

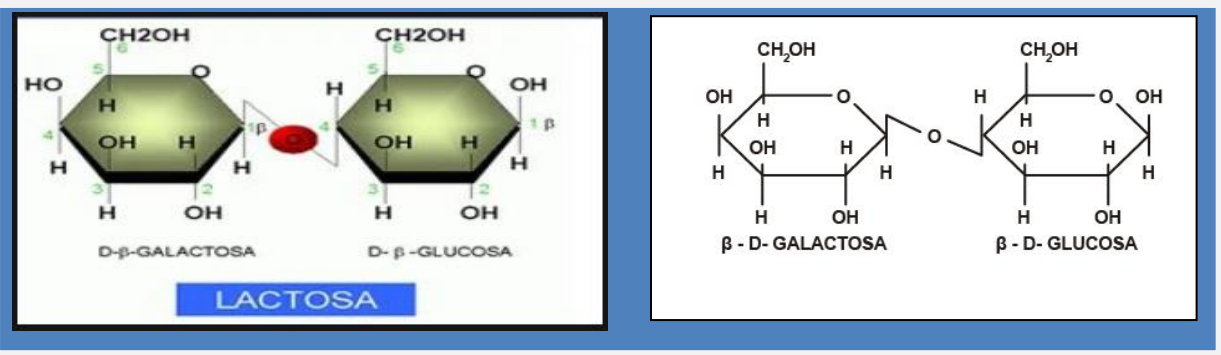
El contenido de grasa en el primer calostro en las razas evaluadas fue inferior a los valores reportados (Davis y Drackley, 1998; Puppel et al., 2019); pero los valores encontrados no presentan una diferencia marginal y por ende el valor estimulador y energético del primer calostro es considerado normal de acuerdo con los antecedentes de la composición calostrual. La composición del calostro es uno de los aspectos más variables por la influencia de múltiples factores; tales como: manejo, nutrición, alimentación, genética, periodo seco, edad de la vaca y otras condiciones como la salud de la ubre (Rutter, 2010; Araúz et al., 2011; Puppel et al., 2019).

La biología del sistema mamario en las razas evaluadas se mantuvo; garantizando un buen aporte de grasa en el primer calostro. El contenido de grasa fue mayor en el tercer parto, pero al mismo tiempo no se evidenció un contenido marginal o deficiente en los demás partos de las razas evaluadas; por lo cual, se puede indicar que el potencial estimulador del tracto digestivo y el valor nutricional energético es garantizado en relación con el aporte biológico para el ternero recién nacido. El calostro evaluado según el contenido de grasa no presenta limitantes nutricionales energéticas para los neonatos; siempre y cuando el manejo sea óptimo; especialmente para las fincas lecheras que separan la cría de la madre poco tiempo después del parto; tal como ocurre en las fincas lecheras especializadas en Panamá y otros países latinoamericanos.

2.3. Contenido de lactosa en el calostro inicial

La lactosa es un azúcar disacárido que aparece exclusivamente en la leche de todas las especies; incluyendo aquellas rumiantes y no rumiantes en general; la cual está formada por la unión de la molécula de galactosa con la glucosa a través de un enlace β - galatosídico 1 - 4 β - glucósido entre el carbono uno (C1) de la galactosa y el carbono cuatro (C4) de la glucosa como se ilustra en la figura XVI y XVII a continuación. Este disacárido posee la fórmula comprimida $C_{12}H_{22}O_{11}$ y es reconocida por sus propiedades para dar el grado de dulcidez en la leche. Su concentración es menor en el calostro en comparación con la leche de la vaca después de la fase calostrada y de transición hacia leche (Davis y Drackley, 1998).

Figura X: Ilustración de la estructura de la molécula de lactosa



Fuente: Imágenes de Internet, Google Chrome, 2021.

El análisis de varianza y covarianza simultáneo indicó que la raza, los partos y su interacción; así como las covariables peso corporal y alimento concentrado suministrado en el periodo prepartal no resultaron con diferencias estadísticas

(P>.05) entre las razas, entre los partos y mucho menos al considerar la raza por los partos (Cuadro XIX); por lo cual no se incluyó la comparación de las medias.

Cuadro XIX: Análisis de varianza – covarianza para el contenido de lactosa (g/kg) en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Ft _α 0.05, 0.01
RAZA	2	184.31282765	92.15641382	0.64 NS	3.634 6.221
NULAC	2	327.72615287	163.86307643	1.13 NS	3.634 6.221
RAZA*NULAC	4	241.12032293	60.28008073	0.42 NS	3.007 4.773
PESO CORPORAL (KG)	1	81.30283696	81.30283696	0.56 NS	4.494 8.531
ALIMENTO CONCENTRADO	1	366.53236391	366.53236391	2.53 NS	4.494 8.531
Error	16	2315.31100920	144.70693807		
Corrected Total	26	4211.06296296			

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	1895.75195377	189.57519538	1.31	0.3040
Error	16	2315.31100920	144.70693807		
Corrected Total	26	4211.06296296			

R-Square	C.V.	Root MSE	LACGRS Mean
0.450184	22.37492	12.02941969	53.76296296/FACTOR DE DILUCION

NS No es diferente estadísticamente al 5% (P>.05).

Las medias del contenido de lactosa en el calostro inicial ajustadas por doble covarianza en la raza Holstein fue 26.89 ± 3.62 g/kg, en la raza Pardo Suizo resultó en 24.80 ± 4.98 g/kg y en la raza Jersey fue 28.97 ± 6.69 g/kg (Cuadro XX); las cuales no fueron valores diferentes entre las razas (P>.05). Las medias ajustadas según la raza y los primeros tres partos tampoco mostraron diferencias estadísticamente (P>.05).

Estos valores fueron parecidos a los resultados reportados por Davis y Drackley (1998) y se enmarcan en el contenido de lactosa en el calostro; coincidiendo con los reportes de Rutter (2010) y Puppel et al., (2019) en vacas de razas especializadas; así como con los reportes de Araúz et. al., (2011) en vacas cruzadas. En relación con los posibles efectos de los partos; se observó que el contenido de lactosa en el calostro presentó los menores valores en las vacas de segundo parto; lo cual fue consistente en las tres razas evaluadas (Gráfica XII). Ello sugiere que la lactación previa o entre la primer y segundo parto es ligeramente afectado por los procesos como el crecimiento, la producción de leche de la primera lactación y el periodo seco en su conjunto; los cuales reducen la capacidad del sistema mamario para realizar la síntesis y secreción del calostro en la fase calostrual en comparación con las características calostrales generados después del primer y tercer parto.

La raza Jersey presentó el mayor contenido de lactosa en el calostro inicial; aunque no se detectaron diferencias estadísticas ($P > .05$) como se muestra en el cuadro XX; sobresaliendo sobre los resultados de las razas Pardo Suizo y Holstein. No obstante, otros estudios reportan un contenido referencial de lactosa de 2.7% (Davis y Drackley, 1998). Araúz et al., (2011) reportaron para el segundo, tercer, cuarto y quinto parto presentaron una concentración de lactosa de 2.43, 2.61, 2.84 y 2.85%; lo cual también coincide con otros estudios pertinentes.

El promedio racial del contenido de lactosa en el calostro inicial fue muy similar en las razas Holstein (2.69%), Pardo Suizo (2.48%) y Jersey (2.89%); aunque dichas

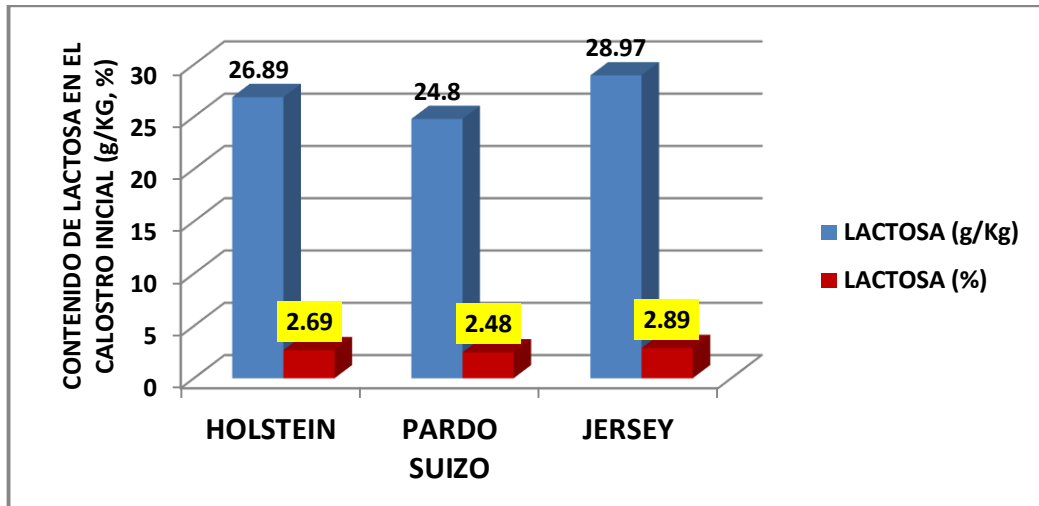
medias incluyeron las variaciones ocasionadas por el número de los partos (Gráfica XII). De igual forma, la concentración de lactosa en el primer calostro asociado con los primeros tres partos presentó un bajo contenido; manteniendo una identidad con los antecedentes de la composición química calostrual descritos por Wattiaux (2002); quien señala que este componente bioquímico representa el 2.7% (27 g/kg). La concentración de lactosa más próxima al patrón antes señalado fue para el calostro secretado después del segundo parto en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; mientras que, para el primer y tercer parto, el contenido de lactosa fue ligeramente superior (Cuadro XX y gráfica XIII).

La concentración de lactosa en el calostro está asociada con los cambios estructurales y celulares que toman lugar durante la lactogénesis II; especialmente en los últimos días de la gestación para los efectos de la composición de la secreción calostrual inmediatamente después del parto. El Ácido Ribonucleico mensajero (RNAm) de la α -lacto albúmina es trasladado al retículo endoplásmico de la célula epitelial mamaria o lactocito, donde la proteína interactúa con la enzima galactosiltransferasa en el aparato de Golgi para dar lugar a la biogénesis de la lactosa. Esto determina un aumento gradual en la concentración de lactosa local; lo cual produce un aumento en el ingreso de agua; generando la hidroendocitosis por osmosis hacia el aparato de Golgi y hacia las vesículas secretoras que contiene la lactosa (Rueda, 2004).

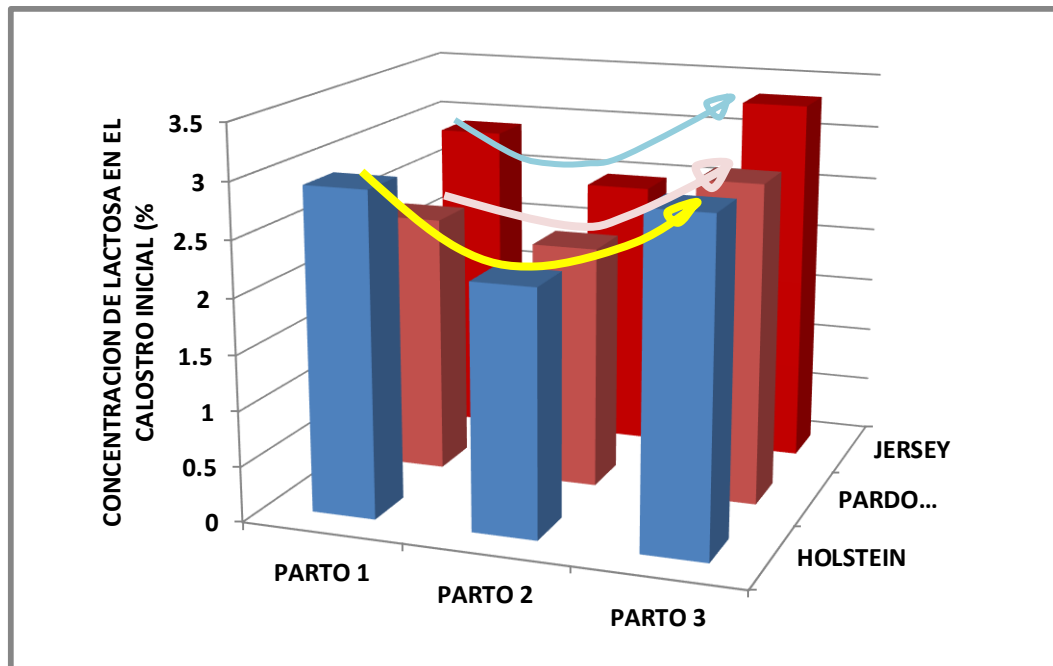
Cuadro XX: Medias cuadradas ajustadas del contenido de lactosa en el calostro inicial según la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres partos.

Raza	Fase calostrál según Lactación Parto (No)	Medias Cuadradas Ajustadas g/kg	Medias Cuadradas Ajustadas %
Holstein	1	29.15 ± 3.25	2.92 ± 0.32
	2	22.14 ± 1.05	2.21 ± 0.10
	3	29.37 ± 6.57	2.94 ± 0.66
	Promedio Ajustado	26.89 ± 3.62	2.69 ± 0.36
Pardo Suizo	1	23.50 ± 5.07	2.35 ± 0.50
	2	22.00 ± 6.19	2.20 ± 0.62
	3	28.90 ± 3.69	2.89 ± 0.37
	Promedio Ajustado	24.80 ± 4.98	2.48 ± 0.49
Jersey	1	29.00 ± 7.03	2.90 ± 0.70
	2	24.55 ± 4.51	2.46 ± 0.45
	3	33.35 ± 8.52	3.33 ± 0.85
	Promedio Ajustado	28.97 ± 6.69	2.89 ± 0.67

Gráfica XI: Promedio del contenido de lactosa (g/kg, %) en el calostro inicial procedente de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey incluyendo los primeros tres partos en lecherías especializadas.



Gráfica XII: Contenido de lactosa (%) en el calostro inicial en vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey asociado con los primeros tres partos.



Las funciones de la lactosa en el calostro para los terneros recién nacidos han sido asociadas con los efectos colaxativos en conjunto con el contenido de grasa y de los elementos minerales sodio, potasio y cloro; los cuales estimulan y potencian la actividad muscular en el tracto gastrointestinal, especialmente en el sector intestinal; repercutiendo en la eliminación del meconio y la limpieza del conjunto intestinal (Araúz, 2018). Por otro lado, la lactosa representa una fuente de energía accesible para el ternero, una vez que dicho disacárido es simplificado por la acción de la enzima lactasa, la cual hidroliza la molécula a nivel del enlace β D-1-galactosa – D-4-glucosa para generar la molécula de galactosa y glucosa (Wattiaux, 2002).

La concentración de lactosa en el primer calostro obtenido de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey secretado inmediatamente después del parto estuvo asociado con el patrón bioquímico del primer secretado calostrado en la hembra bovina tipo leche; evidenciando una ligera desviación sobre el valor referente; lo cual puede deberse a la influencia de los factores nutricionales y alimentarios, del manejo prepartal, a la influencia climática, a las variaciones entre los animales y al tiempo del muestreo del calostro después del parto. Sin embargo, se mantuvo próximo al perfil bioquímico que otros investigadores han reportado (Wattiaux, 2002; Rutter, 2010; Araúz et al., 2011); lo cual satisface las demandas del neonato bovino en términos bioquímicos y energéticas que descansan sobre el aporte de la lactosa calostrada en las primeras horas de vida postnatal.

2.4. Contenido de los Sólidos Totales en el primer calostro

El contenido de los sólidos totales en el primer calostro procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey no mostró diferencias estadísticas entre las razas ($P > .05$) y tampoco entre los primeros tres partos ($P > .05$) como eventos asociados con variaciones en la composición del calostro inicial (Cuadro XXI). Sin embargo, la raza Jersey presentó el mayor contenido de sólidos totales como promedio ajustado incluyendo la información en el calostro inicial después de los primeros tres partos; cuya concentración fue 271.15 g/kg; mientras que la raza Holstein presentó 214.2 g/kg y la Pardo Suiza 228.6 g/kg (cuadro XXII). La contribución variativa fue superior según el ofrecimiento del alimento concentrado preparto en comparación con el peso corporal bajo el análisis de covarianza.

Cuadro XXI: Análisis de varianza – Covarianza para el contenido de sólidos totales en el primer calostro procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Ft $_{\alpha}$ 0.05, 0.01
RAZA	2	989.67531140	494.83765570	0.97 NS	3.634 6.221
NULAC	2	1080.17919369	540.08959685	1.06 NS	3.634 6.221
RAZA*NULAC	4	2017.54971552	504.38742888	0.99 NS	3.007 4.773
PESO CORPORAL (COV 1)	1	419.88225429	419.88225429	0.82 NS	4.994 8.531
OFREC.ALIM.CONC (COV 2)	1	1339.12075958	1339.12075958	2.62 NS	4.494 8.531
Error	16	8179.93928417	511.24620526		
Corrected Total	26	18210.36074074			

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	10030.42145657	1003.04214566	1.96	0.1106
Error	16	8179.93928417	511.24620526		
Corrected Total	26	18210.36074074			

R-Square	C.V.	Root MSE	STGRS Mean
0.550808	18.98763	22.61075419	119.08148148

En términos generales, el contenido de sólidos fue de menor a mayor; partiendo de la raza Holstein, Pardo Suizo y luego la Jersey que superó a la Holstein en 26.25% y a la raza Pardo Suizo en 18.77% según los promedios por raza (Cuadro XXII).

Cuadro XXII: Medias cuadradas ajustadas del contenido de sólidos totales (g/kg) en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey según el número del parto.

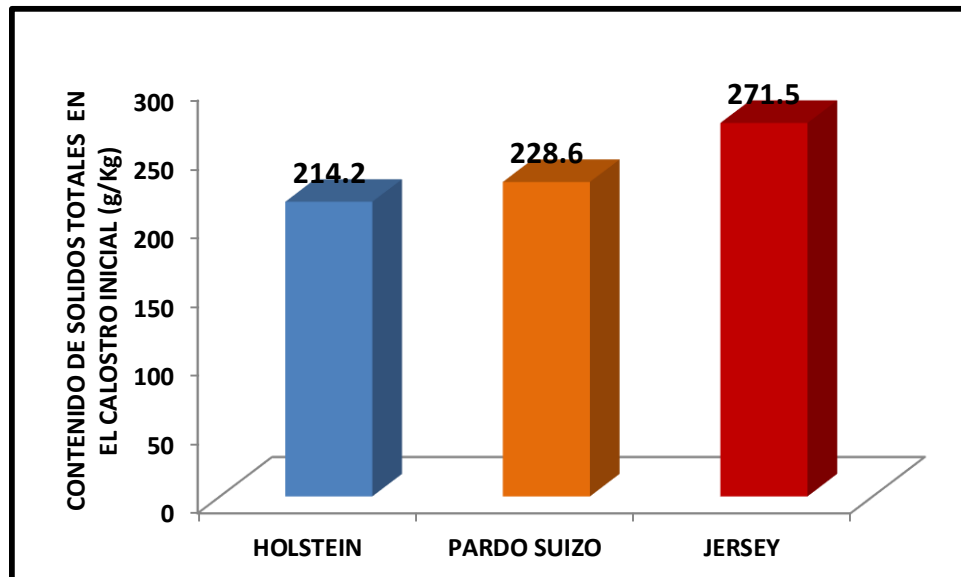
Raza	Fase calostrál según Lactación Parto (No)	Medias Cuadradas Ajustadas g/kg	Medias Cuadradas Ajustadas %
Holstein	1	231.7 ± 13.28	23.17 ± 1.33
	2	180.7 ± 11.44	18.07 ± 1.14
	3	230.2 ± 26.55	23.02 ± 2.66
	Promedio Ajustado	214.2 ± 17.09	21.42 ± 1.71
Pardo Suizo	1	222.0 ± 29.48	22.2 ± 2.95
	2	218.0 ± 31.40	21.80 ± 3.14
	3	245.9 ± 12.26	24.59 ± 1.23
	Promedio Ajustado	228.6 ± 24.38	22.86 ± 2.44
Jersey	1	265.6 ± 17.29	26.56 ± 1.73
	2	230.6 ± 20.92	23.06 ± 2.09
	3	318.2 ± 34.67	31.82 ± 3.47
	Promedio Ajustado	271.5 ± 24.29	27.15 ± 2.43

Los estudios del calostro inicial reportan un contenido de sólidos totales de 23.9% o sea 239 g/kg según Davis y Drackley (1998); coincidiendo en los valores reportados

por otros autores (Mesoam, 2015; Wattiaux, 2002). En el presente estudio, se detectó diferencias entre las tres razas; aunque en términos estadísticos no hubo diferencias estadísticas. No obstante, la raza Holstein promedio 21.42% a pesar de su alta capacidad de producción tanto en la fase calostrual como a través de la lactación normal (Puppel et al., 2019).

Por su parte, las razas Pardo Suizo y Jersey presentaron un calostro con mayor contenido de sólidos totales; lo cual está correlacionado con la habilidad calostrogénica prepartal y a su vez con la habilidad lechera en términos lactogénicos avanzados (Schmidt, 1971; Glauber, 2007).

Gráfica XIII: Promedios ajustados del contenido de sólidos totales en el calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.



Las medias cuadradas ajustadas por covarianza para los primeros tres partos en las tres razas indicó que el contenido de sólidos totales en el calostro inicial para la segunda fase calostrogénica; o sea para inmediatamente después del segundo parto presento un menor contenido en comparación con el primer parto; al mismo tiempo que se observó que hubo un incremento en los sólidos totales para la tercera fase calostrogénica y por ende el comportamiento fue curvolineal en las tres razas; sobresaliendo los cambios mas drásticos en la raza Jersey. La concentración de sólidos totales se redujo en la fase calostrogénica asociada con el segundo parto en todas las razas evaluadas.

Es posible que entre los factores asociados se encuentre el perfil nutricional y alimentario de la vaca durante la lactación si tiene historial de parto y de producción; pudiéndose deber a la influencia de los factores nutricionales (energía, proteína) y los balances de energía y proteína lactacional (NRC, 2001) y el crecimiento corporal (Bath et al., 1986).

La transición del primero al segundo parto estuvo asociada con una reducción en el contenido y la concentración de los sólidos totales en el primer calostro; lo cual fue generalizado en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; pero más marcado en la Holstein y en la Jersey. La reducción en la raza Holstein fue equivalente al 22% al comparar el calostro producido después del primer y segundo parto; mientras que en la raza Pardo Suizo la reducción equivalente fue 2% y en la raza Jersey la reducción fue 13.18% (Gráfica X). Se ha reconocido que el ganado lechero

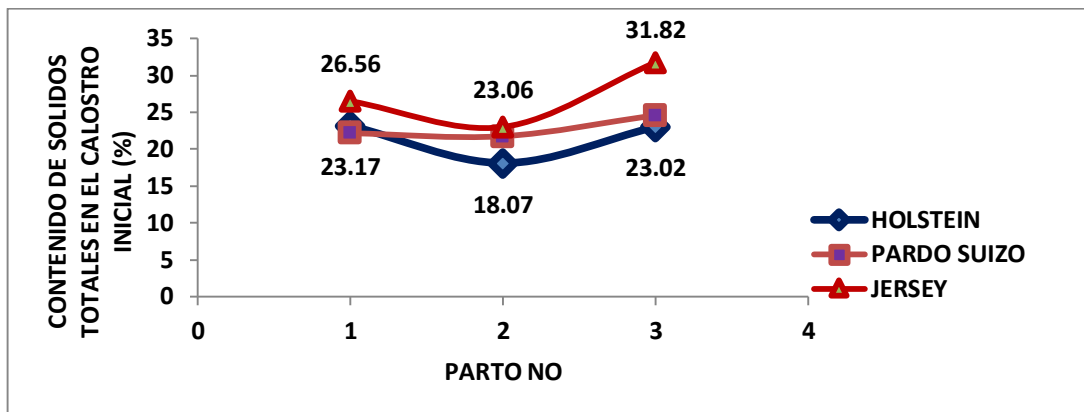
especializado evoluciona corporalmente en los primeros tres periodos postpartales; debido a los cambios en el peso corporal desde el primer parto con un 69% del peso adulto (469 kg), en el segundo parto con el 87% (591 kg) y de éste al tercer parto alcanzando el 100% de la unidad somática adulta (679 kg) en el clima templado (Visser y Wilson, 2006).

En las condiciones del medio tropical, hay factores que pueden afectar la habilidad calostrogénica y la producción lechera en las razas lecheras especializadas; tales como la época anual, el balance energético y protéico lactacional, la habilidad lechera y la calidad nutricional de los forrajes y de la dieta en general (Araúz et al., 2015). El estudio no fue orientado para definir la influencia de los factores antes señalados sobre la calidad y producción de calostro; sin embargo, bajo las condiciones comerciales de producción lechera especializada; es posible que algunos aspectos del manejo como la nutrición y alimentación lactacional y en el último tercio de la preñez puedan ser antagónicos al sistema mamario; afectando el contenido de los sólidos totales, la grasa, la proteína y la lactosa.

Se observó que la transición del segundo al tercer parto fue apreciable; sobresaliendo en la vaca Jersey +38%; en la raza Holstein +27% y finalmente en la raza Pardo Suizo con el contenido de sólidos totales de +11.28% y en la raza Holstein mostró un cambio de +38%. La madurez somática favoreció la producción de calostro y ésta a su vez influyó en la calidad y producción del calostrado según las condiciones climáticas; afectando el contenido de los sólidos totales en el segundo

periodo postpartal. Adicionalmente, puede haber otros factores involucrados como antecedentes, especialmente, el perfil de la alimentación y nutrición lactacional; lo cual puede haber limitado la disposición de las reservas corporales para las vacas que pasaron por su primera lactación. No obstante, no se puede indicar categóricamente las causales de este hallazgo; pero si se puede señalar que la calostrogénesis fue limitada al final de la segunda gestación y en consecuencia la composición bioquímica (grasa, lactosa y proteína) y el valor sumatorio de estos se redujo en comparación con los valores de la primera y tercera calostrogénesis.

Gráfica XIV: Concentración de sólidos totales en el calostro inicial producido por vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en asociación con los primeros tres partos.



En resumen, los efectos negativos de múltiples condicionantes de la capacitación del sistema mamario y de la producción de calostro y leche determinan aspectos como: un bajo rendimiento de sólidos totales, baja concentración de proteína y una concentración marginal de lactosa. En consecuencia, el manejo nutricional debe

constituir una orientación para cubrir todas las necesidades de la vaca lechera en producción (NRC, 2001). En consecuencia, el programa de alimentación debe incluir el análisis nutricional integral preventivo que inicia con el calostro y su calidad patronizada según la composición bioquímica, el valor inmunogénico y su valor nutricional y el suministro oportuno al recién nacido (Quigley, 1991; Vargas et al., 2014; Morales y Ramírez, 2014).

2.5. Contenido de energía fisiológica neta del calostro inicial

Entre las funciones esenciales del calostro se encuentra el aporte de la energía bioutilizable por el recién nacido; el cual demanda de nutrientes con alto valor energético como son: grasa, lactosa e incluso parte de las proteínas (NRC, 2001). De allí, que es esencial establecer cuanta energía fisiológica representa el primer calostro para el recién nacido como parte del potencial biológico y bioquímico; además del valor inmunogénico que se conoce (Roy, 1980; Wattiaux, 2002).

En el presente estudio se consideró establecer el contenido energético bioutilizable por el recién nacido; encontrando que la raza mostro una influencia apreciable estadísticamente ($P < .05$); mientras que el número del parto no marcó una diferencia estadística ($P > .05$). Las medias raciales del contenido de energía fisiológica en la Holstein fue 976.99 Kcal/kg; resultando la raza con el menor contenido energético en el primer calostro; seguido de la raza Pardo Suizo con 1181.84 Kcal/kg y la Jersey que presentó el mayor contenido de energía fisiológica correspondiente a 1419.06 kcal/kg (cuadro XXI). La raza Pardo Suizo y Jersey están reconocidas por

presentar un mayor contenido de sólidos grasos tanto en la leche (Visser y Wilson, 2006) como en el calostro (Yaylak et al., 2018).

El contenido de energía fisiológica del calostro y de la leche se ve determinado por el contenido de grasa, proteína y lactosa (Jenness y Guidry, 1985) y por ende el calostro de las razas Pardo Suizo y Jersey presento el mayor contenido de energía fisiológica calostrual. El contenido de grasa en la leche de la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey es 3.18, 4.05 y 5.17% según Visser y Wilson (2006); mientras que el calostro de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey ha sido reportado con un contenido energético de 1422 Kcal/kg según Davis y Drackley (1998); en la Pardo Suizo 1675 kcal/kg (Yaylak et al., 2018) y en la raza jersey 1785 kcal/kg según datos preliminares en Panamá (Araúz, 2020).

El análisis de varianza – covarianza evidenció que la contribución de la raza y el número del parto tuvieron una influencia estadística al 5% ($P < .05$); mientras que el peso corporal y el ofrecimiento de concentrado en el periodo del paritorio no fueron de influencia estadística relevante ($P > .05$) como se muestra en el cuadro XXI. En consecuencia, puede indicarse que las diferencias según la raza y el número del parto a través de la grasa, proteína y lactosa se acumularon y potenciaron el contenido de energía fisiológica neta; lo que significa que las medias genéricas por raza y número de partos deberán segmentarse atendiendo las dos fuentes de variación más relevantes (raza y partos).

Cuadro XXI: Análisis de varianza y covarianza para el contenido de Energía Fisiológica Neta en el calostro inicial según la raza (Holstein, Pardo Suizo y Jersey) y los primeros tres partos.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Ft α .05 .01
RAZA	2	116240.19305037	58120.0965300	3.92 *	3.634 6.221
NULAC	2	40628.56268000	20314.2813400	1.37 NS	3.634 6.221
RAZA*NULAC	4	197331.76449526	49332.9411200	3.32 *	3.007 4.773
PCKG	1	1125.79409453	1125.79409453	0.08 NS	4.494 8.531
OF CPP	1	5571.60004544	5571.60004544	0.38 NS	4.494 8.531
Error	16	237190.95502342	14824.43468896		
Corrected Total	26	598088.86938519			

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	360897.91436177	36089.79143618	2.43	0.0545
Error	16	237190.95502342	14824.43468896		
Corrected Total	26	598088.86938519			
R-Square	C.V.	Root MSE	EFKCAL Mean		
	0.603419	20.41815	121.75563514		596.31074074/0.5

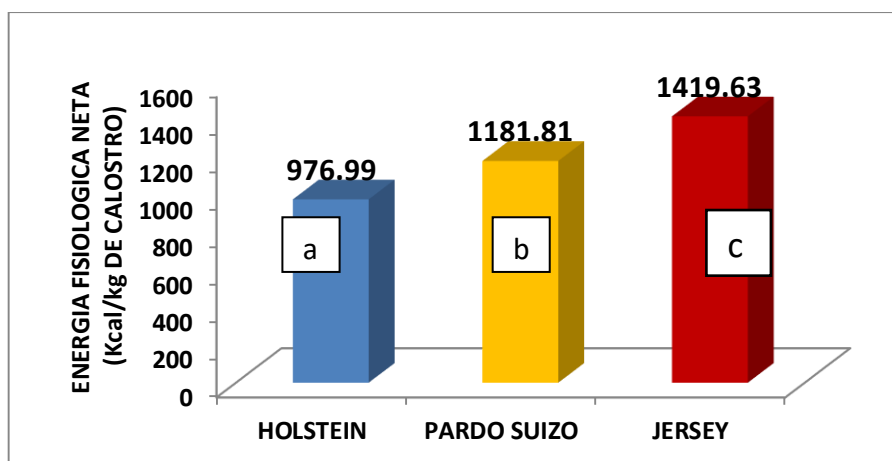
* Existe diferencia estadística al 5% (P<.05).

NS No existe diferencia estadística al 5% (P>.05).

El contenido de la energía fisiológica neta del primer calostro en las vacas Holstein fue 976.99 ± 77.23 , en las vacas Pardo Suizo 1181.84 ± 159.90 y en las vacas Jersey fue 1419.03 ± 93.78 kcal/kg; valores que aumentaron debido al incremento de la grasa, proteína y lactosa calostrales según la raza (cuadro XXII). La raza Holstein posee el menor contenido de sólidos en el calostro y la leche y por ende, su contenido de energía fisiológica fue el menor; mientras que la Pardo Suizo es intermedia en términos de su composición calostrales y lácteos; y sobre las dos razas

antes señaladas. La raza Jersey posee el mayor contenido de sólidos totales; lo cual determinó el mayor contenido energético en el primer calostro obtenido después del parto (Gráfica XV, cuyas diferencias de las medias fueron diferentes entre las razas ($P < .05$); destacándose la superioridad de la Jersey sobre la Holstein y sobre la Pardo Suizo.

Gráfica XV: Promedio racial del contenido de Energía Fisiológica Neta del primer calostro en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.



Medias con las letras a b, a c y b c difieren al 5% ($P < .05$).

La concentración de energía fisiológica en el calostro inicial en la raza Holstein no fue diferente entre el primer y tercer parto; pero se observó una reducción para el segundo parto; mostrando una diferencia estadística al 5% ($P < .05$). En la raza Pardo Suizo no se observó variaciones considerables en los primeros tres partos; resultando prácticamente el mismo contenido energético del calostro inicial. En la raza Jersey también se observó una reducción en el valor energético para el calostro inicial asociado con el segundo parto y se encontró que las diferencias

entre el primero y segundo y entre el segundo y el tercer parto fueron diferentes estadísticamente ($P < .05$) como se ilustra en el cuadro XXII respectivamente. En la gráfica XII se observa la tendencia y los cambios en el contenido energético del primer calostro asociado con los primeros tres partos; siendo la raza Pardo Suizo más sostenida en el valor energético del calostro inicial en los primeros tres partos (gráfica XII).

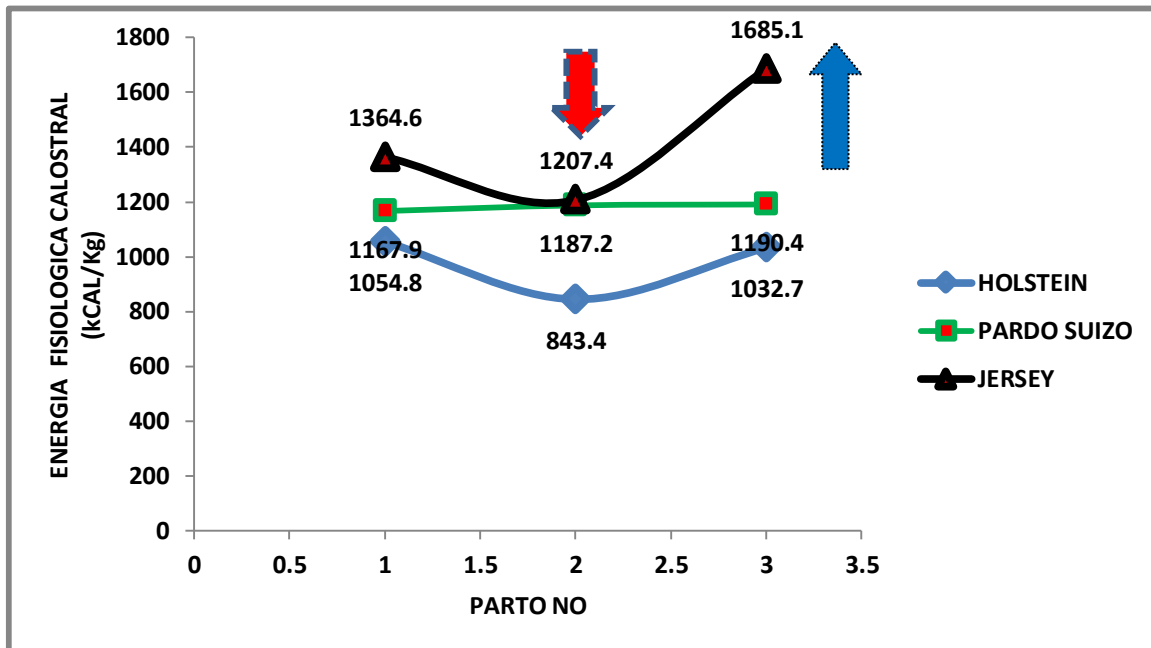
Cuadro XXII: Medias cuadradas ajustadas para el contenido de Energía Neta Fisiológica en el calostro inicial según la raza en los primeros tres periodos calostrogénicos y calostropoiéticas.

Raza	Fase calostrál según Lactación Parto (No)	Medias Cuadradas Ajustadas Kcal/kg	Medias Cuadradas Ajustadas kcal/100 g
Holstein	1	1,054.84 ± 64.53 a	105.48 ± 6.45
	2	843.44 ± 42.41 b	84.34 ± 4.24
	3	1,032.70 ± 124.74 a	102.27 ± 12.47
	Promedio Ajustado	976.99 ± 77.23	97.69 ± 7.72
Pardo Suizo	1	1167.94 ± 198.52 a	116.79 ± 19.85
	2	1187.20 ± 182.60 a	118.72 ± 18.26
	3	1190.38 ± 98.58 a	119.04 ± 9.85
	Promedio Ajustado	1181.84 ± 159.90	118.84 ± 15.99
Jersey	1	1364.64 ± 43.25 b	136.46 ± 4.32
	2	1207.38 ± 112.71 a	120.73 ± 11.27
	3	1685.06 ± 125.37 c	168.51 ± 12.53
	Promedio Ajustado	1419.03 ± 93.78	141.90 ± 9.37

Medias con letras a b y a c y b c difieren al 5% ($P < .05$) y a a no difieren al 5% ($P > .05$) dentro de cada raza.

La secreción calostrual inicial en el primer parto en las razas Holstein y Jersey indicó que el contenido de energía fisiológica a partir del primer al segundo parto disminuyó; al mismo tiempo que se produjo un incremento apreciable al evolucionar del segundo al tercer parto. Este comportamiento sugiere que algunos factores de orden nutricional, alimentario y de manejo pudieron impactar la evolución de la vaca lechera durante la primera lactación y a través de la segunda gestación; por lo cual la formación del calostro fue afectada en términos de la concentración de grasa, lactosa y proteína; reduciendo el valor energético fisiológico del primer calostro en el periodo correspondiente al segundo parto.

Cuadro XXIII: Medias del contenido de energía fisiológica neta en el calostro inicial según la raza y el número del parto.



Estas cifras indican que habrá que hacer los ajustes y mejoras en alimentación y el manejo durante la primera lactación para procurar que no se produzca un deterioro del perfil bioquímico y energético reflejado después del segundo parto en el calostro inicial. Sin embargo, el primer y tercer parto estuvieron asociados con un mayor aporte bioenergético por parte de la secreción calostrual inicial con miras al mejoramiento de la nutrición y cuidado de la vaca en su primera fase de producción; así como en las lactaciones sucesivas en la finca lechera.

2.6. Densidad del calostro inicial

La densidad de la secreción calostrual y láctea es una variable compuesta ya que combina el peso de la secreción con el volumen que esta desplaza y por ende su expresión es peso/volumen y las unidades serían g/ml o kg/L (Schmidt, 1971). Flenor y Stott (1980) utilizaron la densidad del calostro para correlacionarlo con el contenido de inmunoglobulinas; estableciendo los primeros modelos para predecir la evaluación del potencial inmunogénico del calostro bovino. El análisis de varianza y covarianza no mostró que las razas, los partos y su interacción estuviesen asociados con una influencia que marcara diferencias estadísticas ($P > .05$); lo cual se ilustra en el siguiente cuadro (XXIV).

Las medias de la densidad para la raza Holstein resulto en 1.0629 ± 0.02 g/ml, seguida por la raza Pardo Suizo con 1.0632 ± 0.013 g/ml y el resultado mayor fue para la raza Jersey con 1.0734 ± 0.0193 g/ml; valores que no mostraron una diferencia estadística ($P > .05$). Sin embargo, se observó que la raza Jersey presentó

la mayor densidad; lo cual se sustenta en el mayor contenido de proteína, grasa y lactosa en comparación con las razas Holstein y Pardo Suizo.

Cuadro XXIV: Análisis de varianza – Covarianza para la densidad del calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en los primeros tres periodos postpartales.

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RAZA	2	0.00006780	0.00003390	0.41 ns	0.6706
NULAC	2	0.00011063	0.00005531	0.67 ns	0.5262
RAZA*NULAC	4	0.00004616	0.00001154	0.14 ns	0.9651
PCKG	1	0.00002689	0.00002689	0.32 ns	0.5766
OF CPP	1	0.00014543	0.00014543	1.76 ns	0.2035
Error	16	0.00132369	0.00008273		

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	0.00078279	0.00007828	0.95	0.5202
Error	16	0.00132369	0.00008273		
Corrected Total	26	0.00210648			

R-Square	C.V.	Root MSE	DENPL Mean
0.371611	26.51214	0.00909563	0.03430741 / .5

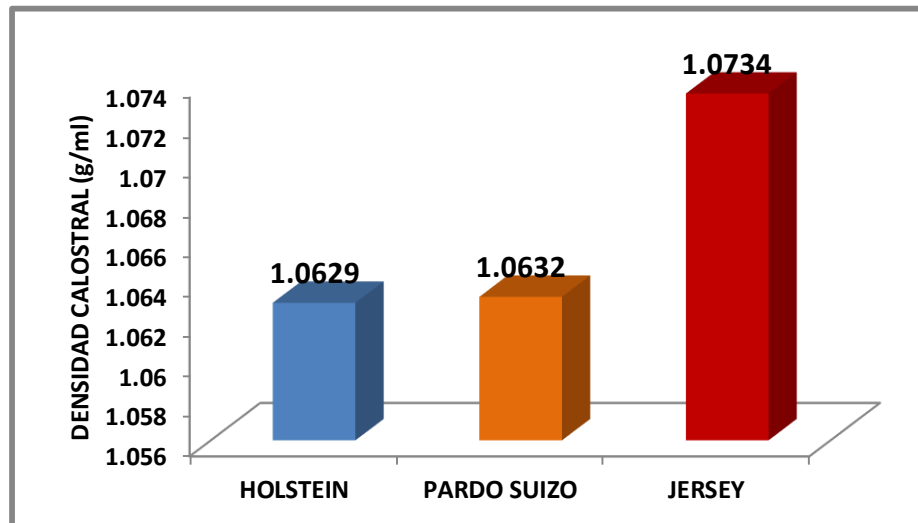
NS: No hay diferencias estadísticas al 5% ($P > .05$).

La raza Jersey fue la que presentó el mayor valor para la densidad calostrual, aunque las diferencias son relativamente pequeñas; sin embargo, ello indica que la secreción calostrual inicial en esta raza posee un mayor contenido de sólidos totales como se ha mencionado en las secciones anteriores; siendo a su vez, la secreción calostrual con el mayor contenido de energía neta fisiológica (gráfica XIII).

Cuadro XXV: Medias cuadradas y ajustadas para la densidad del calostro inicial según la raza y el número del periodo postpartal.

Raza	Fase calostrál según Lactación o Fase Postpartal (No)	Medias Cuadradas Ajustadas g/ml
Holstein	1	1.0620 ± 0.0200
	2	1.0583 ± 0.0150
	3	1.0685 ± 0.0170
	Promedio Ajustado	1.0629 ± 0.0173
Pardo Suizo	1	1.0594 ± 0.0120
	2	1.0547 ± 0.0160
	3	1.0754 ± 0.0110
	Promedio Ajustado	1.0632 ± 0.013
Jersey	1	1.0741 ± 0.0110
	2	1.0622 ± 0.0120
	3	1.0840 ± 0.0350
	Promedio Ajustado	1.0734 ± 0.0193

Gráfica XVI: Medias de la densidad calostrala ajustada por covarianza en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.



El contenido de sólidos totales y la densidad están relacionados estrechamente; especialmente por el contenido de las proteínas y la lactosa que determinan una mayor densidad; ya que la grasa láctea representa un factor de reducción en la relación física del peso con el volumen que desplaza la masa de los sólidos lácteos (Bath et al., 1986).

2.7. Composición integral del calostro inicial

El concepto de calostro integro evidencia la posibilidad de mostrar todos los componentes bioquímicos y las propiedades físicas simultáneamente. En el cuadro XXVII se muestran el contenido de anticuerpos totales (IgTs), proteína total, grasa, lactosa, sólidos totales, Energía Fisiológica y la densidad calostrala propiamente.

Estos resultados demuestran que las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey mantienen sus potencialidades calostrogénicas y calostropoieticas al margen del sistema mamario en el clima tropical. A pesar de las diferencias raciales en la

composición y producción del calostro; se destacan el alto contenido de inmunoglobulinas que brindan el marco bioprotectivo para las crías a través de la inmunidad pasiva que depende de un contenido superior a los 50 mg/ml en esa primera secreción calostrada producida inmediatamente después del parto (Roy, 1980; Tucker, 1987; Pons, 2006).

El contenido de proteína y grasa con un bajo contenido de lactosa fue sostenido en las muestras calostrales evaluadas; relación que es esencial para la actividad del tracto gastrointestinal y para el aporte bioenergético para las crías (Casas y Campos, 2015). Este aporte nutricional se ratifica con el alto contenido de energía fisiológica que se encontró en el calostro inicial en las vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; incluso en los episodios postpartales críticos; incluyendo el primero y el tercero; con un menor potencial para aportar proteína, grasa y energía fisiológica en el segundo periodo postpartal como se ha señalado en las secciones anteriores y en el cuadro XXVII; donde se resume las principales propiedades calostrales encontradas bajo condiciones del manejo técnico en lecherías Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Cuadro XXVI: Principales características bioquímicas y físicas del calostro inicial procedente de vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey

Raza	Partos No	IgTs mg/ml	Proteína %	Grasa %	Lactosa %	Sólidos Totales %	EF Kcal/kg	Densidad g/ml
Holstein	1	96.67	12.04	5.24	2.91	23.17	1,054.00	1.0620
	2	82.33	8.19	5.14	2.21	18.07	843.44	1.0583
	3	95.33	12.12	5.78	2.94	23.02	1,032.00	1.0685
Pardo	1	96.00	9.68	5.49	2.35	22.20	1167.94	1.0594

Suizo	2	67.67	9.09	5.81	2.20	21.80	1187.20	1.0547
	3	96.67	11.92	6.08	2.89	24.59	1190.30	1.0754
Jersey	1	86.67	11.95	6.23	2.90	26.56	1364.6	1.0741
	2	71.00	10.11	6.88	2.46	23.06	1207.3	1.0622
	3	110.67	13.75	7.53	3.33	31.82	1685.0	1.0840

IgTs = Inmunoglobulinas Totales (mg/ml) EF = Energía Fisiológica (Kcal/kg)

Es preciso reconocer que aunque todas las razas mostraron un calostro inicial con alto contenido de anticuerpos, proteína y grasa; las vacas Jersey fueron las que evidenciaron el mayor potencial bioprotector vía el contenido de las inmunoglobulinas; así como el mayor contenido de proteína total, grasa y el valor energético fisiológico. Estas propiedades son confiables para la utilización calostrual oportuna y para la transferencia de anticuerpos, para la nutrición apropiada y para el cuidado alimentario de las crías recién nacidas en las condiciones del clima tropical.

2.8. Correlaciones del contenido de anticuerpos y el contenido de energía neta fisiológica con la composición bioquímica del primer calostro en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey.

La raza Holstein es caracterizada por el mayor potencial calostrogénico y lactacional; por lo cual se ubica en el primer lugar entre las razas lecheras según la producción de leche (Visser y Wilson, 2006), pero al mismo tiempo es la raza que presenta el menor contenido de sólidos en el calostro y en la leche propiamente (Bath et al., 1986; Yaylak et a., 2017). De allí que se considera importante correlacionar la composición bioquímica del primer calostro con su contenido de

inmunoglobulinas y con el contenido energético para establecer los grados de importancia de la proteína, grasa y lactosa.

La asociación de los componentes químicos y la energía fisiológica con el contenido de anticuerpos y otros indicadores del primer calostro procedente de las vacas Holstein fue analizado utilizando la correlación de Pearson; incluyendo los resultados de las tres primeras fases postpartales (cuadro XXVII). En primer lugar, se puede observar que el aumento del número lactacional o fase de secreción postpartal estuvo correlacionado con el aumento del peso corporal ($r = 0.93183$, $P < .0003$); datos que confirman la tendencia del patrón del peso corporal con la ocurrencia de las primeras tres fases calostrogénicas y de la producción de calostro en las razas lecheras.

El aumento del peso corporal estuvo asociado con la concentración de anticuerpos en el primer calostro; aunque dicha correlación no fue estadísticamente significativa ($r = 0.1252$, $P > .05$); coincidiendo con los reportes sobre la producción y el contenido de inmunoglobulinas en el calostro bovino (Fleenor y Stott, 1980); lo cual es importante para el manejo calostrado (Gudden et al., 2019)

El contenido de lactosa y de proteína total estuvieron altamente correlacionados ($r = 0.9998$, $P < .0001$); lo que indica que aunque el contenido de este carbohidrato en el calostro es menor que en la leche propiamente (Wattiaux, 2002), el contenido de proteína se incrementa a medida que aumenta el contenido de lactosa en los primeros tres periodos postpartales en la vaca Holstein bajo las condiciones del

manejo intensivo en el medio tropical. Igualmente, se pudo observar que el contenido de proteína total y la densidad energética neta fisiológica del primer calostro estuvieron correlacionados en las muestras evaluadas ($r = 0.9381$, $P < .001$); incluyendo la primera, segunda y tercera fase calostrual que anteceden a las primeras tres lactaciones.

Otras correlaciones en el primer calostro producido por las vacas Holstein fueron entre el contenido de proteína total y el contenido de lactosa ($r = 0.999$, $p < .0001$), proteína con sólidos totales ($r = 0.9847$, $p < .0001$) y entre la proteína con la energía neta fisiológica ($r = 0.9381$, $P < .001$); como se muestra en el siguiente cuadro de correlaciones simples (Cuadro XXVIII).

Cuadro XXVII: Resumen de las correlaciones de Pearson entre el contenido de anticuerpos y la composición bioquímica del primer calostro en las vacas Holstein.

	NULAC	PCKG	OFCPP	IGTS	PTGRS
NULAC	1.00000	0.93183	0.14852	-0.02939	0.02092
	0.0	0.0003	0.7029	0.9402	0.9574
Peso kg	0.93183	1.00000	0.0500 0	0.12520	0.26071
	0.0003	0.0	0.8983	0.7482	0.4981
OFCPP	0.14852	0.05000	1.00000	-0.01382	-0.11805
	0.7029	0.8983	0.0	0.9718	0.7623
IGTS	-0.02939	0.12520	-0.01382	1.00000	0.53941
	0.9402	0.7482	0.9718	0.0	0.1339
PTGRS	0.02092	0.26071	-0.11805	0.53941	1.00000
	0.9574	0.4981	0.7623	0.1339	0.0
GRAGRS	-0.20368	-0.22520	0.67910	0.35929	0.18483
	0.5991	0.5602	0.0443	0.3423	0.6340
LACGRS	0.01969	0.25928	-0.11766	0.54023	0.99998
	0.9599	0.5005	0.7631	0.1332	0.0001
STGRS	-0.01690	0.20747	0.00735	0.57795	0.98473
	0.9656	0.5922	0.9850	0.1031	0.0001
DENPL	0.22500	0.37971	0.00860	0.05318	0.78243
	0.5605	0.3135	0.9825	0.8919	0.0127
EFKCAL	0.05390	0.14783	0.13582	0.59767	0.93814
	0.8905	0.7043	0.7275	0.0892	0.0002

	GRAGRS	LACGRS	STGRS	DENPL	EFKCAL
NULAC	-0.20368	0.01969	0.01690	0.22500	-0.05390
	0.5991	0.9599	0.9656	0.5605	0.8905
PCKG	-0.22520	0.25928	0.20747	0.37971	0.14783
	0.5602	0.5005	0.5922	0.3135	0.7043
OFCPP	0.67910	-0.11766	0.00735	0.00860	0.13582
	0.0443	0.7631	0.9850	0.9825	0.7275
IGTS	0.35929	0.54023	0.57795	0.05318	0.59767
	0.3423	0.1332	0.1031	0.8919	0.0892
PTGRS	0.18483	0.99998	0.98473	0.78243	0.93814
	0.6340	0.0001	0.0001	0.0127	0.0002
GRAGRS	1.00000	0.18647	0.35308	-0.14518	0.51366
	0.0	0.6310	0.3513	0.7094	0.1572
LACGRS	0.18647	1.00000	0.98501	0.78067	0.93872
	0.6310	0.0	0.0001	0.0130	0.0002
STGRS	0.35308	0.98501	1.00000	0.71833	0.98409
	0.3513	0.0001	0.0	0.0293	0.0001
DENPL	-0.14518	0.78067	0.71833	1.00000	0.63136
	0.7094	0.0130	0.0293	0.0	0.0682
EFKCAL	0.51366	0.93872	0.98409	0.63136	1.00000
	0.1572	0.0002	0.0001	0.0682	0.0

Valores de p para las correlaciones menores al 5% (0.05) son significativas (P<.05).
Valores de p para las correlaciones menores al 1% (0.01) son significativas (P<.01).
Valores de p para las correlaciones menores al .1% (0.001) son significativas (P<.001).
Valores de p para las correlaciones menores al .01% (0.0001) son significativas (P<.0001).
Valores de p para las correlaciones mayores al 0.05 no son significativas (P>.05).

Es evidente, que el contenido de los sólidos totales en el primer calostro fueron determinantes del valor energético; lo cual mostró una correlación de 0.98409 (P<.0001) en las primeras tres fases calostrogénicas y calostropoiéticas en las vacas de la raza Holstein.

Las vacas Holstein utilizadas presentaron un peso de 410 ± 15.80, 460 ± 19.3 y 513 ± 21.33 kg para la primera, segunda y tercera lactación; desatacándose que el peso adulto representó el 84.8% del peso estándar adulto indicado para la raza Holstein (69 kg) que señala Visser y Wilson (2006). Igualmente, estos animales recibieron una suplementación prepartal de 7.5 lb de alimento concentrado [MS 87%, (FC 6%,

PT 12.8%, ENleche 1.62 Mcal/kg, Ca 0.50% y P 0.65%)_{BS}] como base preparatoria del sistema digestivo por tres semanas.

La raza Pardo Suizo ocupa el segundo lugar en su potencial lechero mundial; destacándose el alto contenido de grasa (4.02%) y de sólidos totales (13.1%) en la composición de la leche según Visser y Wilson (2006). En el marco del calostro en esta investigación se consideró las correlaciones para encontrar el grado de asociación entre los principales componentes bioquímicos y los contenidos de inmunoglobulinas y la energía fisiológica como indicadores del valor inmunogénico y bioenergético para el recién nacido en las vacas Pardo Suizo en sus primeras tres fases postpartales y prelactacionales comerciales.

El aumento del número lactacional estuvo correlacionado con el aumento del peso corporal (0.9649, $p < .0001$) como lo establece el patrón biológico de la raza; aunque los pesos corporales fueron menores al peso de la raza en el clima templado; siendo para la primera, segunda y tercera lactación 388.3 ± 18.02 , 429 ± 20.82 y 480 ± 15.1 kg; donde el peso adulto (tercera lactación) correspondió al 70.69% del peso estándar racial de 679 kg indicado por Visser y Wilson (2006).

El contenido de proteína total en el calostro inicial estuvo correlacionado con el contenido de lactosa ($r = .99$, $p < .001$), sólidos totales ($r = 0.83$, $p < .01$) y con la densidad ($r = 0.99$, $p < .001$); así como también se observó una alta correlación entre la grasa y el contenido de energía neta fisiológica ($r = 0.84$, $p < .01$) como se ilustra en el cuadro XXIX. El número lactacional mostró una correlación ligera, pero

negativa ya que con el aumento del número lactacional se incrementa la producción de calostro y ello representa un factor de dilución para los sólidos en términos generales (Larson, 1985). Los sólidos totales y los sólidos totales mostraron una correlación alta con el valor energético del calostro; alcanzando los valores de 0.94 ($P < .001$) y 0.84 ($P < .01$) respectivamente. Las asociaciones correlativas indican que los contenidos de grasa, proteína y lactosa son los responsables del valor bioenergético del calostro; mientras que el contenido de inmunoglobulinas fue relativamente independiente de ellos; con excepción del contenido de proteína total calostrual.

La raza Jersey es bien reconocida por su alto contenido de sólidos totales y grasa en la leche, aunque los estudios del calostro inicial son limitados en términos de la composición bioquímica, pero si amplía en lo referente al contenido de anticuerpos en el clima templado. Visser y Wilson (2006) en su análisis comparativo sobre las razas lecheras y el potencial lechero incluyendo la composición Láctea, indica que la Jersey presenta un contenido de grasa de 5.18% (1997) y 4.58% (2006) y sólidos totales por 15.17%. El peso corporal promedio para la primera, segunda y tercera lactación de 315.67 ± 4.04 , 343.0 ± 7.55 y 394.66 ± 5.03 kg; evidenciando la mayor aproximación al patrón somático de la raza Jersey en el clima templado; cuyo peso adulto representó el 87.70% del patrón racial indicado por Visser y Wilson (2006).

El peso corporal aumentó de manera consistente con el número lactacional ($r=0.974$, $p < .0001$) y el contenido de anticuerpos en el calostro inicial fue correlacionado con el contenido de proteína total calostrual ($r = 0.964$, $p < .0001$). El

contenido de lactosa y sólidos totales estuvieron correlacionados con el contenido de inmunoglobulinas ($r=0.96$, $P<.0001$; 0.90 , $P<.001$) en el calostro inicial (cuadro XXX). Los contenidos de proteína, grasa, lactosa y sólidos totales estuvieron correlacionados con la ENfisiológica del calostro; destacando su contribución en el marco nutricional inicial para el recién nacido; ya que estos componentes bioquímicos representan la fuente de energía alimentaria en el momento postnatal para el soporte metabólico (Melgar, 2021); cuyo valor biológico es esencial para satisfacer las necesidades del mantenimiento y para el crecimiento del neonato (Araúz, 2020).

Cuadro XXVIII: Resumen de las correlaciones de Pearson entre el contenido de anticuerpos y la composición bioquímica del primer calostro en vacas Pardo Suizo.

	NULAC	PCKG	OFCPP	IGTS	PTGRS
NULAC	1.00000 0.0	0.96494 0.0001	-0.48718 0.1835	-0.06172 0.8747	0.45992 0.2129
PCKG	0.96494 0.0001	1.00000 0.0	-0.41809 0.2628	-0.02183 0.9555	0.42761 0.2509
OFCPP	-0.48718 0.1835	-0.41809 0.2628	1.00000 0.0	-0.30643 0.4225	-0.75825 0.0179
IGTS	-0.06172 0.8747	-0.02183 0.9555	-0.30643 0.4225	1.00000 0.0	0.05070 0.8969
PTGRS	0.45992 0.2129	0.42761 0.2509	0.75825 0.0179	0.05070 0.8969	1.00000 0.0
GRAGRS	-0.26140 0.4969	-0.16286 0.6755	0.24719 0.5214	-0.59962 0.0879	0.05555 0.8871
LACGRS	0.45839 0.2146	0.42638 0.2525	-0.75514 0.0186	0.04678 0.9049	0.99996 0.0001
STGRS	0.22049 0.5686	0.24984 0.5168	-0.46572 0.2064	-0.29580 0.4396	0.82821 0.0058
DENPL	0.50029 0.1702	0.45260 0.2212	-0.79463 0.0105	0.14525 0.7092	0.98762 0.0001
EFKCAL	0.03379 0.9312	0.09664 0.8046	-0.20492 0.5969	-0.46127 0.2114	0.58151 0.1005

	GRAGRS	LACGRS	STGRS	DENPL	EFKCAL
NULAC	-0.26140	0.45839	0.22049	0.50029	0.03379
	0.4969	0.2146	0.5686	0.1702	0.9312
PCKG	-0.16286	0.42638	0.24984	0.45260	0.09664
	0.6755	0.2525	0.5168	0.2212	0.8046
OFCPP	0.24719	0.75514	-0.46572	0.79463	0.20492
	0.5214	0.0186	0.2064	0.0105	0.5969
IGTS	-0.59962	0.04678	-0.29580	0.14525	0.46127
	0.0879	0.9049	0.4396	0.7092	0.2114
PTGRS	0.05555	0.99996	0.82821	0.98762	0.58151
	0.8871	0.0001	0.0058	0.0001	0.1005
GRAGRS	1.00000	0.06267	0.60555	0.10172	0.84459
	0.0	0.8727	0.0840	0.7946	0.0042
LACGRS	0.06267	1.00000	0.83219	0.98648	0.58730
	0.8727	0.0	0.0054	0.0001	0.0964
STGRS	0.60555	0.83219	1.00000	0.73008	0.93753
	0.0840	0.0054	0.0	0.0255	0.0002
DENPL	-0.10172	0.98648	0.73008	1.00000	0.44673
	0.7946	0.0001	0.0255	0.0	0.2280
EFKCAL	0.84459	0.58730	0.93753	0.44673	1.00000
	0.0042	0.0964	0.0002	0.2280	0.0

Valores de p para las correlaciones menores al 5% (0.05) son significativas (P<.05).
Valores de p para las correlaciones menores al 1% (0.01) son significativas (P<.01).
Valores de p para las correlaciones menores al .1% (0.001) son significativas (P<.001).
Valores de p para las correlaciones menores al .01% (0.0001) son significativas (P<.0001).
Valores de p para las correlaciones mayores al 0.05 no son significativas (P>.05).

Cuadro XXIX: Resumen de las correlaciones de Pearson entre el contenido de anticuerpos y la composición bioquímica del primer calostro en las vacas Jersey.

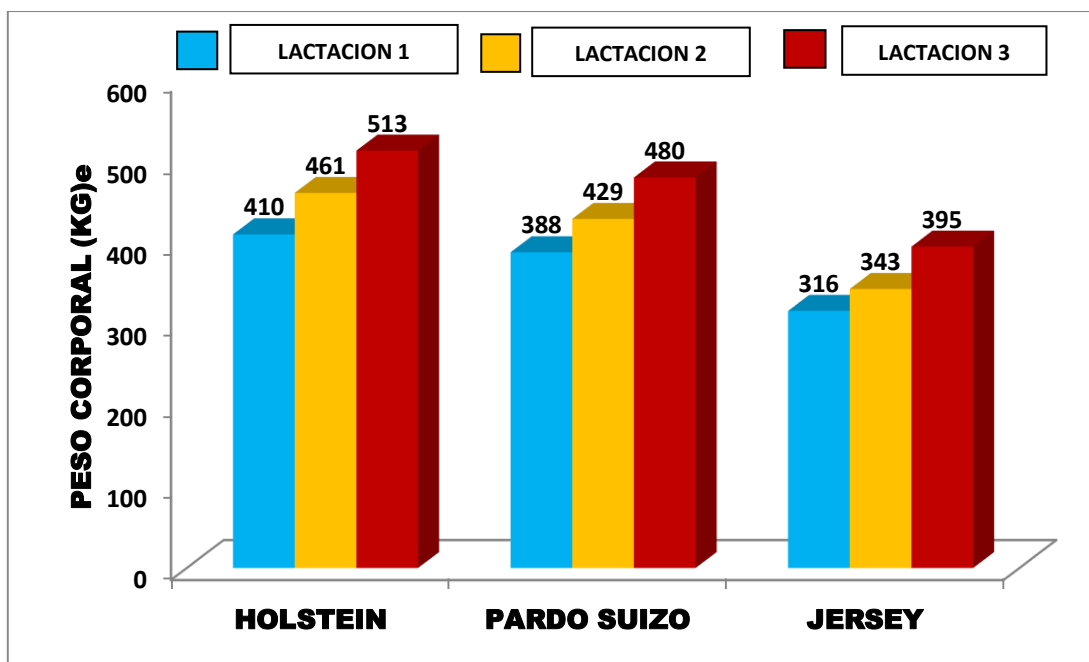
	NULAC	PCKG	OFCPP	IGTS	PTGRS
NULAC	1.00000	0.97465	0.21822	0.34355	0.22560
	0.0	0.0001	0.5727	0.3654	0.5595
PCKG	0.97465	1.00000	0.18128	0.44370	0.32926
	0.0001	0.0	0.6407	0.2316	0.3869
OFCPP	0.21822	0.18128	1.00000	-0.10204	-0.35221
	0.5727	0.6407	0.0	0.7939	0.3526
IGTS	0.34355	0.44370	-0.10204	1.00000	0.96368
	0.3654	0.2316	0.7939	0.0	0.0001
PTGRS	0.22560	0.32926	-0.35221	0.96368	1.00000
	0.5595	0.3869	0.3526	0.0001	0.0
GRAGRS	0.40214	0.38915	-0.02563	-0.26110	-0.29536
	0.2833	0.3006	0.9478	0.4974	0.4403
LACGRS	0.22599	0.32961	-0.35427	0.96332	0.99999
	0.5588	0.3864	0.3496	0.0001	0.0001
STGRS	0.39031	0.49354	-0.37896	0.90359	0.92858
	0.2990	0.1770	0.3145	0.0008	0.0003
DENPL	0.18434	0.28618	-0.34180	0.95814	0.99675
	0.6349	0.4553	0.3680	0.0001	0.0001
EFKCAL	0.50752	0.59339	-0.34479	0.69388	0.70203
	0.1631	0.0921	0.3635	0.0381	0.0350

	GRAGRS	LACGRS	STGRS	DENPL	EFKCAL
NULAC	0.40214	0.22599	0.39031	0.18434	0.50752
	0.2833	0.5588	0.2990	0.6349	0.1631
PCKG	0.38915	0.32961	0.49354	0.28618	0.59339
	0.3006	0.3864	0.1770	0.4553	0.0921
OFCPP	-0.02563	-0.35427	-0.37896	-0.34180	-0.34479
	0.9478	0.3496	0.3145	0.3680	0.3635
IGTS	-0.26110	0.96332	0.90359	0.95814	0.69388
	0.4974	0.0001	0.0008	0.0001	0.0381
PTGRS	-0.29536	0.99999	0.92858	0.99675	0.70203
	0.4403	0.0001	0.0003	0.0001	0.0350
GRAGRS	1.00000	-0.29346	0.08029	-0.37132	0.47302
	0.0	0.4434	0.8373	0.3252	0.1985
LACGRS	-0.29346	1.00000	0.92932	0.99659	0.70345
	0.4434	0.0	0.0003	0.0001	0.0345
STGRS	0.08029	0.92932	1.00000	0.89569	0.91619
	0.8373	0.0003	0.0	0.0011	0.0005
DENPL	-0.37132	0.99659	0.89569	1.00000	0.64242
	0.3252	0.0001	0.0011	0.0	0.0621
EFKCAL	0.47302	0.70345	0.91619	0.64242	1.00000
	0.1985	0.0345	0.0005	0.0621	0.0

Valores de p para las correlaciones menores al 5% (0.05) son significativas (P<.05).
Valores de p para las correlaciones menores al 1% (0.01) son significativas (P<.01).
Valores de p para las correlaciones menores al .1% (0.001) son significativas (P<.001).
Valores de p para las correlaciones menores al .01% (0.0001) son significativas (P<.0001).
Valores de p para las correlaciones mayores al 0.05 no son significativas (P>.05).

La composición del calostro inicial en las vacas de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey evaluadas a partir de la primera muestra calostrual postpartal bajo las condiciones del clima tropical y en términos tecnológicos del sistema de producción lechera intensiva indican claramente que se mantiene el patrón calostrogénico y calostropoiético del sistema mamario en base a los componentes bioquímicos (lactosa, grasa, proteína total). No obstante, el marco más importante, es el alto contenido de inmunoglobulinas; el cual aumentó secuencialmente a partir de la raza Holstein, Pardo Suizo y Jersey; siendo esta última raza que presentó el menor peso corporal (Gráfica XIV), pero el mayor contenido de inmunoglobulinas y el mayor contenido de energía neta fisiológica en la tercera fase calostropoiética postpartum.

Gráfica XVII: Unidad somática de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en la primera, segunda y tercera lactación.



El peso corporal, la producción de leche y el comportamiento reproductivo se encuentran influenciados por múltiples factores ambientales (Bath et al., 1986, Araúz, 2018;) y genéticos (Visser y Wilson, 2006; Arnold, 2009; Glauber, 2007; Simons, 2005; Powell, 2010; Vargas, 2012, Leiton, 2012 y Select Sires, 2016); sin embargo, el sistema mamario mantiene en su patrón de desarrollo, la capacidad calostrogénica y el potencial de la secreción calostrual; evidenciado en este estudio; aun cuando muchas de las condiciones ambientales, del manejo, de la salud y de la adaptación del animal al hábitat integral retan las capacidades y el potencial del sistema mamario para garantizar la habilitación del calostro y su calidad inmunogénica. El alto contenido de anticuerpos y de la energía neta fisiológica representa el alto valor inmunogénico y nutricional del primer calostro para la

protección del ternero recién nacido bajo las condiciones del clima tropical, siempre que se garantice el manejo apropiado y oportuno de la alimentación calostrual en el bovino tipo leche (Paris et al., 2004). Por ende, siempre será necesario realizar la evaluación de la calidad del primer calostro como medida de garantía para adecuar el manejo de la alimentación y el cuidado del bovino tipo leche recién nacido en forma efectiva (Lázaro, 2001).

La naturaleza de los datos revelaron que la producción de calostro y su valor bioquímico, inmunogénico y bioenergético en la segunda lactación fue el mas bajo al comparar las primeras tres fases calostropoiéticas asociadas con las primeras tres lactaciones; lo que sugiere la necesidad de realizar ajustes en el programa de alimentación y manejo de la novilla preñada, en su periodo prepartal y en la primera lactación; sin subestimar la alimentación apropiada en las demás lactaciones bajo las condiciones del medio tropical para el modelo de producción lechera intensiva grado A en Panamá particularmente.

V. CONCLUSIONES

El contenido de inmunoglobulinas en la primera secreción calostrál fue categorizado de excelente en las vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en las primeras tres fases lactacionales; indicando el cumplimiento de la función del sistema mamario como centro de aglutinamiento de anticuerpos maternos para la transferencia vía calostrál a pesar de los factores ambientales, corporales, del manejo y alimentación prepartal, de la raza y de las diferencias somáticas en primeros tres partos.

La composición bioquímica del primer calostro según el contenido de proteína, grasa y lactosa determinó un contenido de sólidos totales que cumplió con el patrón de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; especialmente para el primer y tercer periodo postpartal.

El contenido de proteína total, grasa y lactosa fueron disminuidos de manera consistente en las tres razas lecheras evaluadas para el segundo periodo postpartal; presentando un menor potencial inmunogénico y bioenergético, pero sin deteriorar la calidad calostrál que demandan los bovinos tipo leche recién nacidos.

La tendencia del contenido de la energía neta fisiológica del primer calostro asociada con los primeros tres partos indicó que la trayectoria nutricional y el

manejo durante la primera lactación fueron limitantes del desarrollo somático, de la composición bioquímica del calostro, del potencial inmunogénico y del valor bioenergético, pero se mantuvo la capacidad para proveer anticuerpos y energía neta para el neonato.

El mayor contenido de inmunoglobulinas, proteína, grasa, sólidos totales y de energía neta fisiológica en el calostro inicial estuvo asociado con la tercera fase calostrogénica y calostropoiética en las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey; sobresaliendo la Jersey con el calostro de mayor potencial inmunogénico y bioenergético en base al contenido de energía neta fisiológica.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el sistema mamario de la vaca recién parida después de realizar una higiene postpartal rigurosa para confirmar el buen estado de la salud mamaria y relacionarlo con el potencial inmunogénico y bioenergético como indicadores de la calidad del primer calostro.

Determinar el contenido de inmunoglobulinas en el calostro inicial para identificar la calidad inmunogénica y ajustar el manejo de la alimentación calostrual para el bovino tipo leche recién nacido; partiendo del contenido y requerimiento de la masa anticuerpos en las primeras horas después del nacimiento.

Las fincas lecheras especializadas deben adquirir el equipo calostrométrica para evaluar el calostro de toda vaca recién parida con miras a lograr un banco del mejor calostro en términos del contenido de inmunoglobulinas y en base a otros factores de salud que contribuyan con la alimentación calostrual efectiva para garantizar la inmunidad pasiva, la nutrición apropiada en las primeras horas de vida postnatal y la salud del hato lechero en general.

El manejo de la alimentación lactacional, gestacional y prepartal deben planificarse de conformidad con los requerimientos nutricionales y con las fuentes de alimentación más razonables en la finca para garantizar el ciclo de vida biológico y productivo de la hembra bovina tipo leche en los modelos de producción lechera Grado A en Panamá para potenciar la mayor producción de calostro de alta calidad y un mayor desempeño reproductivo y lactacional en las fincas lecheras Grado A en las condiciones climáticas típicas de Panamá.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Andresen, Hans S.* 2008. La vaca en transición DMV M. Sc. Dr. www.perulactea.com *Prof. Emérito UNM San Marcos, Perú. Citado: 15/02/2021. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
- Araúz, E. E. 1988. Calostro: Alimento de vital importancia para terneros recién nacidos. Revista de Producción Animal; Año 4, No 1. Asociación Panameña de Producción Animal de Panamá. Página 11 – 13.
- Araúz, E. E. 1995. Estrategia para la alimentación de la vaca lechera en lactación en Panamá. Revista Internacional El Ganadero. Pag. 15 – 22.
- Araúz, E. E. 2006. El calostro bovino y su clasificación por calidad según la composición química y el contenido de inmunoglobulinas. En: Producción Bovina de Leche (Zoot 420), Licenciatura en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.
- Araúz, E. E. 2015. El calostro y su manejo para la inmunidad y nutrición apropiada de la ternera tipo leche. En: Crianza y Desarrollo de Reemplazos. Asignatura: Producción Lechera Tropical. Programa de Maestría en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.
- Araúz, E. E. S¹., Reinaldo De Armas², Eduardo Araúz Y³ y Joseph Grajales⁴ 2014. Principales Indicadores del Patrón Reproductivo y Lactacional en la Vaca Lechera e Importancia del Manejo Preventivo en el Trópico.

<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/principales-indicadores-patron-reproductivo-t31655.htm>

Araúz, E. E. 2017. Planificación y producción de forrajes y alimentos para la suplementación nutricional integral del ganado lechero en el trópico. Conferencia en el II Congreso de Producción Lechera de la Asociación de Productores de Leche de Provincias Centrales (APLEPC), 31 de Mayo, 1 y 2 de Junio del 2017. Consultado: 15 de marzo, 2021. Link: <https://www.youtube.com/watch?v=3JGADWo9jVM&t=4s>

Araúz, E. E. 2018. El calostro, su manejo y los cambios en su valor nutricional e inmunogénico a medida que aumentan los ordeños y el tiempo postparto en la vaca lechera. En: Material Didáctico en Producción Lechera: Referencias, Laboratorios y Prácticas.

Araúz, E. E. 2018a. Factores determinantes del progreso genético en la ganadería de leche y su importancia en los programas de mejoramiento funcional y productivo. En: Selección Bovina. Carrera de Ingeniero Zootecnista, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Araúz, E. E. 2018b. Técnica para el muestreo experimental del calostro en bovino de leche. En: Fisiología de la lactancia y manejo del ganado lechero, Guía didáctica de producción lechera.

Araúz, E. E. 2018c. El calostro, su manejo y los cambios en su valor nutricional e inmunogénico a medida que aumentan los ordeños y el tiempo postparto en la vaca lechera. En: Material Didáctico en Producción Lechera: Referencias, Laboratorios y Prácticas.

Araúz, E. E. 2020. Composición del calostro en la raza Jersey en fincas lecheras Grado A en Panamá. Estudios preliminares del calostro en Panamá, Datos facilitados mediante consulta personal.

Araúz, E. E. 2021. Tipificación de la conducta de la hembra bovina relacionado con el parto y la protección de su cría. En: Etología, Adaptación y Bienestar Animal, Programa de Maestría en Producción Animal. VIP, Universidad de Panamá. Material del programa de la asignatura.

Araúz, E. E. 2011. Potencial calostropoiético y propiedades químicas, inmunológicas y energéticas del calostro secretado en las primeras seis horas postparto en vacas cruzadas multíparas 6/8 pardo suizo x 2/8 cebú en el trópico. Profesor titular. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. pág.3.

Araúz, E. E. 2019. Sectores críticos del ciclo de vida en la hembra bovina tipo leche: cuidados biotécnicos y manejo para el buen desarrollo, salud, bienestar y productividad. <https://www.engormix.com/mbr-580092/edil-enrique-Araúz-s>.

Araúz, E. E., Arturo Fuentes y Said Caballero. 2011. Potencial calostropoiético en vacas multíparas 3/4 pardo suizo x 1/4 cebú y perfil químico, inmunológico y energético del calostro secretado en las primeras seis horas después del parto.

Arnold Cabrera; J. P.. 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. En línea. Consultado: 22 de septiembre de 2019.

Arnold, M. F., Cabrera. J. J. y Perdomo Carbajal. 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. Tesis, Universidad Zamorano. Citado 14 de abril de 2021. Disponible: Link: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/430/1/T2884.pdf>

Bath D. L. Dickinson F. N.; Tucker, H. A.; y Appleman R. D. 1986. La síntesis de la leche y los procesos de la producción de leche en la vaca. En: Ganado

Lechero: Practicas, Problemas y Beneficios en la Producción Lechera. Editorial Freeman & Company, California, USA.

Bentley, J., Castillo, E. L., Klar, K., and P. Kononoff. 2017. Manejo y cuidado de becerros recién nacido y calostro. Iowa State University Extension and Outreach, Dairy Field Specialist University of Nebraska-Lincoln, Professor Dairy Nutrition, University of Nebraska-Lincoln; Dairy Extension Educator at the University of Nebraska-Lincoln and Associate Professor of Dairy Nutrition/Dairy Extension. Disponible en: <https://www.extension.iastate.edu/dairyteam/files/page/files/Manejo%20y%20cuidado%20de%20becerros%20reci%C3%A9n%20nacido%20y%20calostro.pdf>

Blum, J. W., Nutritional Physiology of Neonatal Calves. J. Anim. Physiology, Anim. Nutrition. 90 (1-2): 1 – 11.

Butler, W.R., Smith, R.D., 1989. Interrelationships between energy balance on postpartum reproductive function in dairy cattle. J. Dairy Sci. 7, 767–783

Campos, R.; 2001. Manejo del Neonato bovino. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Departamento de Producción Animal. Material multimedial.

Campos, R.; Carrillos, A.; Loaiza, V.; Giraldo, L.; 2007. El Calostro, Herramienta para la Cría de Terneros. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Departamento de Ciencia Animal.

Casas, M. y F. Canto. 2015. La importancia del calostro en el bovino. Manuales INIA, Instituto Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Chile. www.produccion-animal.com.a

Coburn & Co. 2017. Colostrometer and colostrum quality based on total immunoglobulin concentrations in bovine colostrum. USA. Información e instructivo sobre el equipo para medición calostrométrica en bovinos.

Davis, C. L., and J. K. Drackley. 1998. Colostrum. Pages 179–206 in *The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf*. 1st ed. Iowa State University Press, Ames.

Drescher Karin ¹ y Marcelo Gil-Araujo. 2011. Conducta Materna. Implicaciones en el Manejo, Producción y Reproducción 73 CONDUCTA MATERNA. IMPLICACIONES EN EL MANEJO, PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN * 2 karingdrescher@gmail.com y gilmarcelo@yahoo.com. *Mundo Pecuario*, VII, Nº 2, 73-84, 2011

Edmonson, A. J.; Lean, I. J.; Weaver, L. D.; Farver, T.; Webster, G. 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of dairy science* 72: 68-78.

Elizondo-Salazar, J. A. 2007a. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: jaelizon@cariari.ucr.ac.cr. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. *Agronomía Mesoamericana* 18(2): 271-281. 2007 ISSN: 1021-7444

Elizondo S. Jorge A, 2007b. Periodo seco corto en ganado de leche (Short dry period in dairy cattle). Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Email: jaelizon@cariari.ucr.ac.cr REDVET Rev. electrón. vet. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> Vol. VIII, Nº 5, Mayo/2007–
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050507.html>

Fernández A. S. (1), N. L. Padola (2), S. M. Estein (3). 1994. El calostro, fuente de transferencia de la inmunidad materna *Ciencia Veterinaria*, Córdoba, Nº 22. (1) Med. Vet. Dr. en Med. Vet. Prof. Adj. Área de Inmunología, Dpto. de Sanidad y Med. Prev. Fac. Cs. Vs. UNCPBA. (2) Méd. Vet. Ayte. de Primera. Área de Inmunología, Dep. de Sanidad y Med. Preventiva. Fac. Cs. Vs. UNCPBA. (3) Med. Vet. Becada de SeCyT. Ayte. de Prim. Área de Inmunología, Dep. de

San. y Med. Prev. Fac. Cs. Vs. Consultado: 15/03/2021. Disponible en:
https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/01-calostro.pdf

Fleener, W. A. and Stott, G. H. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sciences* 63:973-977.

Fraser, C. M., J. A. Bergeron, A. Mays y S. Aiello. 1993. Anticuerpos maternos y el calostro en los bovinos. Valores Fisiológicos de los Animales Domésticos. En: *El Manual Merck De Veterinaria*. Editorial Océano.

Género, G. A., Meglia, G. E. Navarro, A. N. O. y Perea, A. O. 2016. Mamogénesis, lactogénesis, galactopoyesis y eyección de la leche. En: *Glándula Mamaria y Lactación*. Universidad de la Pampa, Argentina. Libros de texto para estudiantes universitarios. ISSN 978-950-862-3. Citado en Enero, 05, 2021. Disponible: <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/glandula-mamaria-y-lactacion.pdf>

Gill, J. 1978. Factorial and Covariance and Factorials Designs. En: *Experimental Designs and Analysis in the Animal and Medical Science*. Iowa State University, Ames, IA, USA.

Glauber, E. Claudio E. 2007. Fisiología de la lactación en la vaca lechera *Veterinaria Argentina*, 24(234):274-281. *M.V. Dpto. Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA Av. Chorroarín 280, Ciudad de Buenos Aires. Disponible en www.produccion-animal.com.ar. Citado Diciembre, 2020.

Godden, S. M., J. E. Lombard y A. R. Woolums. 2019. Colostrum Management for Dairy Cows. *Vet Clin Am Food Anim Pract.* 35(3): 535 – 556.

Grummer¹ Ric R , Doug G Mashek, A Hayirli. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Vet Clin Am Food Anim Pract* 2004 Nov: 20(3): 447 - 70.

Guidry, A. 1985. Cell mediated immunity. En: Lactation, edited by B. Larson. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. Pág. 231 – 237.

Guzmán, V. y M. Olivera-Angel 2020. Calostrogénesis, digestión y absorción del calostro Víctor Guzmán¹ MV, M.Sc, Martha Olivera-Angel¹ MV, Dr.Sci.Agr , Capitulo 2. Pag. 17 – 27. Consultado: 20/02/2021. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/download/342145/20802566>

Haines, D. y M. Campos. 2021. Funciones del calostro en las primeras 24 horas de vida críticas en becerros. Department of Veterinary Microbiology, Western College of Veterinary Medicine, University of Saskatchewan, Saskatchewan, Canada. Staff técnico Schutze Segen schutze@prodigy.net.mx

Herrera, J. G. 2001. Análisis de experimento factorial y covarianza. En: análisis estadístico de experimentos pecuarios. ISBN: 968-839-300-2, Pg. 53-63.

<https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2019/12>

<https://www.extension.iastate.edu/dairyteam/files/page/files/Manejo%20y%20cuidado%20de%20becerros%20reci%C3%A9n%20nacido%20y%20calostro.pdf>

Hurley, W. L. and P. K. Theil. 2011 Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk. Review. Nutrients ISSN 2072-6643 www.mdpi.com/journal/nutrients. Nutrients 2011, 3, 442-474; doi: 10.3390/nu3040442

Kehoe,^{*} S. I.² B. M. Jayarao,[†] and A. J. Heinrichs^{*3}. 2007. A Survey of Bovine Colostrum Composition and Colostrum Management Practices on Pennsylvania Dairy Farms¹ ^{*}Department of Dairy and Animal Science, and [†]Department of Veterinary and Biomedical Sciences, The Pennsylvania State University, University Park 16802. J. Dairy Sci. 90:4108–4116 doi:10.3168/jds.2007-0040 © American Dairy Science Association,

- Kolb, E.; 1979. El calostro y la fisiología de la glándula mamaria. En: Fisiología Veterinaria, Volumen 2, Editorial Acribia, España.
- Lázaro, J.; 2001. Calostro; Suplementación y Suplementos del Calostro. Sitio argentino de Producción Animal.
- Leiton, B. 2012. Normativas para la evaluación de los toros Holstein y las pruebas de progenie. En: Comparación de bioeconómica de grupos raciales Holstein, Jersey y Holstein x Jersey en Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 23 (2), 329 – 342.
- Melgar A. 2021. Importancia del calostro para la nutrición del recién nacido y nutrientes esenciales para los bovinos recién nacidos. En: Nutrición Animal (MPA 701), Programa de Maestría en Producción Animal, VIP, Universidad de Panamá. Información facilitada por el profesor Edil E Araúz.
- McGuirk, S.M. 2007. Solving calf morbidity and mortality problems. American association of Bovine Practitioners.
- Mesoam, A; 2015. Concentración de inmunoglobulinas totales en calostros de vacas en explotaciones lecheras de Costa Rica.
- Merricks Animal Nutrition. 2005. Colostrum: The Key to Calf Survival. 2415 Parview Road * P.O. Box 620307, Middleton, WI 53562-0307 USA. www.merricks.com/tech_colostrum.htm
- Morales, R. y Ramírez, J. Edición 2014. Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. Osomo, Chile. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Boletín N°297, 96 pp.
- Muller, L.D. and Ellinger, D.K. 1981. Colostral immunoglobulin concentrations among dairy breeds of dairy cattle. J. Dairy Sci. 64:1727-1730

- Murray, Rodolfo. 2009. Manejo de la vaca seca Dr. Rodolfo Murray. 2009. www.rodolfomurray.com.ar murrayrodolfo@gmail.com www.produccion-animal.com.ar
- Nebel, R., 1997. Your Herd's Reproductive Status. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University, Publication Number 404-005, USA.
- NRC, 2001. Nutrition of pregnant dairy cows and colostrum quality and production. En: Nutrient Requirements of Dairy Cattle. WA, USA.
- Paris, C.; Mehdid, M.A.; Manzur, A.; Díaz, J.R. y Fernández, N. 2004. La importancia del calostro. *Marca Líquida Agropecuaria, Cuba*, 14(130): 47-50.
- Nowak, R., Porter, R. H., Lévy, F., Orgeur, P., Schaal, B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Review. Reprod.* 5 (3), 153-163.
- Outteridge, P. M. 1987. Development of cell mediated immunity in young ruminants. *J. Dairy Sci* 68:257 – 260.
- Ponce, A. De L. 2019. Importancia de la genómica y su aplicación en la producción lechera. Profesor de Genética Molecular - Dept. of Animal Science, University of Minnesota, EE.UU. Revista: Actualidad Ganadera. Disponible en: <http://www.actualidadganadera.com/articulos/importancia-de-la-genomica-y-su-aplicacion-en-la-produccion-lechera.html> Citado 6/Enero/2021.
- Pons L. 2006. Formas de pasaje de anticuerpos maternos que dificultan la vacunación del ganado ARS Departamento de Agricultura, EE.UU. Sitio Argentino de Produccion Animal. www.produccion-animal.com.ar
- Powell, R. L. 2010. Programas Genéticos para el Ganado Lechero en Estados Unidos. En: *Select Sires, 2016. Catálogo de Toros para la Inseminación Artificial y el Mejoramiento Genético Lechero*. SS, CA, USA.

Puppel Kamila, Marcin Goł, Ebiewski, Grzegorz Grodkowski, Jan Slósarz, Małgorzata Kunowska-Slósarz, Paweł Solarczyk, Monika Łukasiewicz, Marek Balcerak and Tomasz Przysucha. 2019. Composition and Factors Affecting Quality of Bovine Colostrum: A Review. *Animals* 2019, 9, 1070; doi:10.3390/ani9121070. Citado: 20-04-2021. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/12/1070>

Quigley, J.1999. Proteína del calostro como fuente de nutrición para el ternero recién nacido. En línea. 30/9/2020.

REDVET Rev. electrón. vet. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> 2011 Volumen 12 Nº 9 - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090911.html> <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090911/091101.pdf> 1 REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504

Quigley, J. 2004. The role of oral immunoglobulins in systemic and intestinal immunity of neonatal calves. Diamond V Mills, Cedar Rapid, Iowa, USA.

Pritchett L.C., Gay C.C. Besser T.E. & Hancock D.D. 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrums from Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 74:2336-2341.

Rastani, R. R., R. R. Grummer, S. J. Bertics, A. Gumen, M. C. Wiltbank, D. G. Mashek, and M. C. Schwab. 2005. Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance, and metabolic profiles. *J. Dairy Sci.* 88:1004-1014.

Reinhardt, J. A. and Hustmeyer, F. G. 1987. Role of vitamin E in the immune system. *J. Dairy Sci* 70: 952 – 962

Reyes-Castañeda, J. L. Parra-Arango, Hernando Flórez–Díaz. 2016. Concentración de inmunoglobulina G en calostro bovino en cruces *Bos taurus* x *Bos indicus* en los primeros tres días posparto. Citado: 10/02/2021. Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v20n1/v20n1a04.pdf>

- Rueda, N. 2004. Glándula mamaria y lactancia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Robinson, J. D.; Stott, G. H.; Denise, S. K. 1988. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci.* 71:1283-1287.
- Roy, J. H. B. 1980. Funciones del calostro para el bovino recién nacido: En: *El ternero*, 5ta Edición, Editorial Acribia. España, Pág. 5 – 22.
- Rutter, B. 2010. Neonatología Bovina. 2010. Sitio Argentino de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. *Profesor Titular de Theriogenology. www.produccion-animal.com.ar. Fuente: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_parto_/06-Neonatologia.pdf; Consultado: 28-02-2021. Pág. 1 de 13.
- SAS. 1998. Factorial designs and covariates: analysis of variance – covariance, means and correlations.
- Sharon T. F. and K. I. Meek. 2002. Seasonal effects on immunity of dairy calves. *Kentucky Ruminant Nutrition, Seasonal Effects on Immunity in Dairy Calves*.
- Shearer, J., H. O. Mohammed, J. S. Breneman, and T. Q. Tran. 1992. Factors associated with concentrations of immunoglobulins in colostrum at the first milking post-calving. *Prevent. Vet. Med. Ser. A.* 14: 143-154.
- Schmidt G.H. 1971. El Calostro. *Biología de la lactación*. Editorial Acribia, Zaragoza España. Pag.170-174.
- Select Sires, 2016. Las razas lecheras y su potencial productivo. En: *Catalogo de toros tipo leche para la Inseminación artificial*.
- Simón, L. 2005. ¿Podremos seleccionar en base a rasgos de ganancia exclusivos? *Cooperative Resources International, Horizons. CRI, USA*.

- Tucker, H. A. 1987. Quantitate estimates of mammary growth during various physiological states: a review. En: Journal of Dairy Science, 70: 5769 – 5801.
- Vargas, B. L. 2012. Mejoramiento genético del ganado lechero el contexto global y local.
- Vargas. O; Elizondo. J; Noguera. L.; 2014. Factores relacionados con la falla en la transferencia de inmunidad pasiva en terneras y terneros de lechería en la región Central Norte de Costa Rica. Nutr. Anim. Trop. 8:68-79.
- Visser R. y R. Wilson. 2006. Potencial de la producción lechera según los grupos raciales tipo leche. Horizons, CRI.
- Wattiaux, M. 2000. Importancia de alimentar con calostro. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison, 109-112. Citado: 30 de diciembre, 2020. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar.
- Wattiaux, M. 2002. Importancia de alimentar con calostro. Crianza de terneras del nacimiento al destete. Instituto BABCOCK. En línea. Consultado 19/09/2020. Disponible en: http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_28.es.pdf.
- Wilcox, Ch. 1986. Variaciones individuales entre las vacas lecheras con características comunes en razas, partos y edad. En: Técnicas de investigación en Ciencia Lechera y Experimentación Animal. Publicación del Departamento de Ciencia Lechera, Universidad de Florida, Gainesville, Fl, USA.
- Yaylak E., Yavuz M., Özkaya S. 2017. The effects of calving season and parity on colostrum quality of Holstein cows. Indian Journal of Animal Research, Vol. 51(3), p 594–598.
- Yaylak Erdal; Ziba Güley; Yılmaz Şayan; Taner Kula. 2018. The colostrum quality and composition of simmental and brown swiss heifers. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey

erdal.yaylak68@gmail.com. Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Alanya Alaaddin Keykubat University, Alanya, Antalya, Turkey. Ödemiş Vocational School, Ege University, Ödemiş-İzmir-Turkey.