

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINA
TOTAL Y COMPOSICION QUÍMICA DEL CALOSTRO EN VACAS
HOLSTEIN SEGÚN LOS PARTOS Y NUMERO DE ORDEÑOS
DESPUES DEL PARTO.**

BLANCA DEL C. DEL CID P.
4-762-7

DAVID, CHIRIQUÍ,
REPUBLICA DE PANAMÁ

2015

**CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINA
TOTAL Y COMPOSICION QUÍMICA DEL CALOSTRO EN VACAS
HOLSTEIN SEGÚN LOS PARTOS Y EL NUMERO DE ORDEÑOS
DESPUES DEL PARTO.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ARTURO FUENTES M SC. _____.

DIRECTOR

PROF. EDIL ARAÚZ MSC. _____.

ASESOR

PROF. VICTOR SÁNCHEZ MSC. _____.

ASESOR

**DAVID, CHIRIQUÍ,
REPUBLICA DE PANAMÁ**

2015

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Jehová Dios que me ha bendecido cada día y me permitió culminar esta meta tan importante en mi vida.

A los Miembros del Comité Evaluador **Ing. Arturo Fuentes** por su orientación, paciencia y empeño que ha permitido lograr esta meta propuesta y a los Profesores **Ing. Edil Araúz** y el **Ing. Víctor Sánchez** quienes han compartido sus conocimientos en la realización de este Trabajo de Grado.

A la familia Peterson por haber permitido la obtención de datos para este trabajo en su finca y a los trabajadores de Hacienda La Esmeralda por su carisma y apoyo en la recolección de datos.

También al personal del laboratorio de Estrella Azul que con empeño y entusiasmo colaboraron para el análisis de las muestras de dicho trabajo.

A mis padres les agradezco todo el esfuerzo que han hecho para el logro de mis metas y superación personal día tras día.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron en la realización de esta investigación.

Con mucho respeto y admiración

Blanca Del C. Del Cid P.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Jehová Dios por sus bendiciones y también a mi hijo Joseph quien me llena de alegría, inspiración y de fuerzas para continuar cada día por el camino de la superación.

A mis padres Aracelly y Eliécer por ser siempre pilares importantes en mi formación y brindarme la oportunidad de seguir adelante en busca de mis metas.

A todos mis profesores que se esforzaron día tras día para lograr el entendimiento de muchos temas que son de gran interés para nuestra vida profesional.

Dedico igualmente este trabajo a mis compañeros colegas y amigos con quienes compartí momentos de satisfacción alegrías y tristezas durante los años de estudio.

Con mucho cariño,

Blanca Del C. Del Cid P.

CARACTERIZACIÓN DEL CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINA TOTAL Y LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CALOSTRO EN VACAS HOLSTEIN SEGÚN LOS PARTOS Y EL NÚMERO DE ORDEÑOS DESPUÉS DEL PARTO.

Blanca Del C. Del Cid Pittí

2015

RESUMEN

La primera secreción de la glándula mamaria posee nutrientes de alta calidad y factores no nutricionales que brindan al ternero alimentación de alto poder tanto nutricional como inmunológico. El calostro y leche de transición secretado en los primeros 10 días posparto fueron obtenidos en 25 vacas Holstein con el objetivo de determinar el contenido inmunológico y el contenido químico del calostro (inmunoglobulina total(IgTs), proteína, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa) según la cantidad de partos y el número de ordeños. El contenido de sólidos totales y lactosa en el calostro no fueron diferentes entre los partos ($P > 0.05$); pero si el contenido de IgTs y grasa ($p < 0.05$). La proteína total, los sólidos no grasos y la densidad mostraron diferencias ligeramente significativas ($p < 0.10$). En cuanto a los ordeños secuenciales, si afectaron significativamente ($p < 0.001$) el contenido químico del calostro y la concentración de IgTs. Los partos y ordeños interactuaron afectando la variable densidad y los sólidos totales ($p < 0.05$). El contenido de inmunoglobulina total fue de 27.95 miligramos/ml en los cinco días posparto, que resultó ser de calidad regular. Las vacas de quinto parto fueron las que presentaron el mayor contenido de IgTs (38.44 mg/ml), seguido de las de segundo y cuarto parto, donde se obtuvo altos niveles de proteína, sólidos totales, sólidos no grasos. La mayoría de las variables estudiadas mostraron niveles descendientes al transcurrir los ordeños a excepción de la lactosa que presentó una evolución ascendente. La concentración de IgTs estuvo correlacionada con la proteína, sólidos totales y sólidos no grasos 0.91, 0.71 y 0.92 respectivamente ($p < 0.0001$). Los sólidos totales se correlacionaron con la proteína de manera significativa (0.84), los sólidos no grasos con la proteína y los sólidos totales (0.98 y 0.87). Además la mayoría de las variables (IgTs, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos) presentaron correlación negativa con la lactosa (-0.76, -0.92, -0.71 y -0.82; $p < 0.0001$). A medida que transcurrió el tiempo posparto, disminuyó el contenido químico del calostro, principalmente al segundo ordeño, por lo cual es necesario obtener y brindar a las becerras el calostro del primer ordeño, ya que es donde existe la mayor concentración de anticuerpos y nutrientes. El contenido de inmunoglobulina total disminuyó drásticamente al segundo día posparto en casi todos los partos, excepto en las vacas de quinto parto que mostraron mayor sostenibilidad en el contenido de anticuerpos. En conclusión se demostró que los partos y el número de ordeños afectan el contenido de inmunoglobulina total y la composición química de la secreción calostrada, principalmente el número de ordeños, además que las mejores concentraciones se presentaron en vacas de quinto y segundo parto.

Palabras claves: Calostro, Holstein, anticuerpos, inmunoglobulinas, contenido químico, inmunidad, tiempo, ordeños, partos.

CHARACTERIZATION OF TOTAL IMMUNOGLOBULINS AND CHEMICAL COMPOSITION OF COLOSTRUM FROM HOLSTEIN COWS ACCORDING TO PARITY AND NUMBER OF MILKING.

Blanca Del C. Del Cid Pittí

2015

ABSTRACT

The first secretion of the mammary gland has high quality nutrients and non-nutritional factors which gives high nutritional and immunoglobulin to the newborn dairy calf. Colostrum and milk secreted transition in the first ten postpartum milkings were obtained from 25 Holstein cows in order to determine the total immunoglobulins and chemical content of colostrum, (protein, fat, total solids, solids fat and lactose) which were classified by parity and number of postpartum milking. The content of total solids and lactose in colostrum were not different between parity ($P > .05$); but IgTs and fat content were different ($p < 0.05$). Total protein, non-fat solids and density slightly showed significant differences ($p < 0.10$). As for the sequential milkings if significantly ($p < 0.001$) the chemical content of colostrum and IgTs concentration. Parity and milking their interaction affected the varying density and total solids ($p < 0.05$). The immune average content was 27.95 milligrams per milliliter in the five days postpartum, which proved to be of average quality. Cows within the fifth parity showed higher content of IgTs (38.44 mg / ml) followed the second and fourth parities, where high levels of protein, total solids, non-fat solids were obtained. Most of the variables studied showed a decline as a function of milking which did increase. The total immunoglobulin concentration was correlated with protein, total solids and non-fat 0.91, 0.71 and 0.92 respectively ($p < 0.0001$) solids. The total solids were correlated with protein significantly (0.84), solid non fat with protein and total solids (0.98 and 0.87). In addition, most parameters (Igts, protein, and total solids non-fat solids) had negative correlation to lactose (-0.76, -0.92, -0.71 and -0.82; $p < 0.0001$). As you go through the postpartum period decreased the chemical content of colostrum, mainly the second milking, so it indicated that best protection and nutrition required to give colostrum as soon as possible after the calf is born. The total immunoglobulin content dramatically decreases after the second postpartum day in almost all parities except fifth parity which showed greater sustainability in the total immunoglobulin content. In conclusion it was demonstrated that parity and the number of milkings affect the total immunoglobulin and chemical content of colostrum secretion, which must be taken as essential for management and feeding colostrum property for the new born dairy calf.

Keys words: Colostrum, Holstein, antibody, immunoglobulin, chemical contains immunity, time, postpartum time, and parity.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------|------|
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| RESUMEN..... | v |
| ABSTRACT..... | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | vii |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | xiii |
| ÍNDICE DE GRÁFICAS..... | xvi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xix |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.2. ANTECEDENTES..... | 4 |
| 1.3. JUSTIFICACION..... | 5 |
| 1.4. OBJETIVOS | |
| 1.4.1. GENERALES..... | 6 |
| 1.4.2. ESPECÍFICOS..... | 6 |
| 1.5. HIPÓTESIS..... | 7 |
| 1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES..... | 8 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2. REVISION DE LITERATURA | |
| 2.1. Definición de calostro..... | 9 |
| 2.1.1. Propiedades..... | 11 |
| 2.2. Producción fisiológica..... | 11 |
| 2.2.1. Calostrogénesis..... | 11 |
| 2.3. Factores que afectan producción y calidad de calostro | |
| 2.3.1. Edad de la vaca..... | 13 |
| 2.3.2. Alimentación..... | 14 |
| 2.3.3. Raza..... | 14 |
| 2.3.4. Duración de período seco y estado corporal..... | 15 |
| 2.3.5. Salud..... | 16 |
| 2.3.6. Conservación del calostro..... | 16 |
| 2.4. Calidad nutricional del calostro..... | 17 |
| 2.4.1 Proteína..... | 17 |
| 2.4.2 Sólidos totales..... | 16 |
| 2.4.3 Materia grasa..... | 18 |
| 2.4.4 Minerales..... | 18 |
| 2.4.5 Lactosa..... | 19 |
| 2.4.6 Vitaminas..... | 19 |
| 2.5. Inmunoglobulinas y células calostrales..... | 20 |
| 2.5.1 Inmunoglobulina G..... | 21 |
| 2.5.2 Inmunoglobulina M..... | 21 |
| 2.5.3 Inmunoglobulina A..... | 22 |

| | | |
|---------|---------------------------------------------------|----|
| 2.5.3 | Immunoglobulina E..... | 22 |
| 2.6 | Importancia del calostro..... | 25 |
| 2.6.1 | Desarrollo de la inmunidad en el ternero..... | 27 |
| 2.6.2 | Consumo de calostro..... | 28 |
| 2.6.3 | Factores que afectan la transferencia pasiva..... | 29 |
| 2.6.4 | Uso y manejo del calostro..... | 30 |
| 2.6.5 | Métodos de conservación..... | 30 |
| 2.6.5.1 | Refrigerado..... | 30 |
| 2.6.5.2 | Congelado..... | 31 |
| 2.6.5.3 | Liofilizado..... | 31 |
| 2.6.5.4 | Fermentado..... | 31 |
| 2.7 | Uso del calostrómetro..... | 32 |
| 2.8 | Manejo de la vaca en el período seco..... | 35 |
| 3. | Materiales y métodos..... | 36 |
| 3.1. | Sitio experimental..... | 36 |
| 3.2. | Muestreo de la secreción calostrál..... | 36 |
| 3.3. | Metodología..... | 37 |
| 3.4. | Parámetros y variables..... | 40 |
| 3.5. | Diseño estadístico..... | 41 |
| 4. | Resultados y discusión..... | 43 |
| 4.1 | Caracterización del contenido químico | |
| 4.1.1 | Proteína total..... | 43 |
| 4.1.2 | Grasa..... | 50 |

| | | |
|-------|-----------------------------|-------|
| 4.1.3 | Sólidos totales..... | 56 |
| 4.1.4 | Sólidos no grasos..... | 62 |
| 4.1.5 | Lactosa..... | 68 |
| 4.1.6 | Densidad..... | 74 |
| 4.2 | Caracterización biológica | |
| 4.2.1 | Potencial inmunológico..... | 76 |
| 5. | Conclusiones..... | 88 |
| 6. | Recomendaciones..... | 89 |
| 7. | Referencias citadas..... | 91-94 |

INDICE DE CUADROS

| CUADRO | TÍTULO | PAG. |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| I | Comparación de la composición del calostro y la leche | 10 |
| II | Composición del calostro según ordeños | 20 |
| III | Concentración de inmunoglobulinas en el calostro de los animales domésticos | 24 |
| IV | Relación entre la mortalidad y cantidad de calostro en terneras Holstein recién nacidas en las 12 primeras horas. | 26 |
| V | Escala de calibración del calostrómetro e interpretación de la concentración de IgTs en el calostro | 33 |
| VI | Interpretación de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro bovino | 34 |

| | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| VII | Análisis de varianza para la proteína total | 44 |
| VIII | Ecuaciones de regresión para la concentración de proteína total | 48 |
| IX | Análisis de varianza para la concentración de la grasa total | 50 |
| X | Ecuaciones de regresión para la concentración de grasa total. | 54 |
| XI | Análisis de varianza para la concentración de los sólidos totales | 56 |
| XII | Ecuaciones de regresión para la concentración de sólidos totales | 60 |
| XIII | Análisis de varianza para concentración de los sólidos no grasos | 62 |
| XIV | Ecuaciones de regresión para la concentración de sólidos no grasos | 66 |
| XV | Análisis de varianza para la concentración de lactosa | 68 |

| | | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| XVI | Ecuaciones de regresión para la concentración de lactosa | 72 |
| XVII | Análisis de varianza para la densidad láctea | 78 |
| XVIII | Ecuaciones de regresión para la densidad láctea | 81 |
| XIX | Análisis de varianza para la concentración de inmunoglobulinas | 85 |
| XX | Distribución del contenido de inmunoglobulina total en el primer y segundo ordeño según la categoría para la calidad de calostro. | 85 |
| XXI | Ecuaciones de regresión para la concentración de inmunoglobulina total | 85 |
| XXI | Correlaciones de Pearson para las variables estudiadas | 87 |

INDICE DE GRAFICAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Valores promedios de la concentración de proteína total según la cantidad de partos | 47 |
| 2. Concentración promedio de la proteína total según el número de ordeños | 47 |
| 3. Relación de la concentración de proteína total con la cantidad de partos y número de ordeños | 49 |
| 4. Valores promedios para la concentración de grasa total según los partos | 53 |
| 5. Concentración promedio de grasa total según el número de ordeños | 53 |
| 6. Relación de la concentración de la grasa total con la cantidad de partos y número de ordeños | 55 |
| 7. Valores promedios para la concentración de sólidos totales según la cantidad de partos | 59 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8. Concentración promedio de los sólidos totales según el número de ordeños | 59 |
| 9. Relación de la concentración de sólidos totales con la cantidad de partos y número de ordeños | 61 |
| 10. Valores promedios para la concentración de sólidos no grasos según la cantidad de partos | 65 |
| 11. Concentración promedio de sólidos no grasos según el número de ordeños | 65 |
| 12. Relación de la concentración de sólidos no grasos con la cantidad de partos y número de ordeños | 67 |
| 13. Valores promedios para la concentración de lactosa según cantidad de partos | 71 |
| 14. Concentración promedio de lactosa según el número de ordeños | 71 |
| 15. Relación de la concentración de lactosa con la cantidad de partos y número de ordeños | 73 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 16. Valores promedio para la densidad láctea según la cantidad de partos | 77 |
| 17. Concentración promedio de la densidad láctea según el número de ordeños | 77 |
| 18. Relación de la densidad con la cantidad de partos y número de ordeños | 79 |
| 19. Valores promedio para la concentración de inmunoglobulinas según la cantidad de partos | 84 |
| 20. Concentración promedio de inmunoglobulinas según el número de ordeños | 84 |
| 21. Relación de la concentración de inmunoglobulinas con la cantidad de partos y número de ordeños | 86 |

INDICE DE FIGURAS

| FIG- | TITULO | Nª DE PAG |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | Estructura molecular de las inmunoglobulinas. | 24 |
| 2 | Cantidades de calostro requerido en cada alimentación según raza y peso al nacimiento | 28 |
| 3 | Efecto de la cantidad de calostro suministrado y tiempo de alimentación en la transferencia de igs del calostro a la sangre. | 29 |
| 4 | Calostrómetro utilizado para medir la concentración de inmunoglobulinas | 33 |
| 5 | Milko Scan del laboratorio de Estrella Azul Boquerón | 38 |

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6 | Medición de inmunoglobulinas con el calostrómetro | 39 |
| 7 | Homogenización de las muestras de calostro ya descongeladas. | 39 |

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que más afecta el levante de terneras en las lecherías de Panamá es la mortalidad debido al mal manejo calostrado durante el nacimiento, ya sea por cantidad insuficiente o la baja calidad inmunológica y nutricional del mismo.

El calostro es muy importante por ser la principal y única fuente de alimento para el ternero recién nacido debido a que contiene las inmunoglobulinas y proteínas necesarias para la nutrición y protección del ternero (Fernández, Padola y Estein, 1994). Esta fuente alimenticia le transfiere al ternero la base para la inmunidad pasiva hasta que el neonato adquiera su inmunidad activa, por tal motivo, es necesaria para los primeros seis meses de vida (Roy, 1980).

En la actualidad se conocen múltiples factores y elementos que imposibilitan la transferencia de anticuerpos y que provocan alta mortalidad en los recién nacidos debido a la baja o nula ingesta de calostro que es la fuente de su inmunidad pasiva. Entre los factores están: la raza, número de partos, período seco, época anual y la mastitis en la etapa final de gestación, señalados por (Melgar, 1999).

La ingestión de calostro y la buena absorción de Inmunoglobulinas son vitales para el establecimiento de la inmunidad. La falta de la transferencia pasiva (FPT) no es una enfermedad, pero es una condición que predispone al neonato al desarrollo de las enfermedades según lo manifiesta (Stott et al., 1979) citado por (González, 2014). La concentración de anticuerpos en el calostro es de seis por ciento (6g/100g), pero varía en un rango de dos a 23 por ciento. Sin embargo, la concentración de anticuerpos en la leche propiamente es de 0.1 por ciento (Wattiaux, 2002).

La ganadería de leche en Panamá sólo se enfatiza en el período lactacional de la vaca lechera y descuida una de las etapas más importantes como es la gestación. Es en ésta donde se debe garantizar un buen manejo nutricional para que no presenten deficiencias en la vaca ni en el recién nacido al momento del parto. El mal manejo nutricional en la vaca puede comprometer la producción de calostro, el contenido de inmunoglobulinas y la calidad nutricional.

El presente estudio tuvo como finalidad determinar la calidad del calostro bovino, para esta evaluación se utilizan los datos reflejados en la densidad, la concentración de IgTs y el perfil químico en el calostro, al mismo tiempo como influye el número de partos de la vaca y el tiempo transcurrido después del parto.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Panamá los productores de leche no se enfocan en la calidad de calostro ya que se inclinan más hacia la producción láctea, de esta manera la baja calidad inmunológica y nutricional que en ocasiones puede tener el calostro es un factor que se refleja en la alta mortalidad existente en el levante de terneras. Se incurre en fallas de manejo del calostro y las mismas en el desarrollo y asimilación de anticuerpos por parte del ternero recién nacido.

Es por ello que se debe conocer con más certeza la calidad de este vital líquido como por ejemplo: en nuestro medio tropical y en la raza Holstein para poder lograr que los productores le tomen importancia a este manejo en las lecherías e incorporen el uso del calostrómetro a nivel de finca y así mejorar la sobrevivencia de terneras.

1.2 ANTECEDENTES

Muchas investigaciones han demostrado la necesidad de determinar la calidad del calostro y preservarlos ya sea en refrigeración o congelación. También existen diversos estudios como (González, 2014) que manifiesta que la transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno es primordial para la salud y supervivencia de la becerro en las primeras semanas de vida, sus resultados muestran una transferencia de inmunidad exitosa, por arriba del 90 por ciento en promedio. (Fortín y Perdomo, 2009) investigaron la calidad de calostro a partir de la densidad y concentración de inmunoglobulinas totales, encontrando que las vacas de tercer parto son las que presentan mejor calidad de calostro.

Según (Soba, 2008) hay muchas investigaciones donde se 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 los partos siendo más significativo el tiempo posparto.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La determinación de la calidad del calostro es de gran relevancia para las fincas, ya que de manera fácil y rápida se logra conocer las vacas que producen calostro con gran cantidad de inmunoglobulinas que son la inmunidad pasiva del recién nacido, además, se puede reflejar mediante un análisis nutricional el buen manejo preparto que ha tenido la vaca. De esta manera se logrará mayor eficiencia y productividad en los hatos lecheros de nuestro país.

La primera secreción calostrual es la que tiene mayor cantidad de anticuerpos, cuya concentración se reduce drásticamente en los siguientes ordeños. De este modo en las doce horas transcurridas después del parto hay una reducción del 46,9 por ciento del nivel máximo de albúminas y globulinas (Peris et al (2004). De igual forma si existe un goteo excesivo o un ordeño antes del parto se reduce sensiblemente la calidad del calostro.

Dado que las condiciones de manejo, el ambiente, la nutrición, la biología por longevidad y la raza influyen sobre la calidad y composición del calostro, esta investigación está proyectada a la evaluación del calostro producido en las lecherías de nuestro medio, específicamente empleando la raza Holstein como referencia genética bajo las condiciones del medio tropical.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVOS GENERALES

Determinar el contenido de inmunoglobulina total y el contenido químico del calostro producido por vacas Holstein según la cantidad de partos y número de ordeños en los primeros cinco días postparto.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la influencia del número de partos sobre el contenido de inmunoglobulina total y la composición química del calostro.

Determinar la relación entre el tiempo transcurrido después del parto y el número de ordeños con el contenido de inmunoglobulina total y la composición química.

1.5 HIPÓTESIS

Relación con la cantidad de partos

Ha. El número de partos en vacas Holstein influye sobre la calidad inmunológica y la composición química del calostro en el período posparto

Ho. El número de partos en vacas Holstein no influye sobre la calidad inmunológica y la composición química del calostro en el período posparto.

Relación con el tiempo transcurrido después del parto

Ha. El tiempo transcurrido después del parto afecta el contenido de inmunoglobulinas y la composición química del calostro en el período posparto.

Ho. El tiempo transcurrido después del parto no afecta el contenido de inmunoglobulinas y la composición química del calostro en el período posparto.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Los resultados de este trabajo proporcionarán información que servirá de base a los programas de levante de terneras para que así se dé mayor importancia al manejo del calostro.

La información obtenida brindará mayor conocimiento, además servirá como actualización de las investigaciones ya realizadas y de base para próximos trabajos, también para recalcar la importancia del uso del calostrómetro en la determinación de manera inmediata de la calidad de calostro producido en las fincas lecheras.

Como limitación en este estudio podemos mencionar que sólo se realizaron los análisis en una sola finca. Por el momento no es posible realizar la comparación y determinar si existen diferencias entre fincas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Definición de calostro

El calostro es la secreción viscosa, amarillenta y amarga (Veisseyre, 1988), producida por la glándula mamaria posteriormente al parto (Wattiaux, 2002), después de varios días se transformará en leche (período de transición). Según (Diggins y Bundy, 1960), el calostro es una fórmula especialmente preparada por la naturaleza para el recién nacido. (Quigley, 1997) asegura que el calostro es sólo la secreción secretada en las primeras 24 horas después del parto.

Esta secreción se diferencia de la leche por su color, contenido de carotenos, albúminas y globulinas (Kolb, 1974), además de mayor sólidos totales, cenizas y menor nivel de lactosa (Aguado, 1982), (Elizondo, 2007). Esto lo sustentan (Schmidt y Van Vleck, 1974), donde afirman que la mayor diferencia existente entre la leche y calostro es el alto contenido de proteínas debido principalmente a las globulinas que son la fuente de anticuerpos para el recién nacido. Para (Beltrán, 2011), el calostro es una mezcla de secreciones lácteas y derivadas de la sangre que se acumulan en la glándula mamaria conteniendo gran cantidad de anticuerpos y nutrientes. En el CUADRO I se muestra la diferencia que existe entre la leche y calostro, resaltando el porcentaje de proteína del calostro producto de las globulinas presentes en el mismo. (Lazzaro, 2001) señala que en el calostro se encuentran también proteínas no específicas como la timosina, alfa 1 y B4, lactoferrina e insulina. El calostro es la principal y única fuente para que el recién nacido adquiera anticuerpos maternos y no sufra enfermedades

(Fernández, Padola y Estein, 1994). La concentración de éstos en el calostro va de 2 a 23 por ciento teniendo como promedio seis por ciento (seis gramos/100 gramos), a diferencia de la leche normal que presenta hasta 0.1 por ciento (Wattiaux, 2002).

CUADRO I. Comparación entre composición de calostro y leche.

| | Calostro (%) | Leche normal (%) |
|-----------------|--------------|------------------|
| Sólidos totales | 23.9 | 12.9 |
| Minerales | 1.1 | 0.7 |
| Proteína | 14.0 | 3.1 |
| Grasa | 6.7 | 4.0 |
| Lactosa | 2.7 | 5.0 |

Fuente: Schmidt y Van Vleck (1974)

2.1.1. Propiedades

La principal propiedad del calostro es la gran cantidad de elementos celulares que tiene como son los leucocitos, linfocitos y monocitos (Aguado, 1982). Ningún calostro tiene las mismas propiedades. La calidad de calostro variará según la estación del año, salud general del animal, la edad y otros factores (Lazzaro, 2001).

2.2 Producción fisiológica

El calostro se origina durante la gestación por el pasaje selectivo de inmunoglobulinas (Igs) de la circulación general a la glándula mamaria (Elizondo, 2007). La glándula mamaria no tiene gran capacidad para sintetizar Igs calostrales, puede lograr una máxima concentración a las dos semanas preparto en el equino y en el período de tres a nueve días en el bovino (Fernández, Padola y Estein, 1994). Dicha transferencia a la glándula mamaria es lograda debido a los altos niveles de estrógeno y progesterona que se haya en los últimos meses de gestación Peris, Mehdid, Manzur, Díaz y Fernández (2004).

2.2.1. Calostrogénesis

La calostrogénesis se detiene al momento del parto. Conjuntamente en este momento empiezan a surgir los cambios hormonales en la nueva madre, reabsorción y degradación de las proteínas específicas y no específicas así como también de otros componentes de esta secreción (Lazzaro, 2001). Es por esto que el calostro debe ser retirado lo antes posible después del parto. En las vacas adultas de la raza Holstein el primer ordeño contiene aproximadamente el 80 por ciento del valor de todos los componentes que la vaca producirá en el calostro y en los seis siguientes (Elizondo, 2007).

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).

2.3 Factores que afectan la calidad y producción de calostro

Existen diversos factores que influyen significativamente en la calidad y cantidad de calostro como: la edad, raza, cantidad de partos, alimentación, duración de período seco, condición corporal y muchos otros (Melgar, 1999); (Torres, 2009). Actualmente se investigan factores ambientales y de manejo que pueden tener relación con el cambio en el contenido inmunológico y químico del calostro (Soba, 2008).

2.3.1. Edad de la vacas

Las vacas más jóvenes presentan menor producción láctea por ende menos secreción calostrual con menores concentraciones de inmunoglobulinas que las vacas adultas. La concentración de anticuerpos en promedio es mayor en vacas adultas (mayor al ocho por ciento) que en novillas de primer parto (cinco a seis por ciento) Mella (2003). 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 inmunidad frente a las enfermedades que se presenten en la finca (Wattiaux, 2002).

2.3.2. Alimentación

Uno de los efectos más marcados y que es producto de los cambios en la cantidad, calidad y tipo de alimento es el contenido de grasa en la leche. Al suministrar concentrados o pastos muy picados que contienen carbohidratos de fácil digestión, el contenido de grasa disminuye (Keating y Rodríguez (1986). Según Campos (2007) las dietas que contengan niveles bajos en proteína o energía durante la gestación y el período seco causan una menor producción de calostro y baja concentración de inmunoglobulinas, esto también lo señala (Serratos et al., 1998) citado por (Torres, 2009). La dieta del período seco es de gran relevancia, ya que se requiere aportar a la vaca los nutrientes necesarios para obtener un rápido desarrollo del feto y que le permitan una pronta recuperación de la capacidad reproductiva (Tizard, 1979).

2.3.3. Raza

Muller y Ellinger (1981) citado por Torres (2009) midieron concentraciones de inmunoglobulinas en calostros de vacas de diferentes razas lecheras (Holstein y Jersey) en las mismas condiciones, encontrando mayores niveles en las vacas Jersey. Las vacas de la raza Holstein producen más calostro pero de menor calidad, comparada con la Jersey o Ayrshire sin embargo, las razas destinadas a carne producen menos calostro pero de mejor calidad nutricional e inmunológica (Campos, 2007).

2.3.4. Duración del período seco y estado corporal

Estos dos parámetros van ligados, ya que se requiere un adecuado período seco para que la vaca recupere sus reservas corporales y logre mayor producción de calostro y leche, además se necesita una condición corporal normal para que logre producir mayor cantidad de grasa, (Schmidt y Van Vleck 1974). El período de secado es de gran relevancia ya que se han hecho investigaciones secando solo dos cuartos y se notó que al no secar sólo se produce del 56 al 62 por ciento del total producido cuando se ha dado un período seco (Schmidt y Van Vleck, 1974). Según (Schmidt, 1971), períodos secos menores de seis semanas disminuyen el rendimiento en la lactación siguiente al igual que períodos secos mayores de 60 días.

Puesto que la transferencia de inmunoglobulinas hacia el calostro se realiza durante las últimas dos a cuatro semanas de gestación, un parto prematuro o un período de secado excesivamente corto pueden provocar calostros bajos en inmunoglobulinas Peris, et al., (2004). Según (Campos, 2009), cuando hay una condición corporal deficiente el animal moviliza reservas corporales para su mantenimiento, las cuales no irán para la producción y composición del calostro.

2.3.5. Salud

La mastitis es el problema que más afecta tanto en la producción como la composición de la leche y calostro (Schmidt, 1971). La leche de vacas con mastitis es más pobre en lactosa y potasio pero más rica en sodio y cloruros, además presenta baja palatabilidad y la vaca tampoco permite el correcto amamantamiento (Schmidt y Van Vleck, 1974). Si el calostro de una vaca tiene algún patógeno, éste puede pasar a varios becerros causando epidemias Beltrán (2011). Según (Wattiaux, 2002) el calostro puede ser causante de enfermedades en algunos casos como lo es el virus de la leucosis bovina que se encuentra en el calostro de vacas infectadas.

2.3.6. Conservación del calostro

En muchas explotaciones el calostro es almacenado para su posterior uso, en estos casos es indispensable garantizar un correcto manejo desde su recolección teniendo en cuenta medidas de higiene y que se mantenga a temperaturas adecuadas, Campos (2007). Un mal manejo puede ocasionar la degradación de las proteínas y así perder la calidad del calostro, además de causar enfermedades.

2.4. Calidad nutricional del calostro

2.4. Proteína

El calostro es una fuente de proteínas, además de las inmunoglobulinas que son las más importantes ya que aportan la inmunidad al recién nacido. Los tipos y cantidades de proteínas en el calostro (caseína, globulina, albúmina) pueden afectar la disponibilidad de aminoácidos que el ternero necesita para la síntesis de proteínas y la gluconeogénesis, Quigley (1999). Según Soba (2008), las proteínas cumplen funciones como crecimiento, acción bacteriana y estimulante del sistema inmune en el recién nacido.

2.4.2. Sólidos totales

Están compuestos por los sólidos que forman la materia seca del calostro al evaporar la fase líquida, (Keating y Rodríguez, 1986). El contenido de sólidos totales es significativamente mayor que en la leche normal. Presenta de 23 a 24 por ciento en el primer ordeño posparto. Según (Keating y Rodríguez, 1986) el promedio de sólidos totales en el calostro es de 25 por ciento.

2.4.3. Materia grasa

Es muy variable y se ve afectado por varios factores según (Schmidt, 1971) y (Aguado, 1982). Presenta un porcentaje mayor de tres por ciento con respecto a la leche, aunque existen variaciones entre raza, entre vacas y en número de lactancias. Es importante como fuente de energía y la termorregulación siendo indispensable que su valor sea alto para así proveer la energía necesaria al el recién nacido (Schmidt y Van Vleck, 1974). De acuerdo a la dieta dada en el período de gestación tendrá variación el contenido de ésta en el calostro. El contenido de materia grasa en el calostro es aproximadamente de seis por ciento (Keating y Rodríguez, 1986).

2.4.4. Minerales

El calostro contiene minerales y oligoelementos como calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro y magnesio, los más importantes desde el punto de vista nutritivo son los dos primeros. (Schmidt, 1971) afirma que el calostro presenta el contenido de calcio, magnesio, cloro y potasio mayor que en la leche normal. Los minerales se encuentran en niveles suficientes pero las concentraciones varían según la dieta suministrada Castro (1984).

2.4.5. Lactosa

Es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa (Aguado, 1982), (Keating y Rodríguez, 1986). En la leche normal se encuentra en concentraciones de 4.5 a 5 gramos / 100 gramos, sin embargo, en el calostro puede llegar a presentar hasta 2.5 a 2.7 gramos / 100 gramos, tal como se muestra en el cuadro II. Es el único componente del calostro que aumenta según los ordeños transcurridos.

2.4.6. Vitaminas

El calostro presenta un nivel elevado de Vitamina A, aproximadamente 10 veces más que en la leche normal (Schmidt y Van Vleck, 1974). El ternero no tiene esta vitamina en su organismo, de esta manera el calostro es un recurso indispensable para controlar o prevenir enfermedades infecciosas (Schmidt, 1971). Es rico en vitamina A y D las cuales son importantes para el desarrollo, (Castro 1984). La vitamina D se encuentra de tres a diez veces más en el calostro que en la leche normal, (Schmidt, 1971). La vitamina E (a-tocoferol) no atraviesa la placenta en cantidades apreciables y los terneros nacen con limitadas reservas de vitamina E y dependen del suministro del calostro para obtener la vitamina E, (Lazzaro, 2001). En el cuadro II se muestra los cambios entre el calostro y la leche según la cantidad de ordeños, y se demuestra como disminuye significativamente los sólidos totales, la proteína y las inmunoglobulinas.

CUADRO II. COMPOSICIÓN DEL CALOSTRO SEGÚN CANTIDAD DE ORDEÑOS.

| COMPOSICION | Ordeños después del parto | | | |
|----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | Leche |
| Gravedad Específica (g/ml) | 1.056 | 1.040 | 1.035 | 1.032 |
| Sólidos Totales (%) | 23.9 | 17.9 | 14.1 | 12.9 |
| Proteína Total (%) | 14 | 8.4 | 5.1 | 3.0 |
| Inmunoglobulinas (mg/ml) | 6.7 | 5.4 | 3.9 | 3.9 |
| Lactosa (%) | 2.7 | 3.9 | 4.4 | 5.0 |
| Vitamina A (ug/ml) | 2950 | 1900 | 1130 | 340 |

Fuente: Foley & Oterbby (1978).citado por Araúz (2011).

2.5 Inmunoglobulinas y células calostrales

Son proteínas que normalmente se encuentran en el torrente sanguíneo y son componentes vitales del sistema inmune Chacón (2009). Según (Marini, 2009) las inmunoglobulinas se forman en la ubre producto de las vacunas suministradas y porque la vaca genera sus propios anticuerpos para proteger a su cría de las enfermedades del medio que le rodea. Las inmunoglobulinas son proteínas y se clasifican en cuatro clases que son: inmunoglobulinas M, G, A y E de las cuales cada clase o categoría contiene antígenos especiales. En condiciones fisiológicas, el origen de la IgG e IgM es exclusivamente sérico, contrariamente a la IgA que se sintetiza localmente (Tizard, 1979).

2.5.1. Inmunoglobulina G (IgG)

La IgG es la más abundante en el calostro tal como se muestra en el CUADRO III, es la que influye de manera directa con los mecanismos de defensa del organismo gracias a los anticuerpos Tizard (1979). Representan del 70 a 80 por ciento de las proteínas calostrales Fernández (1994), Quigley (1997) b. Estas son las encargadas de proteger contra invasores y cualquier patógeno, además por su pequeño tamaño pueden estar fuera de la corriente sanguínea en búsqueda de patógenos Quigley (1997) b. Son capaces de reconocer antígenos específicos, causando inactivación de toxinas y neutralización de virus (Aguado, 1982) La vida media de las IgG del calostro es de 20 a 23 días, donde es de esperar encontrar valores más bajos de IgG en terneros de uno a dos meses de vida (Beltrán, 2011). En este grupo también se encuentran dos isótopos que trabajan de forma conjunta para proveer de inmunidad pasiva al recién nacido los cuales son IgG1 y IgG2 (Quigley, 1997) b.

2.5.2. Inmunoglobulina M (IgM)

Es la segunda que se encuentra en mayor concentración en el suero. Producida mediante la respuesta inmune primaria. Representa el 10 por ciento de las Inmunoglobulinas calostrales. Las IgM son más eficaces que las IgG en cuanto a la neutralización del virus y aglutinación, también en casos de envenenamiento de la sangre, (Quigley, 1997) b. Las IgM sirven como primera línea de defensa, son moléculas grandes que permanecen en la sangre y

protegen al animal de invasiones bacterianas (Marini, 2009). La IgM es una molécula grande que permanece en la circulación para proteger el organismo contra las invasiones bacterianas (Tizard, 1979).

2.5.3. Inmunoglobulina A (IgA)

Es la más rica en carbohidratos. Cumple funciones como protección del tubo digestivo, aparato genitourinario, las ubres y los ojos contra microbios (Marini, 2009). Además aglomera partículas antigénicas y neutraliza virus. Esta es la principal inmunoglobulina en las secreciones externas del cuerpo (Tizard, 1979). La IgA se encarga de los mecanismos de defensa de las mucosas, activando la inmunidad de mucosas, pero niveles de IgA sintetizadas en la glándula mamaria son muy bajas por lo que esta función la desempeña la IgG, (Aguado, 1982).

2.5.4. Inmunoglobulina E

Esta inmunoglobulina se encuentra en pequeñas cantidades pero tiene gran importancia por su acción en el caso de alergias, (Tizard, 1979). Son capaces de adherirse a basófilos del organismo y al momento de llegar un antígeno estas se degradan liberando sustancias que causan la muerte del invasor, (Aguado, 1982).

En cuanto a los factores de crecimiento presentes en el calostro tenemos:

Factor de crecimiento epitelial (EgF).

Factor de crecimiento insulinoide I y II (IgF-I e IgF-II).

Factor de crecimiento de los fibroblastos (FgF).

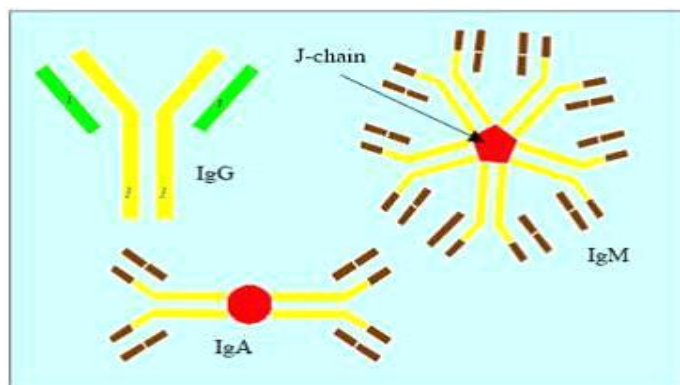
Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF).

Factores de crecimiento transformadores A y B (TgA y B).

Hormona del crecimiento (GH).

Los factores de crecimiento del calostro aumentan la reproducción 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 cicatrización de heridas, estabilizan los niveles de glucosa, disminuyen la necesidad de insulina, aumentan el crecimiento óseo y muscular, además estimulan la oxidación de las grasas, (Campos, 2007).

FIGURA 1. Estructura molecular de las inmunoglobulinas.



Fuente. Quigley (1997)

CUADRO III. Concentraciones de inmunoglobulinas en el Calostro de animales domésticos.

| ESPECIE | Inmunoglobulinas mg/100 ml | | | | |
|---------|----------------------------|----------|-----------|----------|--------|
| | IgA | IgM | IgG | IgG(T) | IgG(B) |
| Yegua | 500-1500 | 100-350 | 1500-5000 | 500-2500 | 50-150 |
| Vaca | 100-700 | 300-1300 | 3400-3900 | | |
| Oveja | 100-700 | 700-1200 | 800-1300 | | |
| Marrana | 950-1050 | 300-320 | 3000-7000 | | |
| Perra | 500-2200 | 14-57 | 120-300 | | |

Fuente: Tizard (1979)

2.6. Importancia del calostro

El calostro tiene tres funciones importantes como son: ayudar al ternero a prevenir cualquier posible infección, por su alto valor energético aporta suficiente energía para combatir las posibles hipotermias, gracias a su elevado contenido de sales de magnesio provee de acción laxante que ayuda al ternero a expulsar el meconio y facilitar el inicio del tránsito intestinal, (Lazzaro, 2001) y (Torres, 2009).

La importancia del calostro radica también en la disminución de la mortalidad ya que investigaciones han comprobado que terneros de un mes de nacidos que han tomado calostro directamente de la madre presentan cuatro por ciento de mortalidad frente a los que tomaron calostro de cubos, los cuales presentaron un nueve por ciento (Roy, 1972).

El calostro contiene más grasa (6.7 por ciento versus 3.2 por ciento), más proteína (14 por ciento versus 3.2 por ciento), más minerales y vitaminas (A, D y E) que la leche. Por su alto valor energético ayuda al recién nacido a prevenir hipotermias ya que el ternero es incapaz de mantener su temperatura corporal, (Soba, 2008).

En el CUADRO IV se muestra también que a mayor consumo de calostro en las primeras horas de vida hay un porcentaje de mortalidad promedio más bajo hasta los seis meses. Una sobrealimentación también puede llegar a causar diarreas, por lo tanto, se debe considerar las cantidades según el peso y la raza del recién nacido (Diggins y Bundy, 1960).

CUADRO IV. Relación entre mortalidad y la cantidad de calostro alimentando a terneras Holstein recién nacidas dentro de las primeras 12 horas.

| Cantidad alimentada(kg) (kg) | Mortalidad* (%) |
|------------------------------|-----------------|
| 2 a 4 | 15.3 |
| 5 a 8 | 9.9 |
| 8 a 10 | 6.5 |

*Promedio de mortalidad de la 1ª semana a los 6 meses de edad.

Fuente Wattiaux (2002).

2.6.1. Desarrollo de la inmunidad en el ternero

Luego del nacimiento, la absorción de anticuerpos promedia alrededor del 20 por ciento, pero ésta puede variar de seis a 45 por ciento. Ocurre una rápida reducción de la eficiencia en la absorción de anticuerpos dentro de las primeras horas después del nacimiento y las células del intestino delgado se vuelven impermeables (Wattiaux, 2002).

Las células intestinales maduran, se pierde la habilidad de absorber moléculas de gran tamaño, siendo esencial el buen suministro de calostro en las primeras horas después del parto, (Beltrán, 2011). Según (Quigley, 1997) la alimentación temprana es un componente importante para la correcta absorción de inmunoglobulinas y la supervivencia del ternero.

Durante esta fase las enzimas del abomaso y del intestino delgado tienen una capacidad limitada y permiten que la inmunoglobulina alcance el intestino delgado sin degradarse. Existe en el calostro un inhibidor de enzimas que le brindan la posibilidad a las inmunoglobulinas de escapar la degradación intestinal.

El calostro presenta gran número de linfocitos, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol. Dichos factores juegan un papel importante en la estimulación del desarrollo del tracto gastrointestinal y otros sistemas en la ternera recién nacida (Elizondo, 2007).

2.6.2. Consumo de calostro

Varias investigaciones recomiendan suministrar al recién nacido dos litros en las primeras horas y dos litros más a las 12 horas, pero esta recomendación no considera el peso del animal. (Roy, 1972) recomienda de tres a cuatro litros en las dos primeras horas de vida. Para (Castro, 1984) el ternero debe ingerir como mínimo 1.8 kg de calostro en las primeras horas de nacido, considerando también el 10 por ciento del peso vivo. (Wattiaux, 2002) recomienda suministrar de acuerdo a la raza y el peso corporal tal como se muestra en la figura 2. Según (McClurkin, 1977) citado por (Miller, 1989) el becerro debe consumir el calostro en su primera hora de vida, además se le debe suministrar durante dos a tres días después del nacimiento.

FIGURA 2. Cantidades de calostro requerido en cada alimentación según la raza y el peso vivo al nacimiento.

| Raza: ¹ | Pequeña | | Mediana | | Grande | |
|---------------------------|---------|------|---------|------|--------|------|
| Peso corporal, kg | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| Calostro, ² kg | 1.25 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.25 | 2.50 |

¹ Raza pequeña = Jersey; Raza mediana = Ayrshire y Guernsey; Raza grande = Holstein y Pardo Suizo

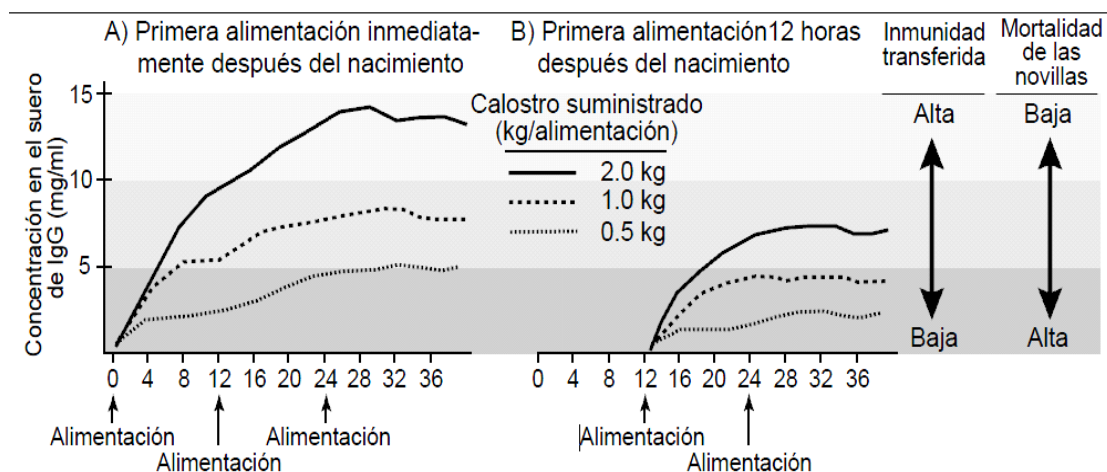
² Cantidad de calostro alimentado en cada alimento (4 a 5% del peso corporal)

Fuente: Wattiaux (2002)

2.6.3. Factores que afectan la transferencia pasiva

Existen múltiples causas por las cuales fracasa la transferencia adecuada del calostro, en primera instancia, ésta puede ser insuficiente o de mala calidad, también puede existir suficiente calostro, pero la ingestión por el recién nacido es inadecuada o escasa, también e independiente de las anteriores la falla en la absorción intestinal o alguna enfermedad que tenga el recién nacido, (Ballarini, 1993), (Wren, 1996), adicionalmente la permeabilidad del intestino para las Igs se pierde después de las 24 horas posparto (González, 2014). Para evaluar si el ternero consumió la cantidad de calostro necesaria y en el momento adecuado se valora el contenido de inmunoglobulinas presente en el suero sanguíneo del ternero Campos (2007).

FIGURA 3. Efecto de la cantidad de calostro suministrado y tiempo de alimentación en la transferencia de inmunoglobulinas del calostro a la sangre de la ternera.



Fuente: Wattiaux (2002).

2.6.4. Uso y manejo del calostro

El calostro puede ser refrigerado por un período de una semana antes de que baje la calidad (la concentración de Ig). Asegurándose que el refrigerador enfríe bien (uno a dos grados centígrados) para reducir el crecimiento de bacterias (Samudio y Aguilar, 1982). Las moléculas de inmunoglobulinas del calostro también pueden degradarse por las bacterias, reduciendo así el grado de inmunidad provisto por el calostro, (Lazzaro, 2001). Es necesario conservarlo con un manejo adecuado ya que de no darse podría causar enfermedades al ternero al momento de suministrárselo.

2.6.5. Métodos de conservación del calostro

Existen diferentes métodos para preservar el calostro y que conservan su calidad nutricional e inmunológica, entre ellos están:

2.6.5.1. Refrigerado

El calostro se puede refrigerar hasta una temperatura de cuatro centígrados, pero preferiblemente entre uno y dos centígrados conservándose en este estado por un período máximo de una semana, bien identificados con la información de la vaca, número de parto, calidad del calostro y fecha de recolección (Mella, 2003), (Elizondo, 2007). La proliferación de bacterias también se puede dar durante el refrigerado cuando no se mantenga en las temperaturas adecuadas o se almacene en envases muy grandes, (Rydell, 2003). Después de retirado del refrigerador se debe consumir antes de 48 horas, (Campos, 2007).

2.6.5.2. Congelado

Este método permite conservar el calostro por un tiempo prolongado sin modificar la composición nutricional y de inmunoglobulinas por medio de un congelador con una temperatura constante de -20 grados centígrados, (Campos, 2007). Según (Samudio y Aguilar, 1982) este método permite conservar el calostro y previene el rompimiento de las moléculas. Para el descongelamiento, el calostro se sumerge en baño maría a una temperatura de 35-38 grados centígrados, nunca se debe exceder los 40 grados centígrados, debido a que generaría destrucción de las inmunoglobulinas por la acción del calor. Los congeladores libres de hielo no son aptos para almacenar calostro ya que tienen ciclos de descongelación y afectan la calidad del mismo, (Lazzaro, 2001).

2.6.5.3. Liofilizado

El calostro es sometido a deshidratación a altas temperaturas en sistemas al vacío donde se adquiere una textura fina en la cual no se altera la composición natural del calostro. Este método se emplea para la producción industrial de calostro, (Campos, 2007).

2.6.5.4 Fermentado

El calostro se conserva en tinajas a temperaturas no mayores de 25 grados centígrados, agitándose por lo menos dos veces al día. Al suministrarlo se debe diluir con agua, (Bellarini, 1993).

2.7 Uso del calostrómetro

Fleener y Stott (1980) desarrollaron la ecuación de regresión para calcular la concentración de inmunoglobulinas a partir de la gravedad específica $Y = 254,716 X - 261,451$ con un coeficiente de correlación de 0.84, luego crearon el calostrómetro donde incorporan dicha relación de la gravedad específica con la concentración de inmunoglobulinas.

El calostrómetro determina la gravedad específica del calostro, relacionada con la concentración de inmunoglobulinas, (Quigley, 1998). Está graduado en una escala de tres colores: verde para calostro de buena calidad, amarillo de calidad intermedia y rojo de baja calidad. El instrumento se deja flotar en el calostro por unos segundos para realizar una correcta lectura (Figura 4).

Los calostrómetros únicamente detectan el 50 por ciento de las muestras con bajo contenido de inmunoglobulinas totales debido a que los niveles de sólidos totales, proteínas, caseína y grasa son altos afectando así la gravedad específica, (Quigley, 1998).

Un aspecto importante es que la lectura del calostrómetro depende altamente de la temperatura del calostro, por lo tanto, la lectura debe hacerse cuando éste se encuentra a temperatura ambiente (20-25°C). En el **CUADRO V** se muestra la interpretación dada con el calostrómetro según el color y concentración de inmunoglobulinas.

FIGURA 4. Calostrómetro utilizado para medir la concentración de inmunoglobulinas.



Fuente: Elizondo (2007) b.

CUADRO V. Escala de calibración del calostrómetro e interpretación de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro bovino.

| <u>Color</u> | <u>Concentración (mg/mL)</u> | <u>Interpretación</u> |
|--------------|------------------------------|-----------------------|
| Rojo | < 22 | Calidad inferior |
| Amarillo | ≥ 22 y < 50 | Calidad marginal |
| Verde | ≥ 50 | Calidad superior |

Fuente: Fleenor y Stott (1980).

En el CUADRO VI se muestra la escala propuesta por (Araúz, 1998) donde también se califica la concentración de inmunoglobulinas total, pero propone un rango más estrecho de clasificación. De esta manera se puede establecer mayor diferenciación en las calidades según la concentración de inmunoglobulinas.

CUADRO VI. Interpretación de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro bovino.

| Interpretación | Concentración (mg/ml) |
|----------------|-----------------------|
| Pobre | 1.42 a 19.25 |
| Regular | 21.80 a 47.27 |
| Bueno | 49.82 a 80.38 |
| Excelente | 82.3 a 127.0 |

Fuente: Araúz (1998)

2.8 Manejo de la vaca durante período seco

Durante el período seco la vaca debe estar bien alimentada, protegida del calor, en pasturas secas y limpias para evitar cualquier accidente. El mayor crecimiento del becerro por nacer y la mayor demanda de nutrientes en la vaca se dan en las últimas semanas antes del parto, por lo cual es importante un buen período de descanso atendiendo todos sus requerimientos, (Schmidt, 1971).

Se debe dar este período de descanso a la vaca para que pueda tener una buena producción en la siguiente lactancia, producir un calostro con la cantidad necesaria de inmunoglobulinas y así proveer la inmunidad pasiva al ternero, (Campos, 2009). Un período seco adecuado y una buena condición corporal lograrán una mayor producción en la siguiente lactancia, (Schmidt, 1971)

Según (Wattiaux, 2002) la condición corporal que deben presentar las vacas durante el período seco y de parto debe ser de 3.0 a 3.5. Bajas condiciones corporales durante el período seco causa movilización de reservas corporales al mantenimiento que no irán para la calostrogénesis y producción de la siguiente lactancia, (Campos, 2009). Para (Ruegg, 2001) es en este período donde se debe hacer una revisión de las vacas y determinar si existe algún problema que pueda afectar su próxima lactancia, además se debe vacunar y así incrementar la formación de los anticuerpos que estarán en el calostro.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sitio experimental

Esta investigación se realizó en La Hacienda La Esmeralda, cuyo propietario es el Sr. Price Peterson. Dicha finca se localiza en Palmira Centro, Corregimiento de Palmira, Distrito de Boquete, entre los 1100 y 1200 metros sobre el nivel del mar.

3.2 Muestreo de secreción calostrál

El estudio se realizó en 25 vacas de la raza Holstein recién paridas, realizando el muestreo por un período de cinco días donde se tomaron muestras de calostro cada 12 horas, clasificándolas según el número de partos. Dichos animales se registraron con la siguiente información: número de identificación, período lactacional (parto), días de período seco, peso corporal y condición corporal según la escala de Edmonson et al., (1989). En el muestreo de campo se utilizaron cinco vacas por cada parto, haciendo un total de 25 vacas. Estas vacas se ordeñaron de manera manual para tomar la muestra de los cuartos posteriores; la muestra fue aproximadamente de 100 a 200 ml, analizándola a temperatura ambiente para su correcta lectura en el calostrómetro, y seguido se extrajo 100ml de la muestra para la determinación del contenido químico (grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, proteína, lactosa).

3.3. Metodología

Para llevar a cabo esta investigación se realizaron las recolecciones de muestras cada 12 horas, donde primeramente se recolectó la muestra de la vaca recién parida en un envase limpio y seco, seguidamente se dejó enfriar la muestra hasta que llegar a temperaturas entre 22 a 27 grados centígrados, luego se llenó una probeta graduada en la que se introdujo el calostrómetro, determinando así la densidad, se tomó una muestra de calostro en bolsas o envases esterilizados para el análisis químico posterior y se identificó con el número de muestra, número de vaca y cantidad de partos, dichas muestras se refrigeraron por tres días.

Las muestras de calostro de primero y segundo ordeño fueron congeladas e identificadas según la vaca para almacenarlas a -20 grados centígrados en un ultra congelador Digital.

Análisis de Laboratorio

La concentración de inmunoglobulinas del calostro fue determinada con el calostrómetro que es un densímetro especial calibrado para la especie bovina (Fleenor y Stott 1980). Homogenizada y atemperada la muestra se colocó aproximadamente 150 mililitros de calostro en una probeta especial y luego se introdujo el calostrómetro. Pasados 60 segundos se tomó la lectura, esto se realizó antes de congelar la muestra para análisis químico.

El análisis del calostro para composición química se inició con el descongelamiento gradual en baño maría a 37 grados centígrados y luego se

homogenizó la muestra a una temperatura de 34 grados centígrados por dos minutos. De esta muestra se tomó 40 mililitros de calostro para diluirlo con 40 mililitros de agua destilada (Relación 1:1) en un envase estéril; se homogenizó nuevamente por dos minutos y ya estuvo lista para su análisis mediante el MilkoScan (Araúz, 2014).

Los análisis de composición química (sólidos totales, sólidos no grasos, grasa, lactosa y proteína total) fueron realizados con un equipo automático basado en la el espectrofotometría del infrarrojo medio MilkoScan FT120 (FossHillerød. Dinamarca) en Laboratorio de Estrella Azul en Boquerón Chiriquí. El Milko Scan FT 120 es un equipo basado en la espectroscopia de infrarroja, que utiliza la banda de infrarrojo medio entre 10,8 y 2 mm de longitud de onda.

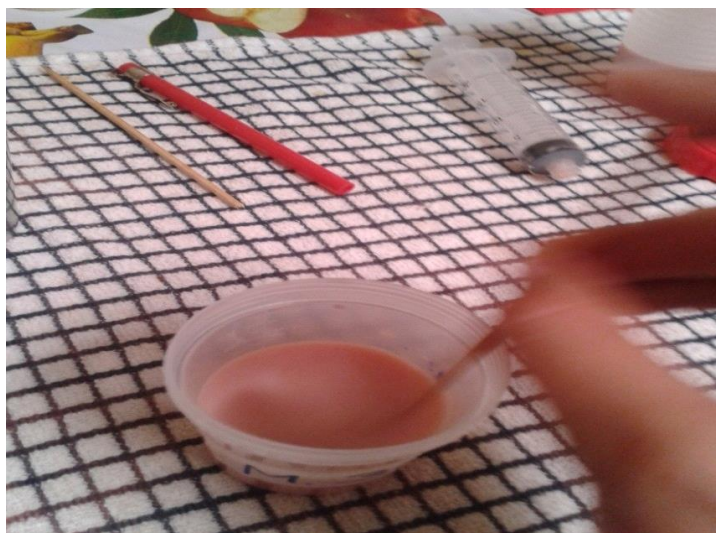
FIGURA 5. Milko scan del laboratorio de Estrella azul-Boquerón.



FIGURA 6. Medición de inmunoglobulinas con el calostrómetro



FIGURA 7. Homogenización de las muestras de calostro ya descongeladas



3.4. PARÁMETROS Y VARIABLES

Contenido de inmunoglobulina total según partos

Miligramos de inmunoglobulinas por mililitro de calostro (mg/ml)

Cambio en el contenido inmunológico según tiempo

Miligramos de inmunoglobulinas por mililitro de calostro (mg/ml)

Contenido químico según partos

Sólidos totales (gramos/100 gramos), grasa (gramos/100 gramos), proteína total (gramos/100 gramos), sólidos no grasos (gramos/100 gramos), lactosa (gramos/100 gramos) y densidad (mg/ml)

Contenido químico según tiempo posparto

Sólidos totales (gramos/100gramos), Grasa (gramos/100gramos), proteína total (gramos/100gramos), lactosa (gramos/100gramos) y densidad (mg/ml).

3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de Split Animal Desing

El número de partos, tiempo posparto y la interacción de estos fueron evaluados según el modelo lineal aditivo descrito como:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + D_j (A_i)_j + B_k + AB_{ik} + e (ijk)$$

Donde:

Y_{ijk} : Observación de la variable dependiente (IgTs, PT, ST, SNG, Grasa, Lactosa)

μ : Media general

A_i = Efecto de los partos (1, 2, 3, 4 y 5 partos)

B_k = Tiempo de muestreo (0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 horas)

D_j =Efecto del animal dentro de cada parto (lactación)

$D_j (A_i)$ = Error parcial correspondiente a los animales dentro de la clasificación por partos

$(AB)_{ik}$ = Interacción partos x periodo de muestreo

$e (ijk)$ = Residuo Experimental

El análisis estadístico se realizó a través del programa Statistical Analysis System (SAS 2009). El nivel de significancia exigido fue de $P < 0.10$. El análisis de varianza se utilizó con énfasis en la suma de cuadrados tipo III y cada parámetro incluyó la consideración del coeficiente de determinación (R^2) Coeficiente de variación (CV) y el valor de Fisher calculado (F del modelo). La significancia mínima aplicada fue al 5% ($P < 0.05$), pero el énfasis estuvo basado en una significada con la confianza igual o superior a 95 por ciento. También se utilizó comparación de medias con la prueba de Tukey (Gill, 1978).

Análisis de correlación y regresión

Para los procedimientos de correlaciones se utilizó la correlación de Pearson para conocer la relación existente entre las variables estudiadas con los partos y ordeños. Además, se utilizaron ecuaciones de regresión para determinar las ecuaciones de predicción de cada variable.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos recopilados en este estudio corresponden a información referente a cada una de las variables analizadas mediante lecturas en el calostrómetro y muestras analizadas en laboratorio mediante el MilkoScan, donde se tomó en consideración el contenido químico y concentración de inmunoglobulinas totales. Se midieron siete variables en las 25 vacas Holstein, donde se clasificaron cinco en cada parto. Las variables de mayor relevancia fueron la proteína y la concentración de inmunoglobulina total, que son las que determinan la calidad del calostro. Esta investigación permitió evaluar la relación de los partos con el número de ordeños.

4.1 Caracterización del contenido químico

4.1.1 Proteína total

El contenido de proteína total (gramos/100 gramos) secretado en los cinco días posparto en las vacas Holstein analizadas mostró que no existe diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en la interacción del número de partos por el número de ordeños. En cuanto a los partos se presentó diferencias ligeramente significativas ($P < 0.10$) con significancia del 90 por ciento. Los ordeños presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) (CUADRO VII). Esto nos demuestra que tanto los partos como los ordeños afectan el nivel de proteína del calostro, siendo más significativo el efecto de los ordeños.

CUADRO VII. Análisis de varianza para la proteína total

| FUENTE VARIACION | DE | GL | SC 111 | TIPO | CM | F.VALOR | PR>F |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------|-----------|----------------|----------------|
| Parto | | 4 | 283.1461 | | 70.7865 | 2.66 | 0.0627 |
| animal(parto) | | 20 | 531.8067 | | 26.5903 | 8.95 | ERROR A |
| Ordeño | | 9 | 5873.3479 | | 652.5942 | 219.57 | <.0001 |
| parto*ordeño | | 36 | 136.0087 | | 3.7780 | 1.27 | 0.1566 |
| Error B | | 180 | 18064.07 | | 100.3559 | | |
| Total corregido | | 249 | 274910.324 | | | | |
| R2 | | CV | PT Media | | | | |
| 0.927304 | | 21.42862 | 8.04532 | | | | |

El promedio general de la proteína calostrál fue de 8.04532 gramos/100 gramos, siendo semejante al promedio encontrado al tercer ordeño. Los promedios citados por (Schmidt y Van Vleck, 1974) y (Kolb, 1974) de 14 gramos/100gramos) se da entre el primer y segundo ordeño. También el promedio de (Samudio y Aguilar, 1982) y (Melgar, 1999) que fueron de 11.15 y 11.16 gramos / 100 gramos respectivamente se asemejan a los promedios encontrados en el segundo ordeño posparto.

En relación con el número de partos se presentaron las siguientes medias: 9.876, 8.432, 7.896, 7.033 y 6.989 gramos / 100 gramos para las vacas de quinto, segundo, cuarto, primero y tercer parto, tal como se muestra en la gráfica 1. Mostrando así un aumento en los primeros dos partos y luego un descenso en el tercero, esto se puede explicar debido a que la concentración de nutrientes se ve influenciada por factores como lo es la producción. Según

(Lazzaro, 2001) las vacas que producen más de ocho litros en el primer ordeño ven comprometida la calidad del calostro.

Esta variable se relaciona directamente con la cantidad de inmunoglobulinas, ya que la mayoría de la proteína está compuesta por globulinas, en este caso las vacas de segundo y quinto parto fueron las que presentaron mayor concentración de Inmunoglobulinas totales y de proteína total.

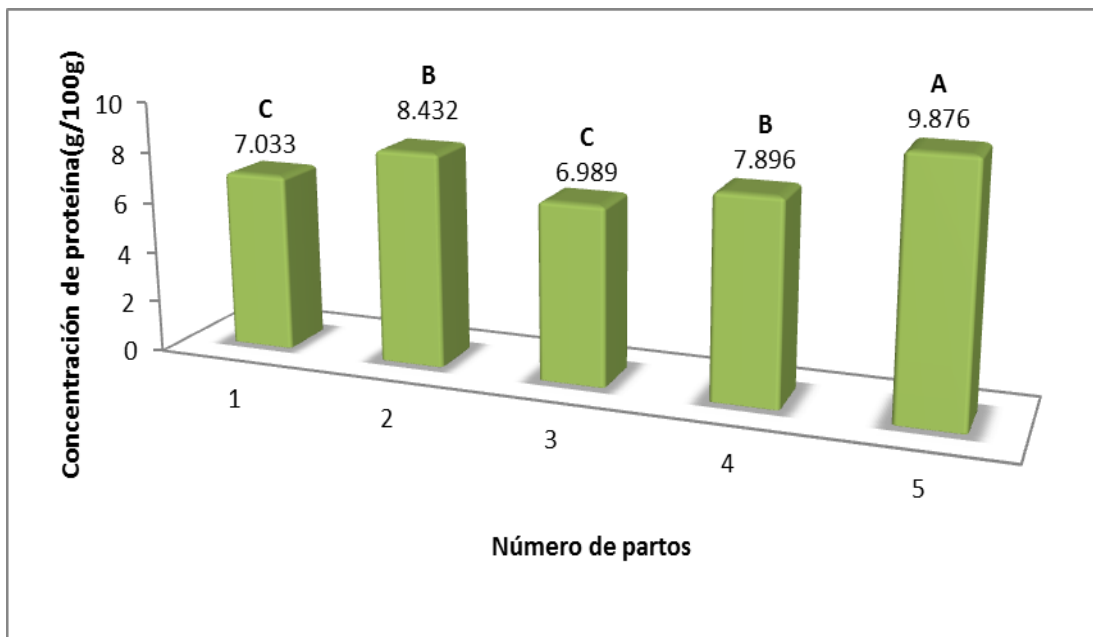
En los 10 diez ordeños realizados la proteína mostró un descenso gradual teniendo como promedios de 20.786, 12.817, 8.527, 6.775, 6.042, 5.736, 5.139, 5.002, 4.926 y 4.701 gramos / 100 gramos en las 25 vacas muestreadas describiéndose en la gráfica 2. El porcentaje de caída de la proteína del primero al segundo ordeño fue 61.7 por ciento y al décimo ordeño fue de 22.6 por ciento. Estos promedios son altos para los encontrados por Foley & Otterby, citado por (Araúz, 2011), donde obtuvo promedios de 14.0, 8.4 y 5.1 para los tres primeros ordeños. Lo obtenido en este trabajo son promedios buenos respecto a los que se consideran normales o recomendados. Además, 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, 2007). El décimo ordeño no se asemeja a la leche normal que está entre mostrando que existe buena calidad proteica en esta secreción calostrada.

En la gráfica 3 se muestra la relación de la proteína total según el parto y los ordeños, donde las vacas de quinto parto son las que presentaron mayor contenido de proteína en todos los ordeños. Tal como lo señalan (Wattiaux, 2002), (Rydell, 2003) donde manifiestan que las vacas adultas presentan mayor concentración de nutrientes. Pero contrario a lo que señala (Fortín y Perdomo, 2009) que afirman que las vacas de tercer parto son las que presentan mejor contenido químico e inmunológico.

En cuanto a las correlaciones, la proteína total presenta correlación positiva (0.8493, 0.9886 y 0.9102) y altamente significativa ($p < 0.001$) con los sólidos totales, sólidos no grasos y las inmunoglobulinas (CUADRO XXII), demostrando así que a medida que aumente la proteína también aumentarán estas variables. La proteína presenta relación con las inmunoglobulinas por el hecho de que las globulinas forman parte de las proteínas. Sin embargo, ejerce una correlación negativa (-0.9209) y significativa con la lactosa, lo cual indica que a medida que aumente la proteína disminuirá la lactosa.

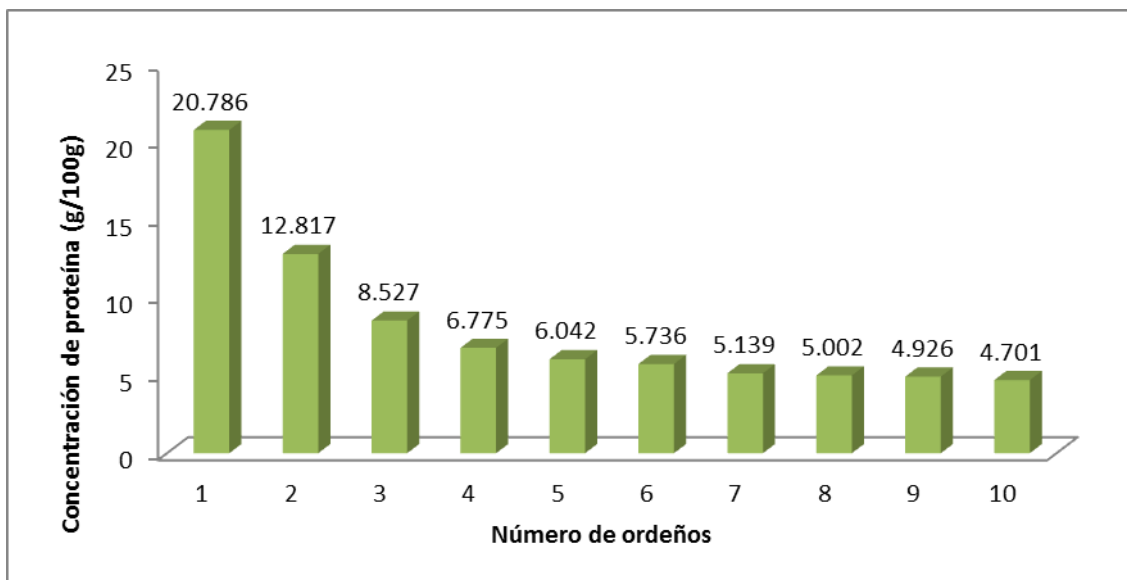
Para las ecuaciones de regresión se obtuvieron coeficientes de correlación altos (mayores al 0.73) y coeficientes de variación bajos (menores al 39.45%) con una probabilidad de ($p < 0.01$), datos que nos indican la precisión de los datos obtenidos. Se presentaron ecuaciones de regresión de tercer y cuarto grado (CUADRO VIII). Dichas ecuaciones nos permiten tener una mejor predicción demostrando así un comportamiento irregular.

GRAFICA 1. Valores promedios para la concentración de proteína total según la cantidad de partos.



*Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

GRÁFICA 2. Concentración promedio de la proteína total según el número de ordeños.



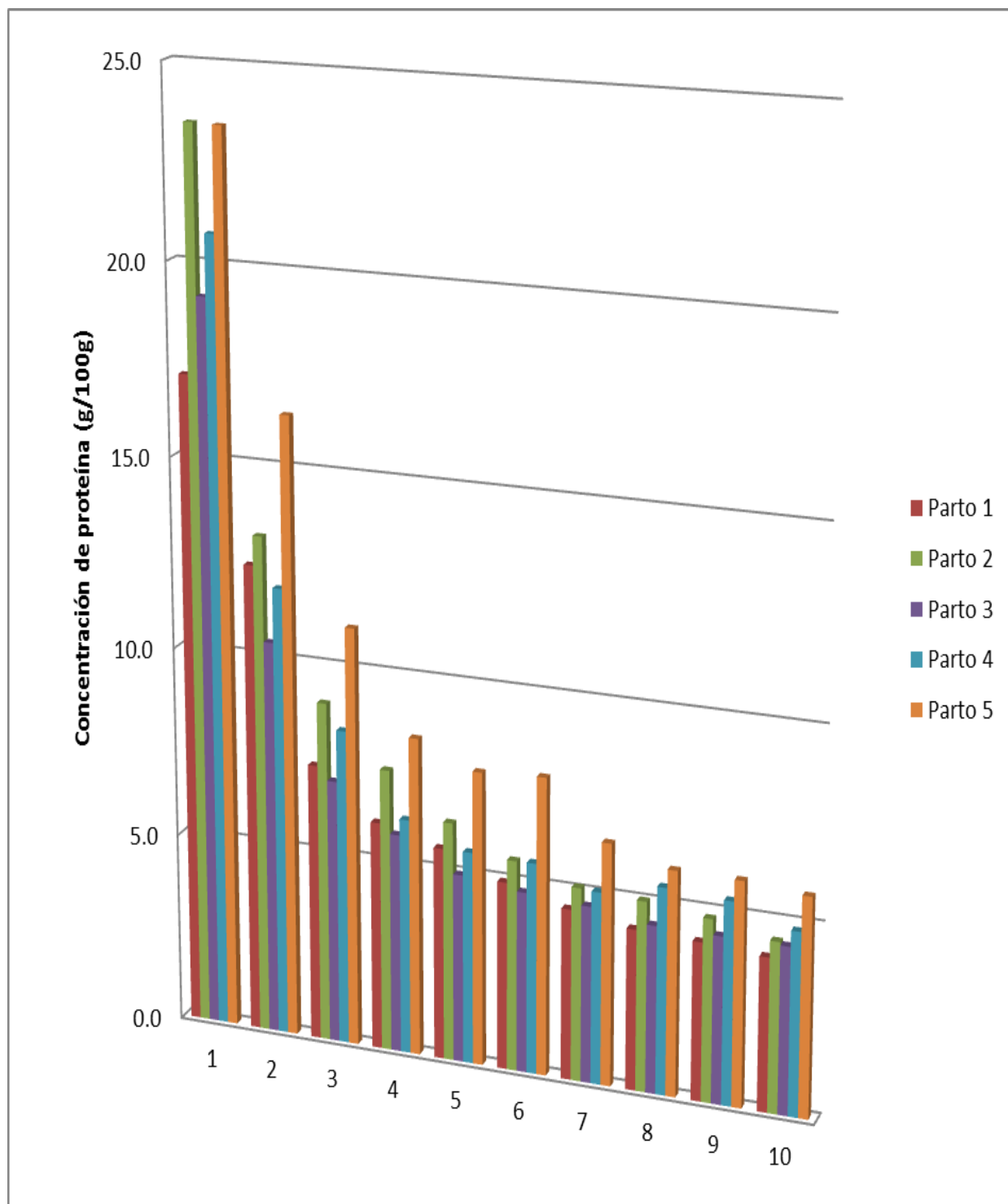
**CUADRO VIII. Ecuaciones de regresión para la concentración
De proteína total.**

| Parto | Ecuación de regresión | R² | Coefficiente de variación | Pr < F |
|--------------|------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | $Y=24.30-8.31X+1.15X^2-0.05X^3$ | 0.86 | 24.10 | 0.0003 |
| 2 | $Y=39.46-20.51X+4.72X^2-0.48X^3+0.02X^4$ | 0.92 | 19.85 | 0.0039 |
| 3 | $Y=27.59-10.91X+1.65X^2-0.08X^3$ | 0.73 | 39.45 | 0.0008 |
| 4 | $Y=34.22-17.05X+3.71X^2-0.35X^3+0.01X^4$ | 0.95 | 13.34 | 0.0020 |
| 5 | $Y=32.63-10.87X+1.51X^2-0.07X^3$ | 0.75 | 32.38 | 0.0099 |

Y= Concentración de proteína (gramos/100gramos)

X= ordeños (2 diarios aproximadamente cada 12 horas)

GRÁFICA 3. Relación de la concentración de proteína total con la cantidad de partos y número de ordeños.



4.1.2 Grasa total

El contenido de grasa total (gramos / 100 gramos) secretado en las vacas de la raza Holstein analizadas, mostró que no existe diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en la interacción del número de partos por el número de ordeños (CUADRO IX), pero sí existen diferencias significativas en los partos ($p < 0.05$) y altamente significativas en relación con los ordeños ($p < 0.001$). Demostrándose así que los ordeños son los que ejercen mayor alterabilidad en el contenido de grasa en la secreción calostrada.

La variable grasa total fue la que presentó mayor variabilidad en el estudio, logrando una media general de 3.159 gramos/100 gramos, aproximándose a los datos encontrados por (Schmidt, 1971) donde la grasa en el calostro era mayor al tres por ciento.

CUADRO IX. Análisis de varianza para la grasa total.

| | | | | | |
|------------------------|-----------|--------------------|------------|----------------|------------------|
| Fuente | GL | SC | CM | F.Valor | Pr > F |
| parto | 4 | 63.4221456 | 15.8555364 | 3.55 | 0.0241 |
| Animal(parto) | 20 | 89.367112 | 4.4683556 | 3.11 | ERROR A |
| ordeño | 9 | 84.0572976 | 9.33969973 | 6.5 | <.0001 |
| parto*ordeño | 36 | 57.9162944 | 1.60878596 | 1.12 | 0.3091 |
| Error B | 180 | 258.686448 | 1.4371469 | | |
| Total corregido | 249 | 553.4492976 | | | |
| R cuadrado | CV | Media Grasa | | | |
| 0.532592 | 37.944 | 3.15936 | | | |

El valor mínimo presentado en este estudio fue de 1.86 y el máximo de 4.90 gramos / 100 gramos. Este es uno de los componentes más variables en el calostro debido a factores como la raza, edad, alimentación y la salud del animal, (Keating y Rodríguez, 1986).

En relación con el número de partos se presentaron los siguientes promedios: 4.02gramos / 100 gramos para las vacas de tercer parto, que fue el promedio mas alto; de allí 3.37, 3.04, 2.68 y 2.67 para las vacas de segundo, cuarto, quinto parto respectivamente, tal como se muestra en la gráfica 4. Haciendo mención a lo señalado por (Schmidt y Van Vleck, 1974), donde se refiere a que las vacas con mayor edad tienen un descenso en el porcentaje de grasa. Las vacas de segundo y tercer parto presentaron promedios significativos entre sí.

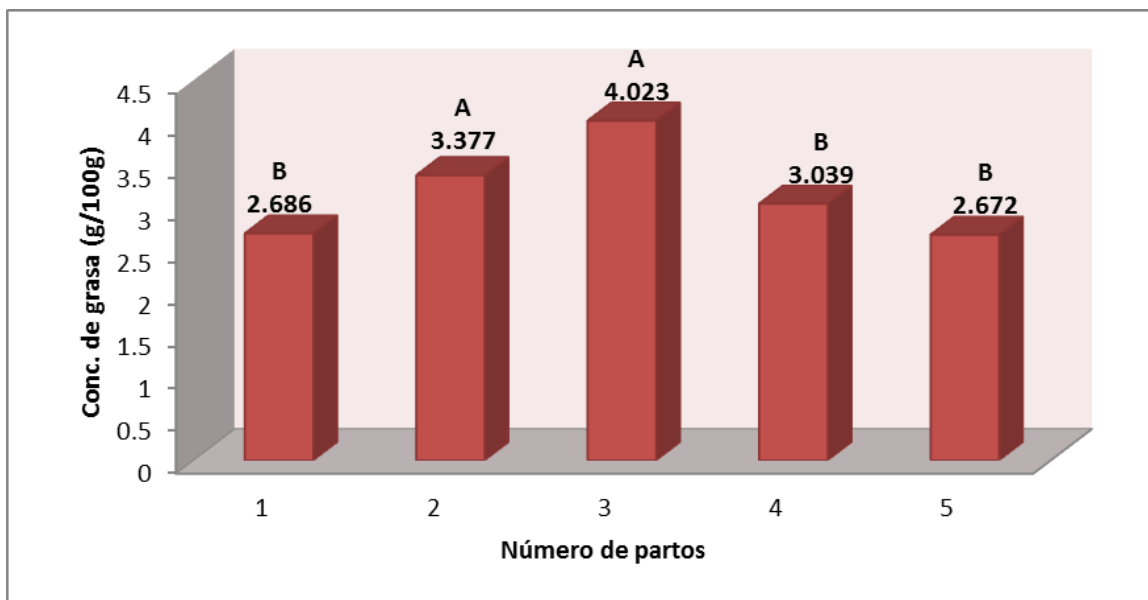
Hubo gran variabilidad de acuerdo a los ordeños teniendo niveles más bajos en el tercer y cuarto ordeño (Gráfica 5). El porcentaje de caída de la grasa al segundo ordeño fue de 37.4 por ciento y a partir del quinto ordeño mostró gran estabilidad. En este caso el contenido de grasa según los ordeños estuvo bajo para lo encontrado por Foley y Otterby citado por (Araúz, 2011) y (Schmidt y Van Vleck, 1974), donde en el primer ordeño obtuvieron un promedio de 6.7 por ciento.

En la gráfica 6 se muestra la relación de la grasa total según el parto y los ordeños, donde las vacas de segundo parto son las que presentaron mayor contenido de grasa en los primeros dos ordeños, a partir del tercer ordeño las vacas de tercer parto son las que presentan mayor contenido de grasa. Además,

se percibe la alta variabilidad, esto lo manifiesta (Concepción, 2012), que señala que es el componente con más posibilidades de modificarse mayormente por la alimentación.

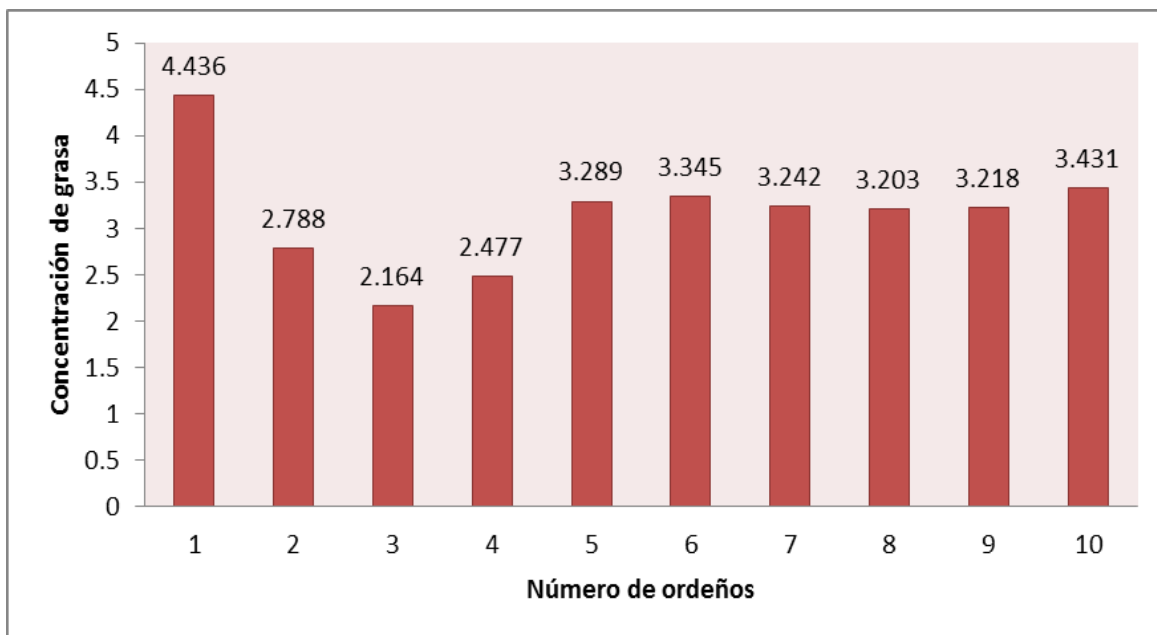
Correlacionando esta variable con las demás variables estudiadas no presenta relación con ninguna, tal como se muestra en el CUADRO XXII. Esto ocurre debido a que la grasa es un componente muy variable y sus niveles dependen de muchos factores tales como la raza, la alimentación y el manejo pre-parto, (Schmidt, 1971). Para el análisis de regresión se presentaron coeficientes de correlación en un rango de 0.13 a 0.33 y coeficientes de variación altos, esto indica la gran variabilidad que existe (CUADRO X). Estas ecuaciones reflejan un comportamiento variable, el cual no es predecible debido a múltiples factores que afectan el contenido graso de la secreción calostrual.

GRÁFICA 4. Valores promedios para la concentración de grasa total según la cantidad de partos.



*Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

GRÁFICA 5. Concentración promedio de grasa total según el número de ordeños.



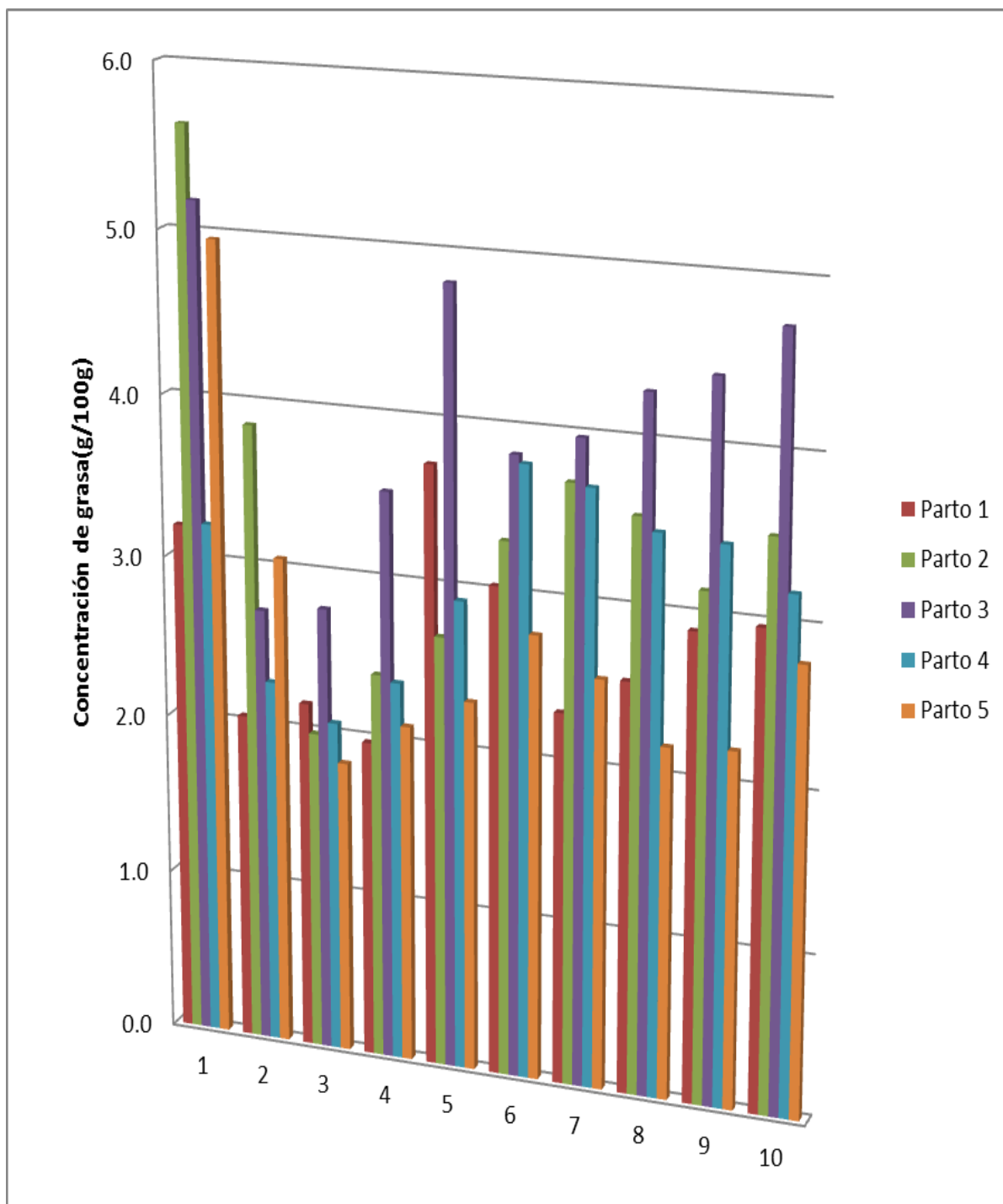
CUADRO X. Ecuaciones de regresión para la concentración de grasa total

| Parto | Ecuación de regresión | R ² | Coefficiente de variación | Pr < F |
|-------|----------------------------------------|----------------|---------------------------|--------|
| 1 | $Y=6.11-4.23X+1.45X^2-0.18X^3+0.01X^4$ | 0.13 | 37.52 | 0.0234 |
| 2 | $Y=8.55-3.63X+0.66X^2-0.04X^3$ | 0.25 | 45.94 | 0.0070 |
| 3 | $Y=9.91-6.85X+2.22X^2-0.27X^3+0.01X^4$ | 0.16 | 40.29 | 0.0045 |
| 4 | $Y=4.28-1.58X+0.37X^2-0.02X^3$ | 0.22 | 33.82 | 0.0083 |
| 5 | $Y=6.82-2.56X+0.43X^2-0.02X^3$ | 0.33 | 41.36 | 0.0189 |

Y= Concentración de grasa (gramos/100gramos)

X= ordeños (dos diarios aproximadamente cada 12 horas)

GRÁFICA 6. Relación la concentración de grasa total con la cantidad de partos y número de ordeños.



4.1.3 Sólidos totales

El contenido de sólidos totales secretado en vacas de la raza Holstein analizadas, mostró que no existe diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) entre el número de partos (CUADRO XI), demostrando así que los partos no afectan los niveles de sólidos totales en el contenido calostrado estudiado, pero sí hay diferencias en la interacción parto por ordeño ($p<0.05$) y en los ordeños ($p<0.001$).

CUADRO XI. Análisis de varianza para la concentración de sólidos totales.

| Fuente de variación | de | GL | SC TIPO 111 | CM | F. Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-----------|-----------------|------------|----------|---------|
| parto | | 4 | 163.4118504 | 40.8529626 | 1.55 | 0.2255 |
| Animal(parto) | | 20 | 526.314528 | 26.315726 | 4.87 | ERROR A |
| ordeño | | 9 | 6875.315504 | 763.923945 | 141.37 | <.0001 |
| parto*ordeño | | 36 | 332.303814 | 9.230661 | 1.71 | 0.0123 |
| Error B | | 180 | 972.665552 | 5.403698 | | |
| Total Corregido | | 249 | 8870.011248 | | | |
| R cuadrado | | CV | Media ST | | | |
| 0.890342 | | 14.43401 | 16.10492 | | | |

La media general para sólidos totales fue de 16.105 gramos / 100 gramos, encontrándose baja para los promedios dados por (Keating y Rodríguez, 1986) que es de 25 por ciento, (Schmidt y Van Vleck, 1974) con 23.9 por ciento y los rangos dados por (Schmidt, 1971) que van 18.6 a 22.4 por ciento. El valor mínimo encontrado fue de 13.17 y el máximo de 22.03 gramos/100 gramos. El valor promedio obtenido se da en entre el segundo y tercer ordeño, demostrando así que los dos primeros ordeños presentan altas concentraciones que permitirán brindarle buena nutrición al recién nacido.

Según el número de partos, la mayor concentración de sólidos totales se presentó en vacas de quinto y segundo parto (Gráfica 7), con una media de 17.12 y 16.74 por ciento respectivamente. Dichos resultados difieren de los de varios autores como (Melgar, 1999), (Fortín y Perdomo, 2009) que señalan que las vacas de tercer partos son las que presentan altos niveles en todos los componentes del calostro. Esto puede ocurrir porque en nuestro medio tropical la vacas alcanzan mejores niveles entre más lactancia presenten, estabilizándose a partir de la quinta lactancia (Araúz, 2011). Esta variable también presentó un comportamiento no predecible ya que presenta inconsistencia a medida que aumentan los partos.

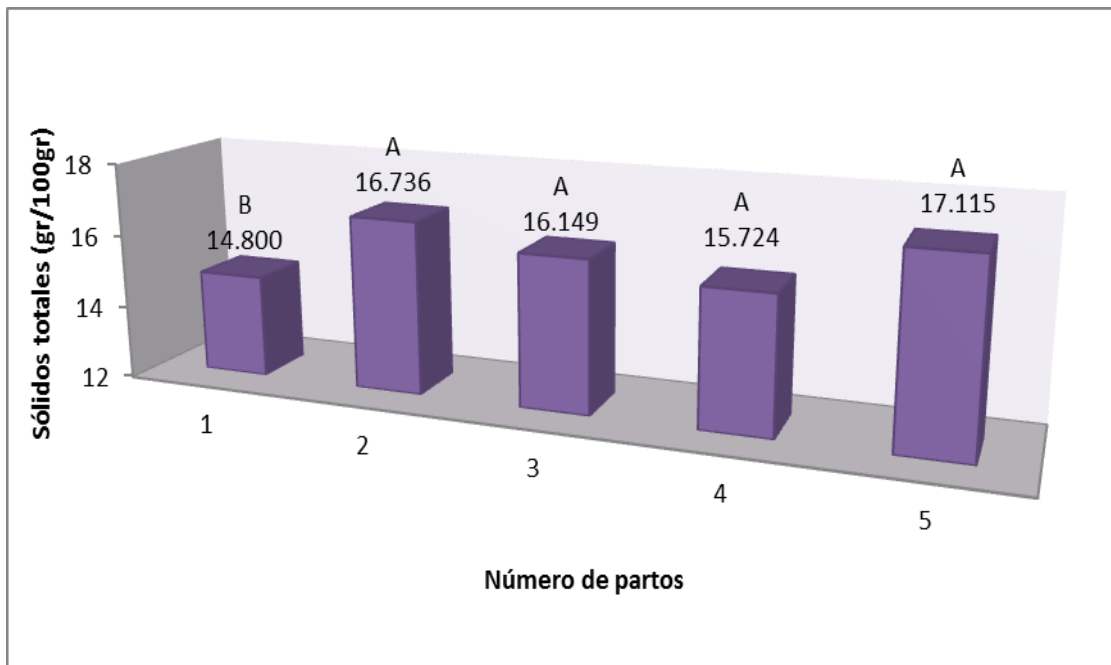
En cuanto a los ordeños se presentaron medias de 30.45 y 20.61 por ciento en los primeros ordeños (Gráfica 8), siendo promedios aceptables para el calostro. Se dio una caída del 50 por ciento al tercer ordeño, hecho que nos reitera la necesidad de suministrar calostro del primer ordeño en recién nacidos. Al décimo ordeño hubo una caída de 57 por ciento en comparación al primer

ordeño y también se presenta el contenido de sólidos totales similar a la leche normal. En la gráfica 9 se muestra la relación de los sólidos totales según el parto y los ordeños y resultó ser altamente significativa ($p < 0.05$) en la interacción. Se puede apreciar que las vacas de quinto y segundo parto son las que presentan mayor concentración de sólidos totales al primer ordeño y se mantienen hasta el sexto ordeño, pero al décimo ordeño son las de tercer parto que presentan promedios aproximadamente de 14 gramos / 100 gramos en la concentración de sólidos totales. De igual manera se presenta un descenso gradual en todos los partos a medida que aumentan los ordeños.

Los sólidos totales están relacionados con la proteína y los sólidos no grasos (0.8493 y 0.8733) y con la inmunoglobulina total (0.708) CUADRO XXII. Esta relación con la inmunoglobulina lo afirma (Castle y Walkins, 1988) citado por (Melgar, 1999) donde señala que la alta concentración de sólidos totales aumenta la presión osmótica favoreciendo la absorción de inmunoglobulinas. En cambio con la lactosa es significativa ($p < 0.005$) pero negativa (-0.7116). Es decir, que la lactosa disminuye al aumentar los demás nutrientes, en este caso los sólidos totales.

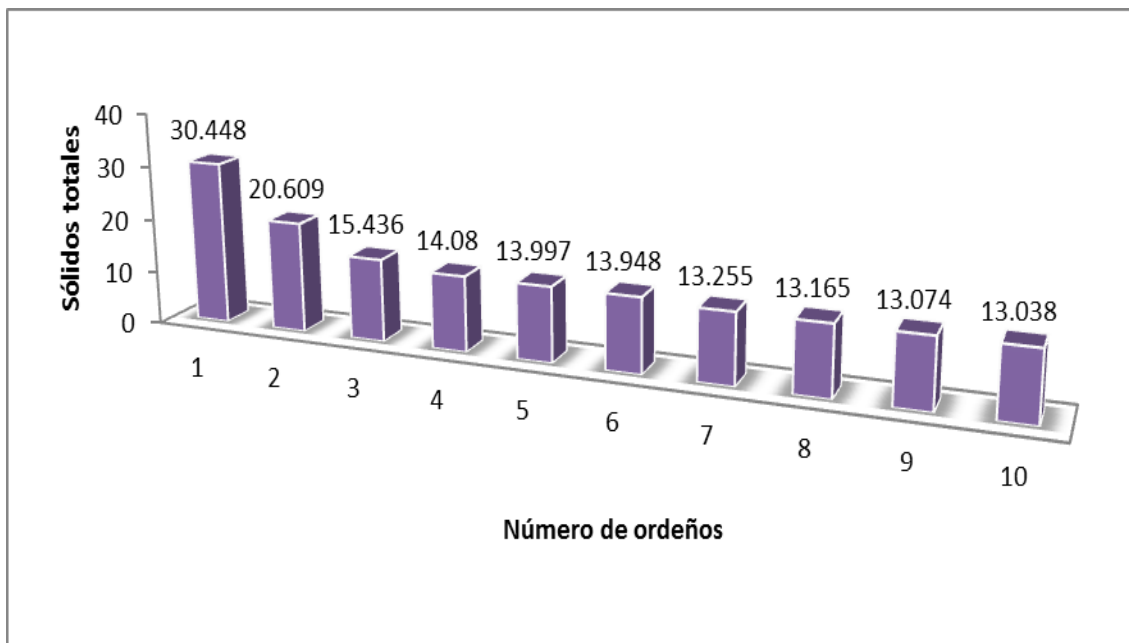
Para el análisis de regresión se presentaron coeficientes de correlación altos (entre 0.64 y 0.93) y coeficientes de variación bajos (entre 8.46 y 22.7), esto indica la precisión de las ecuaciones encontradas tal como se muestran en el CUADRO XII.

GRÁFICA 7. Valores promedios para la concentración de sólidos totales según la cantidad de partos.



*Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

GRÁFICA 8. Concentración promedio de sólidos totales según el número de ordeños.



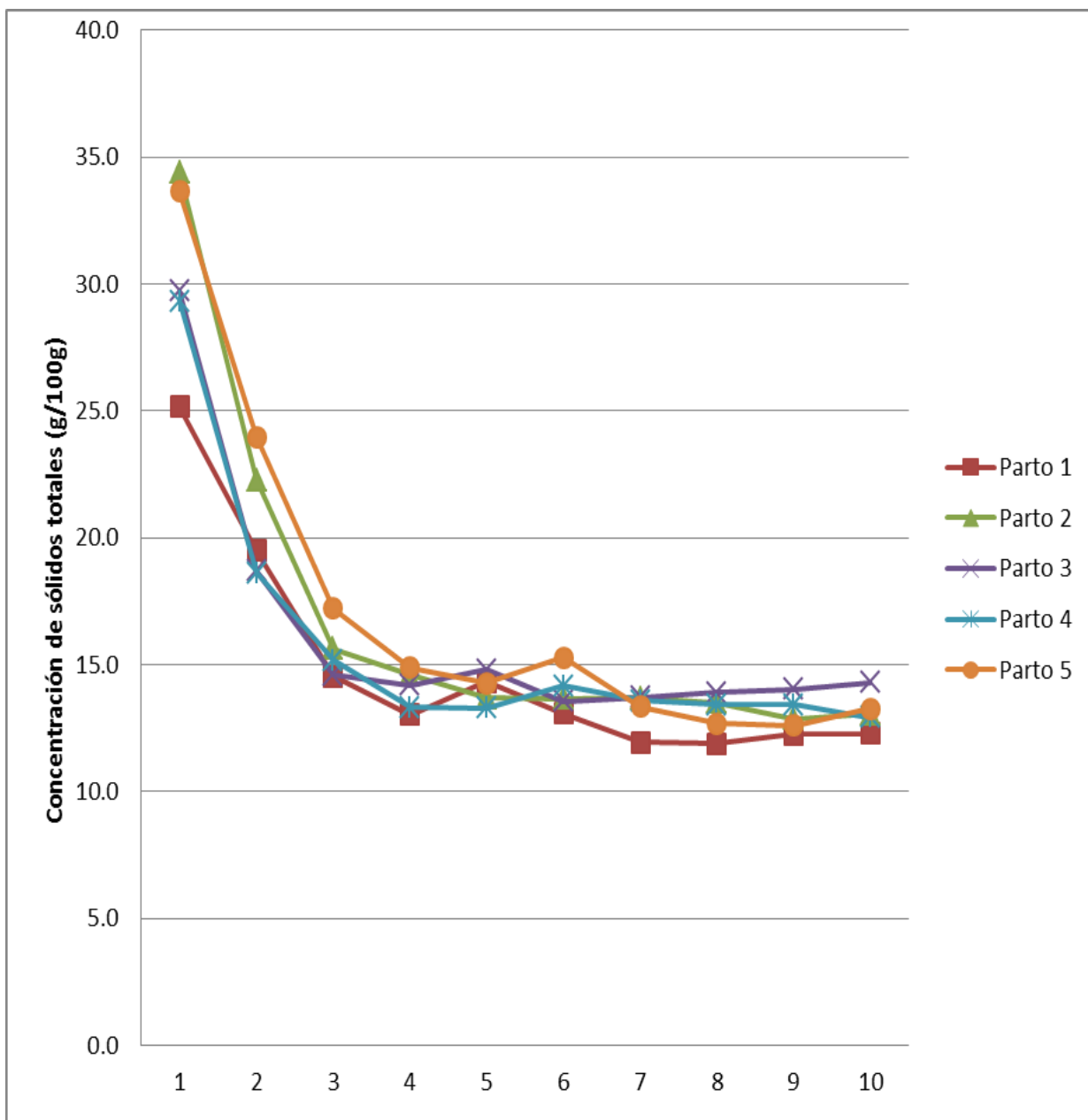
CUADRO XII. Ecuaciones de regresión para la concentración de sólidos totales.

| Par to | Ecuación de regresión | R² | Coefficiente de variación | Pr< F |
|---------------|------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | $Y=32.33-8.73X+1.25X^2-0.06X^3$ | 0.78 | 14.58 | 0.0017 |
| 2 | $Y=55.91-27.33X+6.43X^2-0.65X^3+0.02X^4$ | 0.90 | 12.94 | 0.003 |
| 3 | $Y=39.54-13.21X+2.08X^2-0.10X^3$ | 0.64 | 22.02 | 0.0008 |
| 4 | $Y=47.08-23.01X+5.60X^2-0.57X^3+0.02X^4$ | 0.93 | 8.46 | 0.0001 |
| 5 | $Y=49.27-14.25X+2.07X^2-0.09X^3$ | 0.77 | 20.73 | 0.0013 |

Y= Concentración de sólidos totales (gramos/100gramos)

X= ordeños (dos diarios aproximadamente cada 12 horas)

GRAFICA 9. Relación de la concentración de sólidos totales con la cantidad de partos y número de ordeños.



4.1.4 Sólidos no grasos

El contenido de sólidos no grasos (gramos / 100 secretado en las vacas de la raza Holstein analizadas, mostró que existen diferencias ligeramente significativas ($P < 0.10$) en la interacción del número de partos por el número de ordeños. En cuanto a los partos se presentaron diferencias significativas ($P < 0.10$) con significancia del 90 por ciento, lo que demuestra que sí hubo variación según la cantidad de partos pero mayor por el número de ordeños. (CUADRO XIII). Los ordeños presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) confirmando esto que el mayor efecto en cuanto a la concentración de sólidos no grasos está ligado al número de ordeños no así a los partos ni a la interacción de ambos. El promedio general de sólidos no grasos fue de 12.613 gramos/100 gramos, el cual es bajo para los promedios de (Davis y Drackley, 1998) citado por (Elizondo, 2007), siendo 16.7 gramos/100gramos.

CUADRO XIII. Análisis de varianza para la concentración de sólidos no grasos.

| Fuente de variación | de | GL | SC TIPO III | CM | F.Valor | Pr > F |
|---------------------|----|-----------|------------------|------------|---------|---------|
| parto | | 4 | 175.779204 | 43.944801 | 2.52 | 0.0731 |
| Animal(parto) | | 20 | 348.186696 | 17.409335 | 6.04 | ERROR A |
| ordeño | | 9 | 5416.924706 | 601.880523 | 208.78 | <.0001 |
| parto*ordeño | | 36 | 146.46162 | 4.068378 | 1.41 | 0.0752 |
| Error B | | 180 | 518.900184 | 2.882779 | | |
| Total corregido | | 249 | 6606.25241 | | | |
| R cuadrado | | CV | SNG Media | | | |
| 0.921453 | | 13.46088 | 12.6134 | | | |

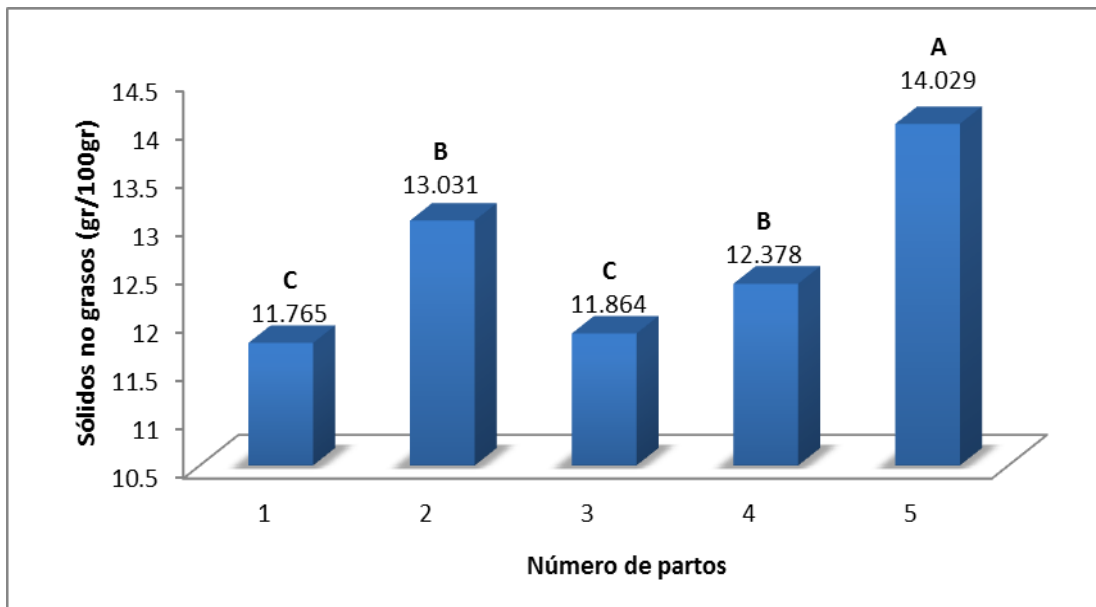
En relación con el número de partos se presentaron las siguientes medias: 14.03, 13.03, 12.37 para las de quinto, segundo y cuarto parto respectivamente; tal como se muestra en la Gráfica 10. Se presenta un comportamiento similar al obtenido con la proteína total donde se da un ascenso leve al segundo parto, luego una caída al tercero y de allí un aumento exponencial hasta el quinto parto. Según (Schmidt y Van Vleck, 1974) los cambios ocurridos en los sólidos no grasos guardan cierta relación con lo que le ocurra a la proteína. En cuanto a los promedios obtenidos por ordeños realizados, los sólidos no grasos mostraron un descenso gradual teniendo como promedios 24.93, 17.11, 12.97 por ciento en los tres primeros ordeños (Grafica 11). Dichos resultados son mayores a los obtenidos por (Davis y Drackley, 1998) citado por (Elizondo, 2007) donde los promedios para los tres primeros ordeños fueron de 16.7, 12.2 y 9.8 por ciento respectivamente. El promedio general obtenido se encuentra entre el tercer y cuarto ordeño. Estos resultados nos permiten concluir que la concentración de sólidos no grasos en la secreción calostrual estudiada se encuentra en los rangos óptimos, brindando gran cantidad de nutrientes al recién nacido. El contenido de sólidos no grasos en la leche es de 8.6 gramos / 100 gramos según (Elizondo, 2007), hecho que muestra que aun al décimo ordeño la leche de transición no se convertido en leche normal, pudiendo así brindar al ternero nutrientes esenciales por mas días. El porcentaje de caída al segundo ordeño fue de 31.3 por ciento, siendo buena ya que no se presenta una caída drástica de dicho componente químico.

En la Grafica 12 se presenta la interacción ligeramente significativa ($p < 0.10$) de los partos con el numero de ordeños donde las vacas de quinto se mantienen con la mayor concentración de sólidos no grasos en el descenso a través de los ordeños.

Se determinó correlación positiva (0.98 y 0.87) y altamente significativa ($p < 0.0001$) con la proteína y los sólidos totales, es decir, a medida que aumenten los sólidos no grasos también aumentará la proteína y sólidos totales. Pero existe correlación negativa (-0.85) con la lactosa donde esta va a disminuir a medida que aumenten los sólidos no grasos.

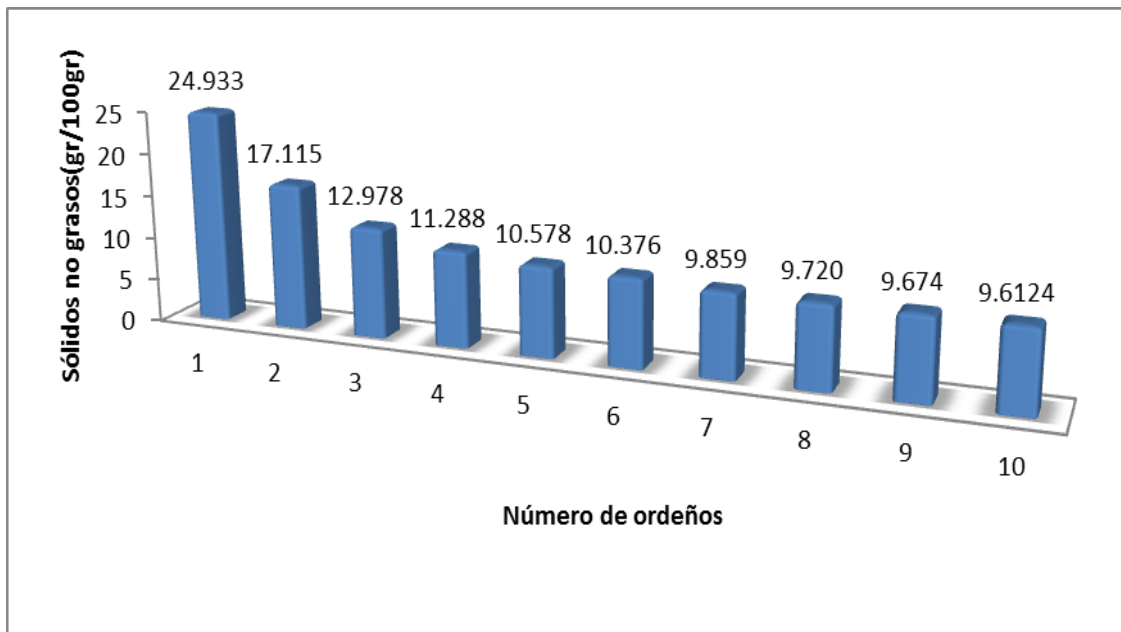
En cuanto a las regresiones se mostraron coeficientes de correlación altos, además de coeficientes de variación bajos lo cual nos demuestra la precisión del modelo y de las ecuaciones (CUADRO IX).

GRÁFICA 10. Valores promedio para la concentración de sólidos no grasos según la cantidad de partos.



*Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

GRÁFICA 11. Concentración promedio de sólidos no grasos según el número de ordeños.



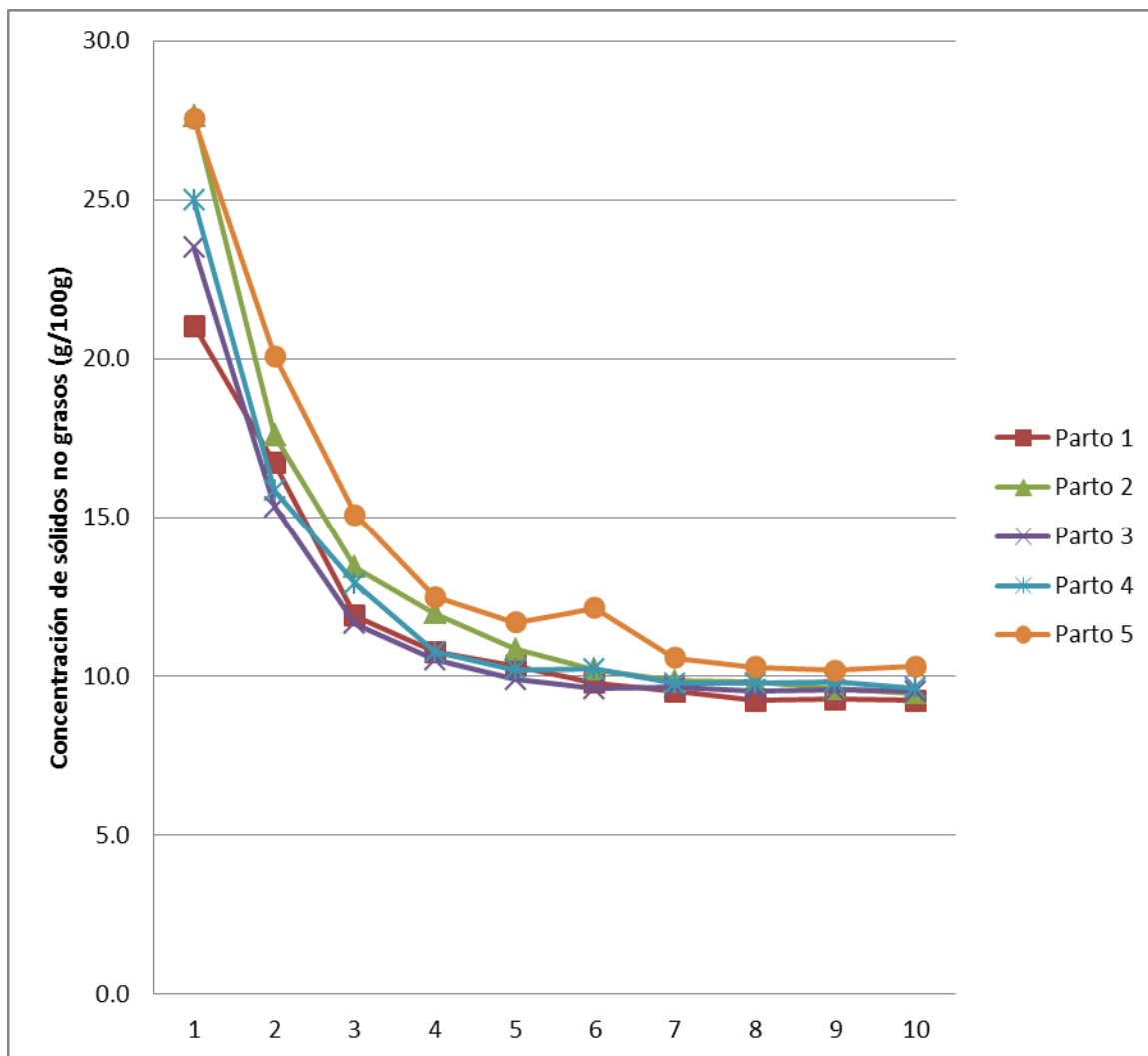
CUADRO XIV. Ecuaciones de regresión para la concentración de los sólidos no grasos.

| Parto | Ecuación de regresión | R² | Coficiente de variación | Pr < F |
|--------------|------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------|
| 1 | $Y=27.82-7.79x+1.08x^2-0.05x^3$ | 0.81 | 15.62 | 0.0017 |
| 2 | $Y=43.30-20.08x+4.61x^2-0.47x^3+0.02x^4$ | 0.93 | 11.48 | 0.0019 |
| 3 | $Y=31.92-10.71X+1.62X^2-0.08X^3$ | 0.76 | 20.39 | 0.0002 |
| 4 | $Y=38.89-17.84X+4.09X^2-0.41X^3+0.01X^4$ | 0.95 | 8.29 | 0.0001 |
| 5 | $Y=36.68-10.97X+1.53X^2-0.07X^3$ | 0.80 | 19.69 | 0.0027 |

Y= Concentración de solidos no grasos (gramos/100gramos)

X= ordeños (dos diarios aproximadamente cada 12 horas)

GRAFICA 12. Relación de la concentración de sólidos no grasos con la cantidad de partos y número de ordeños.



4.1.5 Lactosa

El contenido de lactosa secretado en los cinco días posparto en las 25 vacas de la raza Holstein analizadas, mostró que no existe diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) en la interacción entre el número de partos por el número de ordeños. En cuanto a los partos no se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) lo que indica que no hubo influencia en la cantidad de partos con el contenido de lactosa. (Melgar, 1999) también encontró que los partos no ejercen efecto alguno sobre la concentración de lactosa en el calostro. Los ordeños si presentaron diferencias altamente significativas ($P<0.001$). Indicando que la lactosa se ve mayormente afectada por el número de ordeños.

CUADRO XV. Análisis de varianza para la concentración de lactosa

| FUENTE | GL | SC | CM | F.VALOR | Pr > F |
|------------------------|-----------|----------------------|-----------|---------|---------|
| parto | 4 | 22.3050376 | 5.5762594 | 2.12 | 0.1166 |
| Animal(parto) | 20 | 52.710516 | 2.6355258 | 14.55 | ERROR A |
| ordeño | 9 | 128.7244976 | 14.302722 | 78.95 | <.0001 |
| parto*ordeño | 36 | 5.8961784 | 0.1637827 | 0.9 | 0.6283 |
| Error B | 180 | 32.608204 | 0.1811567 | | |
| Total corregido | 249 | 242.2444336 | | | |
| R cuadrado | CV | Media Lactosa | | | |
| 0.865391 | 12.45304 | 3.41784 | | | |

El promedio general de la lactosa fue de 3.42 gramos / 100 gramos, estando algo cercano a lo presentado por (Foley & Otterby, 1978) citado por (Araúz, 2011) que manifiesta que el promedio de lactosa en el calostro es de 2.7 por ciento y similar también a lo encontrado por (Araúz, 2011) en vacas cruzadas donde obtuvo 2.68 por ciento como promedio general.

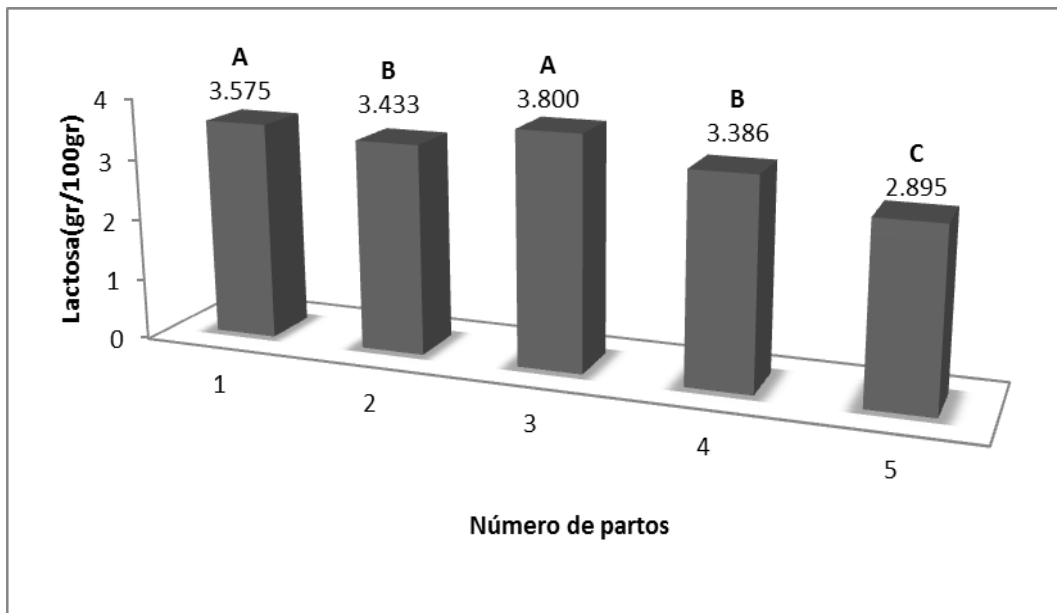
En relación con el número de partos se presentaron las siguientes medias: 3.80, 3.57, 3.43 para las vacas de tercero, primero y de segundo parto respectivamente, tal como se muestra en la gráfica 13. Mostrando resultados inversos a los presentados para las otras variables, donde las vacas de tercer parto presentaban menores concentraciones de proteína, sólidos totales y sólidos no grasos, sin embargo, dichos resultados presentan cierta estabilidad a través de los partos. En este caso la vacas de quinto parto son las que tienen el promedio menor siendo de 2.89 gramos / 100 gramos. Esto se explica con los mismos resultados obtenidos en este estudio en cuanto a las correlaciones donde a mayor contenido de proteína, sólidos totales y otros componentes, menor será el contenido de lactosa en el calostro. En los diez ordeños realizados la lactosa mostró un ascenso gradual teniendo como mínimo 1.36 gramos / 100 gramos hasta niveles máximos de 4.34 en general. El porcentaje de ascenso fue de 37.06 al segundo ordeño y de 60.15 por ciento al décimo ordeño. En la gráfica 14 se muestran promedios obtenidos en los diez ordeños donde se aprecia su leve ascenso a través del tiempo transcurrido. Estos niveles mínimos de lactosa en el primer ordeño ayudan a evitar diarreas en los recién nacidos, (Bellarini, 1993) y (Elizondo, 2007).

En la Gráfica 15 se muestra la interacción de la lactosa de acuerdo a los partos y a los números de ordeños. Las vacas de tercer y primer parto son las que presentan mayor contenido de lactosa en la mayoría de los ordeños. Esto nos demuestra la correlación significativa y negativa que existe entre la lactosa y el resto del contenido químico del calostro, ya que estas vacas fueron las que presentaron niveles más bajos de proteína, sólidos totales y sólidos no grasos.

Esta variable presenta correlaciones altamente significativas ($p < 0.001$) pero negativas con la proteína total, los sólidos totales y sólidos no grasos. Nos demuestra que es la única variable que disminuye al existir altos niveles de los demás componentes del calostro Cuadro XXII. Esto se debe al efecto que ejercen las hormonas durante la gestación; es en esta etapa donde los niveles de progesterona inhiben la síntesis de lactosa y prolactina, por ende de α -lacto albúmina. Al darse el parto los niveles de progesterona disminuyen, aumenta el estrógeno y la prolactina, dándose así la síntesis de lactosa.

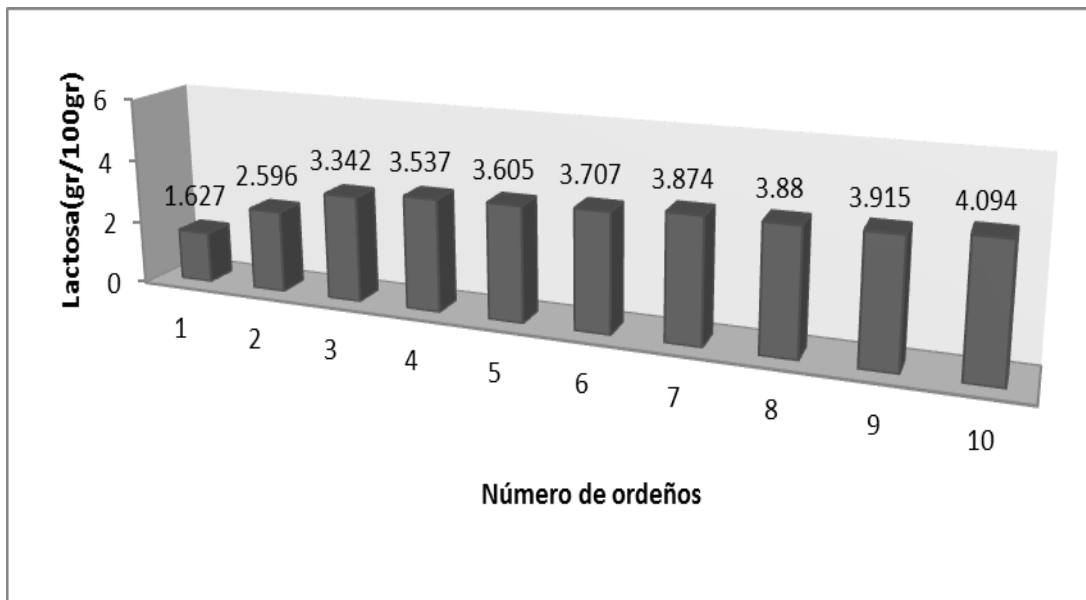
En cuanto a las ecuaciones de regresión se mostró que se dan coeficientes de correlación bajos para las vacas de quinto parto, sin embargo, para el resto de los partos se presentan coeficientes de correlación mayores al 0.50 y coeficientes de variación bajos demostrando así el ajuste de los datos y la precisión de los mismos.

GRÁFICA 13. Valores promedio para la concentración de lactosa según la cantidad de partos.



*Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

GRÁFICA 14. Concentración promedio de lactosa según el número de ordeños.



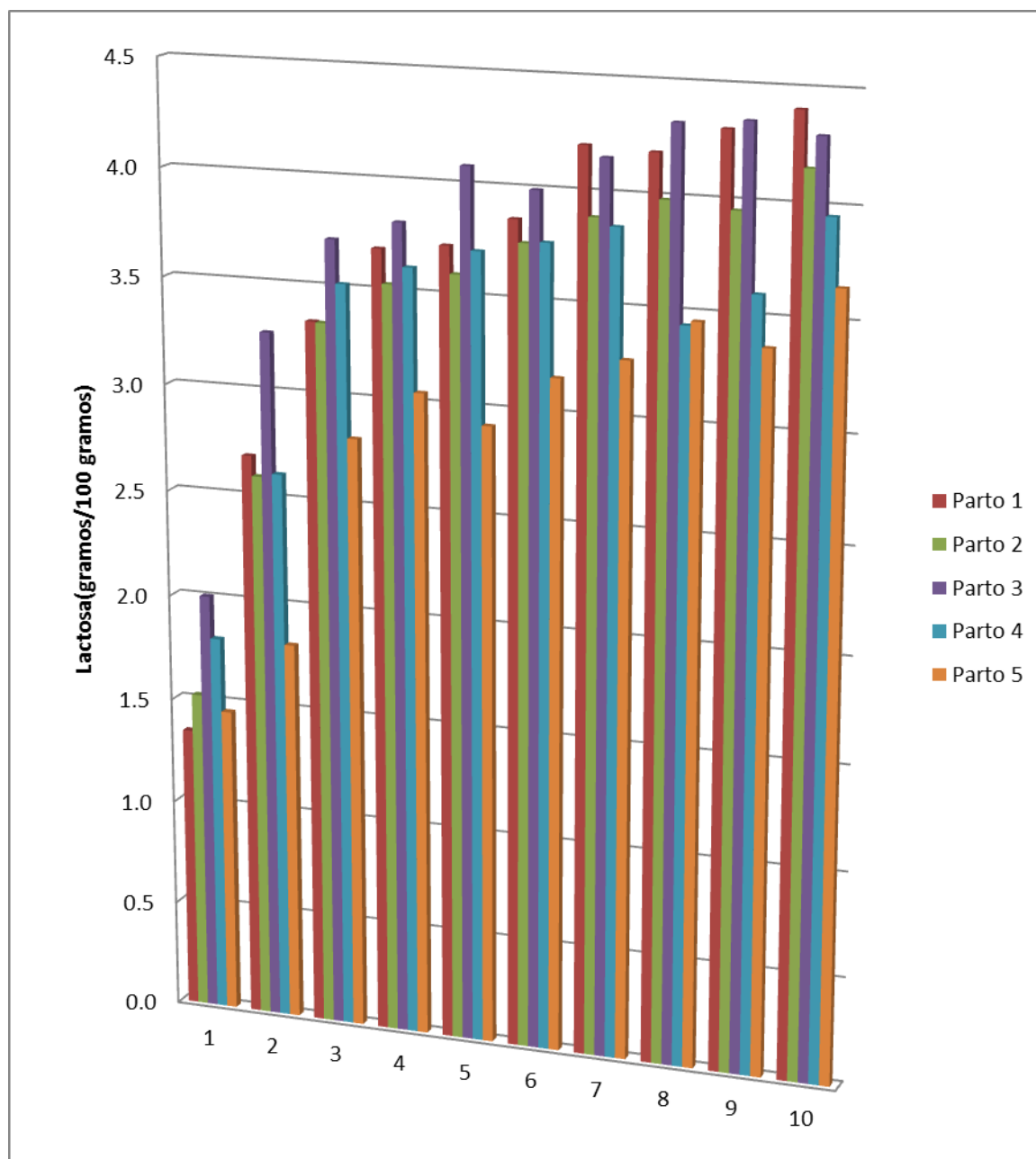
CUADRO XVI. Ecuaciones de regresión para la concentración de lactosa.

| Parto | Ecuación de regresión | R ² | Coefficiente de variación | Pr< F |
|-------|--------------------------------|----------------|---------------------------|--------|
| 1 | $Y=0.02+1.67X-0.24X^2+0.01X^3$ | 0.85 | 10.72 | 0.0006 |
| 2 | $Y=0.26+1.54X-0.22X^2+0.01X^3$ | 0.80 | 11.40 | 0.0013 |
| 3 | $Y=0.95+1.41X-0.20X^2+0.01X^3$ | 0.55 | 16.29 | 0.0549 |
| 4 | $Y=0.29+1.72X-0.27X^2+0.01X^3$ | 0.55 | 17.28 | 0.0052 |
| 5 | $Y=1.02+0.57X-0.03X^2$ | 0.33 | 32.96 | 0.087 |

Y= Concentración de lactosa (gramos/100gramos)

X= ordeños (dos diarios aproximadamente cada 12 horas)

GRAFICA 15. Relación de la concentración de lactosa con la cantidad de partos y número de ordeños.



4.1.6 Densidad

La densidad en los cinco días posparto analizados mostró que no existen diferencias altamente significativas ($P > 0.05$) en la interacción entre el número de partos por el número de ordeños. En cuanto a los partos se presentaron diferencias ligeramente significativas ($P < 0.10$) con significancia al 90 por ciento y de acuerdo a los ordeños sí se dieron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) (CUADRO XVII). Indicando esto que para la densidad, el mayor efecto lo ejerce el número de ordeños, más no la cantidad de partos ni la interacción de ambos.

CUADRO XVII. Análisis de varianza para la densidad láctea.

| FUENTE DE VARIACION | GL | SC | CM | F.VALOR | Pr > F |
|------------------------|-----------|---------------------------|------------|---------|---------|
| parto | 4 | 22.3050376 | 5.5762594 | 2.12 | 0.0761 |
| Animal(parto) | 20 | 635.64 | 31.782 | 2.58 | ERROR A |
| ordeño | 9 | 9874.996 | 1097.22178 | 89.09 | <.0001 |
| parto*ordeño | 36 | 885.144 | 24.587333 | 2 | 0.0017 |
| Error B | 180 | 2216.76 | 12.31533 | | |
| Total corregido | 249 | 13928.996 | | | |
| R- CUADRADO | CV | Media densidad | | | |
| 0.840853 | 0.338739 | 1,0359 | | | |

En el calostro la densidad se encuentra entre 1,035 a 1,075 gramos / ml según (Araúz ,1998) debido a los sólidos totales y sólidos no grasos, en este estudio la media general para la densidad fue de 1,0359 g/ml, este promedio se encuentra bajo para la secreción calostrual pero está en el rango.

En relación con el número de partos se obtuvo 1,0374 gramos por mililitro para las vacas de quinto parto siendo el mayor promedio presentado y la menor densidad en las vacas de tercer parto y primer parto con promedios de 1,034 tal como se muestra en la gráfica 16. En la leche se presentan densidades de 1028 a 1034 miligramos por mililitros teniendo como promedio 1,032 por mililitros, (Keating y Rodríguez, 1986). En general se mostraron promedios bajos para secreción calostrual. Esto puede deberse a que se obtuvo el promedio considerando los 10 ordeños y mayormente se considera solamente al primer ordeño como secreción calostrual.

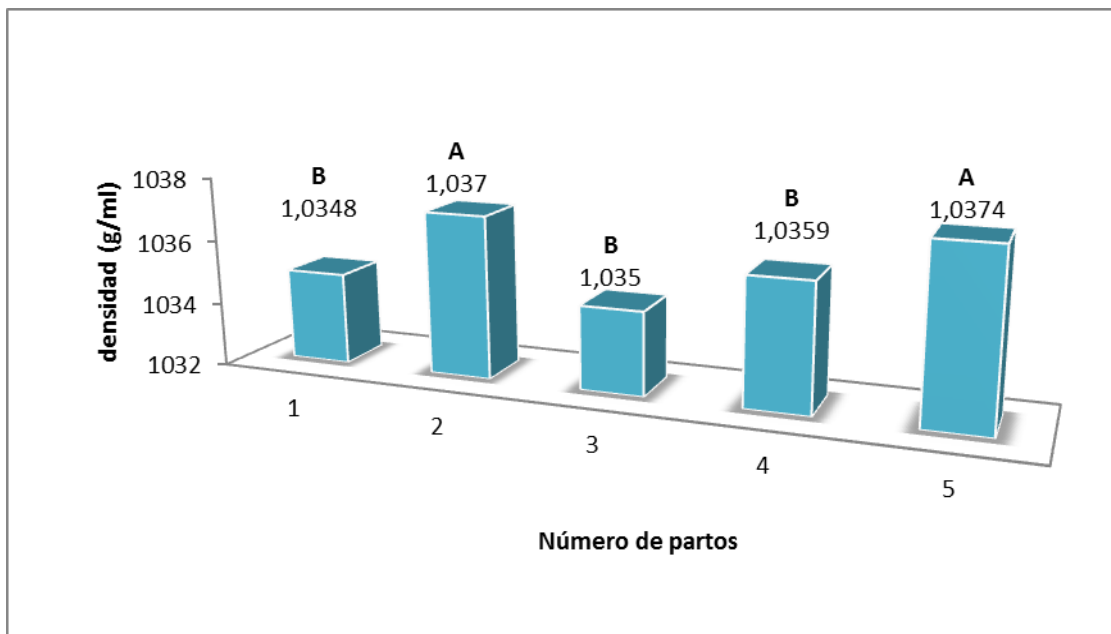
El nivel máximo de densidad fue de 1,052 gramos/ mililitro en el primer ordeño, de allí se mostraron promedios aceptables para calostro en los tres primeros ordeños (mayores a 1038 miligramos por mililitros), a partir del cuarto ordeño se mostraron promedios similares a la leche (Gráfica 17). Esto es aceptado por varios autores que señalan que el calostro es sólo la primera secreción, los ordeños siguientes son considerados leche de transición.

En la gráfica 18 se muestra la relación de la grasa total según el parto y los ordeños, donde las vacas de quinto cuarto y segundo parto presentaron densidades mayores a 1,055 gramos / mililitros en su primero ordeño,

encontrándose así en densidades aceptables para el primer ordeño, tal como lo señala (Davis y Drackley) citado por (Elizondo, 2007).

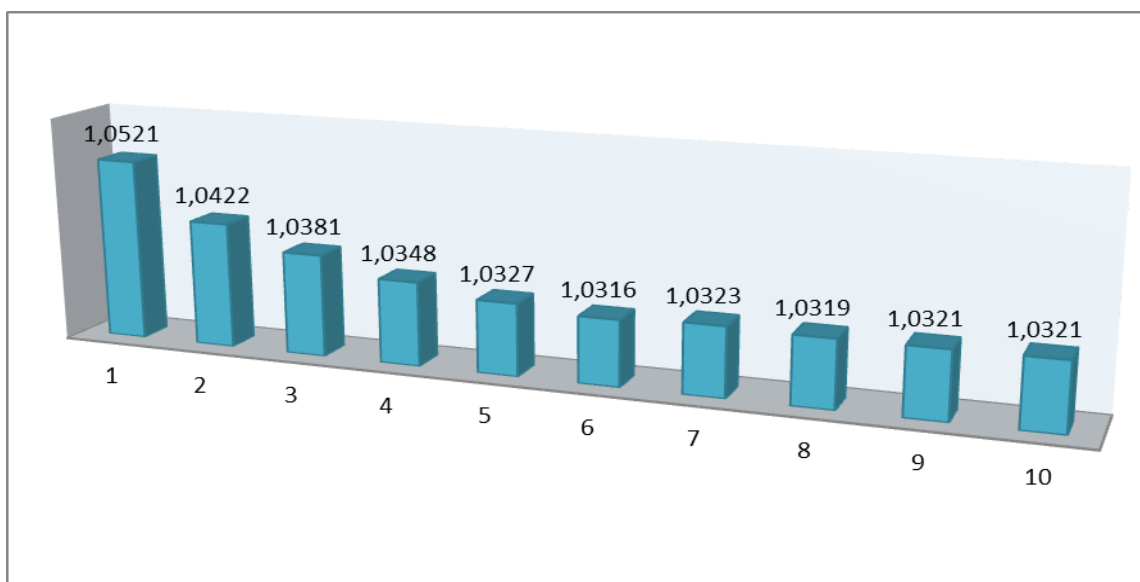
Para el análisis de regresión se presentaron coeficientes de correlación altos (>0.70), excepto para las vacas de primer parto (0.53), y coeficientes de variación altos (entre 0.30 a 0.40), esto indica la gran variabilidad que existe. (CUADRO X).

GRÁFICA 16. Valores promedio para la densidad láctea según la cantidad de partos.



*Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

GRÁFICA 17. Concentración promedio de la densidad láctea según el número de ordeños.



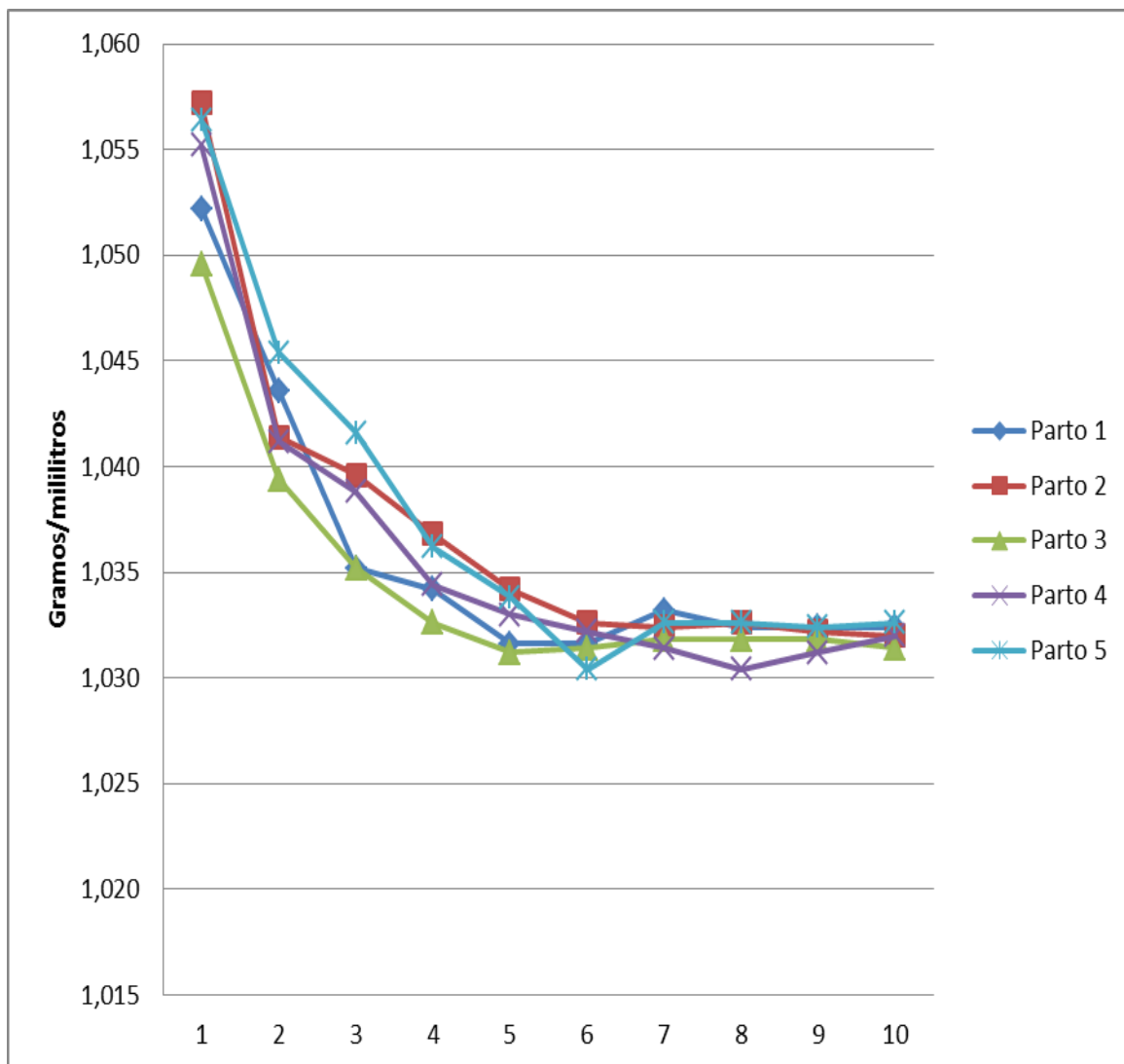
CUADRO XVIII. Ecuaciones de regresión para la densidad láctea.

| Parto | Ecuación de regresión | R² | Coefficiente de variación | Pr< F |
|--------------|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | $Y=1047.4-4.32X+0.29X^2$ | 0.53 | 0.36 | 0.0002 |
| 2 | $Y=1068.6-15.53X+2.21X^2-0.10X^3$ | 0.82 | 0.34 | 0.0007 |
| 3 | $Y=1060.9-13.97X+2.10X^2-0.10X^3$ | 0.70 | 0.36 | 0.0017 |
| 4 | $Y=1066.01-14.33X+1.94X^2-0.08X^3$ | 0.76 | 0.39 | 0.0121 |
| 5 | $Y=1068.06-13.73X+1.69X^2-0.07X^3$ | 0.82 | 0.36 | 0.0285 |

Y= Niveles de densidad ()

X= ordeños (dos diarios aproximadamente cada 12 horas)

GRAFICA 18. Relación de la densidad con la cantidad de partos y número de ordeños.



4.2. POTENCIAL INMUNOLÓGICO DEL CALOSTRO

Los anticuerpos o inmunoglobulinas son proteínas que se encuentran normalmente en el torrente sanguíneo y ayudan a la destrucción de bacterias o cualquier componente extraño que ingrese en el cuerpo (Wattiaux, 2002). En el primer ordeño se libera la mayor cantidad de Inmunoglobulinas, cuya concentración se reduce drástica y notablemente en los ordeños siguientes, así en las primeras 12 horas hay una reducción aproximadamente del 46,9 % del nivel máximo de albúminas y globulinas Peris, et al (2004). La ingestión y absorción de Ig del calostro son esenciales para el establecimiento de la inmunidad en el recién nacido (González, 2014), es por ello que en este trabajo se pretende conocer el momento o tiempo estimado en que el calostro pierde su calidad inmunológica.

Caracterización biológica

La secreción calostrada producida en los cinco primeros días posparto, muestra que existe diferencias ligeramente significativas ($P < 0.10$) en la interacción de cantidad de partos por número de ordeños con relación al contenido de inmunoglobulinas (CUADRO XIX). De acuerdo a los partos se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), similar a lo encontrado por (Araúz, 2011) donde se observó que los partos afectan en gran manera la concentración de inmunoglobulinas totales y en cuanto a los ordeños se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$). Dichos resultados demostraron que el número de ordeños es lo que presenta mayor influencia en el contenido inmunológico.

CUADRO XIX. Análisis de varianza para la concentración de inmunoglobulinas.

| Fuente de variación | GI | Type iii ss | Cm | F.valor | Pr > f |
|----------------------------|-----------|--------------------|------------|----------------|------------------|
| Parto | 4 | 9725.744 | 2431.436 | 2.94 | 0.046 |
| Animal(parto) | 20 | 16522.13 | 826.1065 | 8.23 | Error a |
| Ordeño | 9 | 225473.764 | 25052.6404 | 249.64 | <.0001 |
| Parto*ordeño | 36 | 5124.616 | 142.3504 | 1.42 | 0.0722 |
| Error B | 180 | 18064.07 | 100.3559 | | |
| Total corregido | 249 | 274910.324 | | | |
| R-Cuadrado | CV | IGS Media | | | |
| 0.934291 | 35.84436 | 27.948 | | | |

La media general presentada para la concentración de inmunoglobulinas fue de 27.948 mg / ml, lo que es de calidad regular según (Araúz, 1998) donde el rango va de 21.80 a 47.27 mg/ml. La transferencia de inmunoglobulinas al calostro se presenta de dos a cuatro semanas antes del parto, así un manejo de periodo seco ineficiente y muchos otros factores ocasionan bajo contenido de inmunoglobulinas en esta secreción Peris et al (2004). Además en este estudio no se consideró la producción calostrual que es un factor que influye de manera directa con el contenido inmunológico, ya que al aumentar la producción se diluyen las IgG que se encuentran en la glándula mamaria (Elizondo, 2007).

De acuerdo a los partos, las medias que presentaron en cuanto a la concentración de inmunoglobulinas fue de: 38.44, 30.92, 26.64 para las vacas de quinto, segundo y cuarto parto respectivamente, tal como se muestra en la Gráfica 19, donde se observa que las de quinto parto presentan la mayor

cantidad de inmunoglobulinas. Esto lo confirma (Rydell, 2003) donde dice que las vacas con más edad tienen mejor calidad de calostro, siempre y cuando hayan sido expuestas a agentes patógenos en la finca. En el Cuadro XX se muestra la distribución del contenido de inmunoglobulinas totales en el primer y segundo ordeño según los partos, donde resultó que las vacas de primer y tercer parto presentan contenido menor a 50 mg / ml en el primer ordeño disminuyendo así su calidad inmunológica. Para el segundo ordeño hay una distribución más marcada debido a que en todos los partos el contenido de anticuerpos empieza a disminuir drásticamente.

Varios autores como (Davery y Larson, 1983) y (Robinson et al, 1988) citados por (Elizondo, 2007) señalan que la concentración de inmunoglobulinas aumenta linealmente según las lactancias, estabilizándose en la cuarta. (Melgar, 1999) reafirmó esto en su estudio donde las vacas de cuarto parto son las que presentaban mayor concentración de inmunoglobulinas.

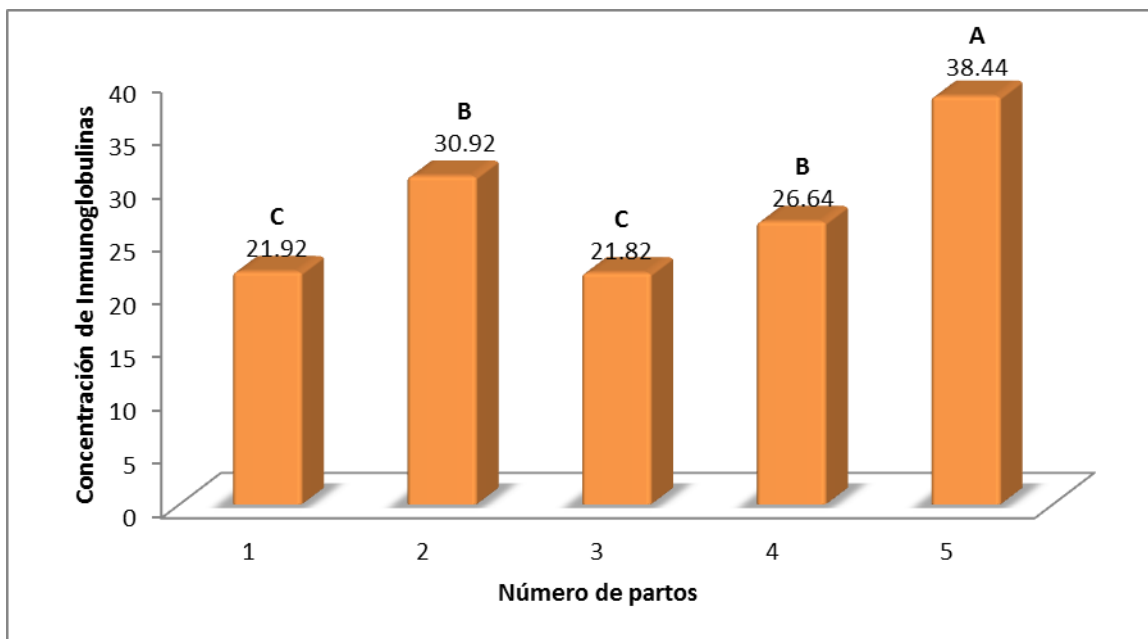
Según la cantidad de ordeños las medias fueron 103.84, 59.58, 36.32, 23.84, 15.60, 13.10, 9.08, 7,30, 5.96, 4.86 llevando un decrecimiento a medida que aumentaban los ordeños, tal como se muestra en la Gráfica 20. Esto lo afirma (Lazzaro, 2001) donde señala que en vacas Holstein adultas se liberan aproximadamente 80 por ciento de los nutrientes en el primer ordeño. (Torres, 2009) también señala que es en las primeras 12 horas donde hay una reducción del 46.9 por ciento del nivel máximo de globulinas. En este caso se dio una caída del 42.62 por ciento de inmunoglobulinas del primero al segundo ordeño y una reducción del 95.32 por ciento al décimo ordeño. Es de vital importancia el

consumo de calostro con esta buena calidad antes de las 24 horas ya que después de este tiempo ocurre el cierre intestinal. (Elizondo 2007).

Según (Aguado, 1982) los niveles de inmunoglobulinas están correlacionados altamente con la salud y enfermedad que presente el animal. Además guardan estrecha correlación con el número de partos (Menares 2011).

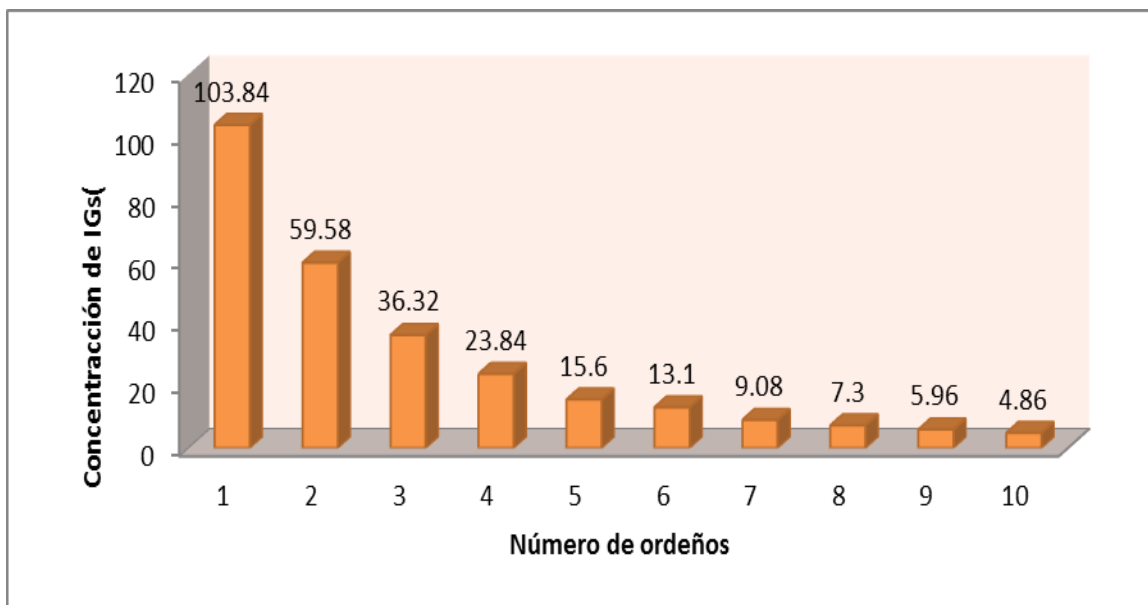
Se presentaron correlaciones altamente significativas ($p < 0.001$) y positivas (0.91, 0.71, 0.92) con la proteína total, los sólidos totales y sólidos no grasos. Además de correlacionarse significativamente ($p < 0.001$) pero manera negativa (-0.76) con la lactosa Cuadro XXII.

GRAFICA 19. Valores promedio para la concentración de inmunoglobulinas según la cantidad de partos.



Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

GRAFICA 20. Concentración promedio de inmunoglobulinas según el número de ordeños.



CUADRO XX. Distribución del contenido de inmunoglobulina total en el primer y segundo ordeño según la categoría para la calidad de calostro.

| IgTs(mg/ml) | PARTOS | | | | |
|--------------|--------|-----|----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10-20. | | | | | |
| 21-30. | | | | | |
| 31-40, | | | 20 | | |
| 41-50. | 20 | | | | |
| >50 | 80 | 100 | 80 | 100 | 100 |

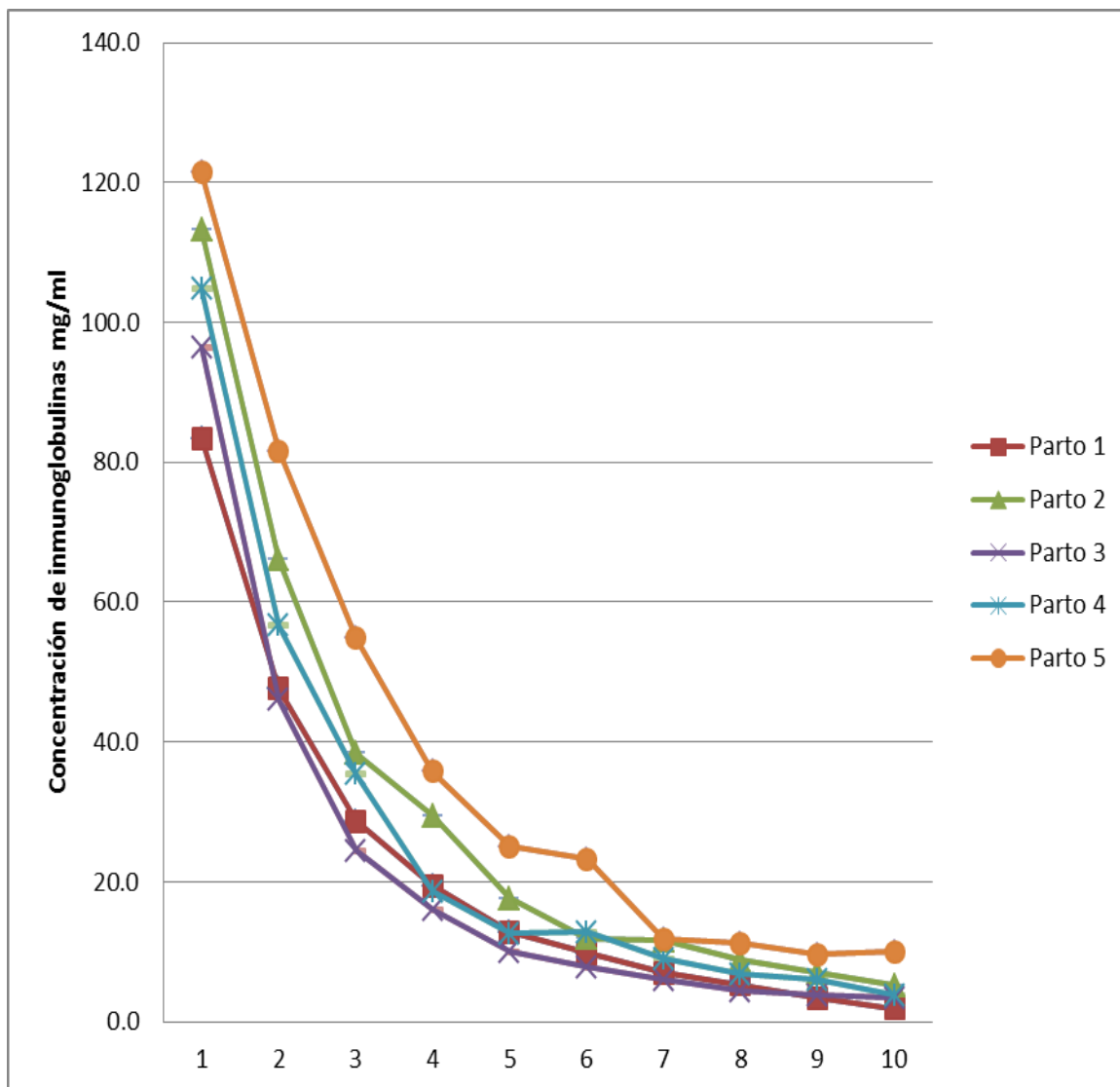
| IgTs(mg/ml) | PARTOS | | | | |
|--------------|--------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10-20. | | | 20 | | |
| 21-30. | | | | 20 | |
| 31-40. | 20 | | 20 | | 20 |
| 41-50. | 40 | 20 | 20 | 20 | |
| >50 | 40 | 80 | 40 | 60 | 80 |

CUADRO XXI. Ecuaciones de regresión para la concentración de inmunoglobulinas totales.

| Parto | Ecuación de regresión | R ² | Coefficiente de variación | Pr< F |
|-------|----------------------------------------------|----------------|---------------------------|--------|
| 1 | $Y=122.24-47.55X+6.58X^2-0.30X^3$ | 0.88 | 42.38 | 0.0002 |
| 2 | $Y=165.58-63.67X+8.73X^2-0.39X^3$ | 0.87 | 41.32 | 0.0003 |
| 3 | $Y=146.32-63.53X+9.32X^2-0.44X^3$ | 0.78 | 68.65 | 0.0006 |
| 4 | $Y=177.62-90.35X+18.64 X^2-1.72 X^3+0.06X^4$ | 0.94 | 29.90 | 0.04 |
| 5 | $Y=168.81-55.0X+6.57X^2-0.26X^3$ | 0.84 | 41.17 | 0.04 |

Y= Concentración de inmunoglobulina (gramos/100gramos) X= ordeños

GRAFICA 21. Relación de la concentración de inmunoglobulina total con la cantidad de partos y el número de ordeño.



**CUADRO XXII. Correlaciones de Pearson para las variables
Estudiadas.**

| Coeficientes de correlación de Pearson | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------|----------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|-------|
| Prob > r under H0: Rho=0 | | | | | | | | | | |
| | PARTO | PESO | CC | PS | IGS | PT | GRASA | ST | SNG | LACTO |
| PARTO | 1.000 | | | | | | | | | |
| PESO | 0.49502 | 1.000 | | | | | | | | |
| | 0.0265 | | | | | | | | | |
| CC | -0.28061 | 0.39332 | 1.000 | | | | | | | |
| | 0.2308 | 0.0862 | | | | | | | | |
| PS | 0.16608 | 0.21773 | 0.12698 | 1.000 | | | | | | |
| | 0.484 | 0.3564 | 0.5937 | | | | | | | |
| IGS | 0.28741 | 0.2581 | -0.27199 | -0.3135 | 1.000 | | | | | |
| | 0.2192 | 0.2719 | 0.246 | 0.1783 | | | | | | |
| PT | 0.31027 | 0.24064 | -0.38768 | -0.1789 | 0.9102 | 1.000 | | | | |
| | 0.1831 | 0.3068 | 0.0912 | 0.4504 | <.0001 | | | | | |
| GRASA | -0.42687 | -0.598 | 0.01071 | 0.06156 | -0.3655 | -0.2216 | 1.000 | | | |
| | 0.0605 | 0.0054 | 0.9643 | 0.7966 | 0.113 | 0.3477 | | | | |
| ST | 0.04845 | -0.1195 | -0.37064 | -0.1903 | 0.7083 | 0.84932 | 0.31398 | 1.000 | | |
| | 0.8393 | 0.6157 | 0.1077 | 0.4217 | 0.0005 | <.0001 | 0.1776 | | | |
| SNG | 0.26263 | 0.18068 | -0.37834 | -0.2282 | 0.9246 | 0.9886 | -0.1870 | 0.87337 | 1.000 | |
| | 0.2633 | 0.4459 | 0.1 | 0.3332 | <.0001 | <.0001 | 0.4298 | <.0001 | | |
| LACTO | -0.38226 | -0.343 | 0.38303 | 0.0489 | -0.7617 | -0.92094 | 0.2565 | -0.71161 | -0.8524 | 1.000 |
| | 0.0963 | 0.1388 | 0.0955 | 0.8378 | <.0001 | <.0001 | 0.275 | 0.0004 | <.0001 | |

5. CONCLUSIONES

Al concluir nuestra investigación observamos que el número de partos si tiene influencia sobre el contenido químico e inmunológico del calostro, donde las vacas que tienen más partos son las que presentan mayor calidad de calostro en función a los anticuerpos (inmunoglobulina total).

Se demostró que para las variables “sólidos totales y lactosa” el número de partos no afectó su comportamiento en el período de muestreo. Sin embargo, para las demás variables sí tuvo influencia el número de partos presentando las mayores concentraciones las vacas de quinto y segundo parto.

Se comprobó que el segundo día posparto es crítico para el contenido calostrual de anticuerpos porque se produce una reducción marcada en la concentración de inmunoglobulinas.

El contenido inmunológico decrece drásticamente al segundo día posparto en casi todos los partos, excepto en las de quinto parto que tienen un descenso más leve en la caída de anticuerpos.

La tendencia del contenido de lactosa en la fase calostrual de transición posparto correspondió al patrón ascendente de las vacas de leche, esto se da por el efecto que ejercen las hormonas y la síntesis de glucosa en este período.

Asimismo, se presentaron correlaciones altamente significativas entre las inmunoglobulinas y la proteína, sólidos totales y sólidos no grasos. Sin embargo hubo correlación negativa de estas variables con la lactosa.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar calostro del primer ordeño ya que presenta una mayor concentración de inmunoglobulinas y va a lograr un aporte de anticuerpos al recién nacido, el cual es crucial para su sobrevivencia.

Siempre se deberá realizar lectura de calidad con el calostrómetro para determinar el mejor calostro en las primeras horas posparto, ya que una apreciación visual no es confiable.

El período seco es trascendental para la buena calidad inmunológica y nutricional del calostro por tal razón se debe estandarizar un periodo preparto mínimo de 60 días y aportar una buena alimentación para que así se logre recuperar al animal y prepararlo para su próxima lactancia.

Almacenar calostro de buena y excelente calidad es prioridad en cualquier finca lechera ya que de este depende su futuro hato. Un banco de calostro permitirá brindar a las becerras anticuerpos de manera inmediata en las primeras horas de vida y así disminuir los índices de mortalidad y morbilidad en el levante de terneras.

Además, se sugiere repetir este estudio en vacas Holstein pero considerando llevar el experimento hasta el octavo parto, donde se pueda demostrar la estabilidad o punto de descenso del contenido químico e inmunológico, considerando también la producción calostrual.

También se recomienda realizar estudios mediante análisis multivariado para así determinar las variables que intervienen sobre la calidad de anticuerpos y que afectan la composición química del calostro

7. BIBLIOGRAFIA

Aguado, J. 1982. Manual sobre el ganado productor de leche. Editorial Diana.

México. Págs.357-362.

Araúz, E.E. 2014. Preparación de muestras de calostro para el análisis químico con antecedente de congelación para preservar muestras biológicas secretadas por la glándula mamaria en rumiantes. Suministrado por consulta personal. Laboratorio de Fisiología Animal y Ciencia Lechera, Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

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.

Ballarini, G. 1993. Revista Mundo Ganadero. Edición Numero 12. Pag.54-57. En línea. Consultado 23 de junio de 2015. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_1993_12_93_54_59.pdf.

Beltrán C, N.2011. Inmunidad del becerro recién nacido. Monografía previa a la Obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. Cuenca-Ecuador. En línea. Consultado 4 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3061/1/mv177.pdf>

Campos R., Carrillo A., Loaiza V., Giraldo L. 2007. El calostro: herramienta para la cría de terneros. En línea. Consultado 5 de mayo de 2014. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5055/1/romulocamposgaona.20072>.

Castro, A. 1984. Producción bovina. Editorial Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica. pág.86-87.

Chacón P. 2009. El calostro y uso en la alimentación de terneras. Artículo publicado en engormix. En línea. Consultado 16 de marzo de 2015. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/calostro-uso-alimentacion-terneras-t2589/p0.htm>

Concepción, Y. 2012. Evaluación química y bacteriológica de la leche grado A de proveedores de Industrias Lácteas S.A. Tesis Lic. Ing. Agro. Zootecnista. Panamá. F.C.A.

Diggins R. y Bundy C. 1960. En alimentación de jóvenes: vacas, leche y sus derivados. Compañía Editorial Continental, S.A. Mexico.pag.204.

Elizondo, J. 2007. Importancia del calostro en el ganado de leche. Curso RAPCO (Regional animal production courses) Universidad de Costa Rica. En línea. Consultado 12 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/calves/colostrum/importancia-y-manejo-del-calostro-en-el-ganado-de-leche>.

Elizondo, J. 2007b. Importancia del calostro en la crianza de terneras. Revista Digital ECAG Informa N° 39. En línea. Consultado el 23 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://atenas.utn.ac.cr/images/revista/ecag59.pdf>

Fernández, A., Padola N, .Estein S., 1994. El calostro, fuente de transferencia de la inmunidad materna. Sitio argentino de producción animal. En línea. Consultado 6 de marzo de 2014. Disponible en:http://www.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.

Fortín, A, Perdomo, J.2009. Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. Tesis Ing.Agr. Honduras. Zamorano. En Línea. Consultado 11 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/430/1/T2884.pdf>

Gill, J, 1978. Repeat and measurement and Split plot design in: Designs and Analysis of Experiments in Animal and Medical Science, Iowa State University, Ames, Iowa, USA.

González R, 2014. Calidad del calostro: efecto en la transferencia de inmunidad pasiva en becerras lecheras Holstein. En línea. Consultado 28 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/calidad-calostro-efecto-trasferencia-t5511/p0.htm>.

Keating P. y Rodríguez H.1986. En propiedades físico-químicas de la leche. Introducción a la lactología. Editorial Limusa. México.pag.15-22.

Kolb, E. 1974. En Glándula mamaria. Fisiología veterinaria. Volumen 11. Editorial Acribia Zaragoza. España.pag.815-821.

Lazzaro, J. 2001. Calostro; Suplementación y suplementos de calostro. En línea. Consultado el 22 de noviembre de 2014. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/05calostro_suplementacion_y_suplementos_del_calostro.pdf

Marini P. 2009. Inmunidad del ternero a través de la madre. Facultad de Ciencias Veterinarias y Consejo de Investigaciones, Universidad Nacional de Rosario. Sitio Argentino de Producción animal. En línea. Consultado 18 de mayo de 2015. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/05-inmunidad.pdf

Melgar M, A. 1999. Relación de la condición corporal y el número de lactancias con la producción y calidad inmunológica y nutricional del calostro producido en vacas Holstein y Pardo Suizo. Tesis Lic. Ing. Agro. Zootecnista. Panamá. F.C.A.

Mella, C. 2003. Factores a considerar para el logro de una adecuada alimentación con calostro. En línea. Consultado 23 de abril de 2015. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/28-alimentacion_con_calostro.pdf

Peris C., Mehdid M.A., Manzur A., Díaz J.R. y Fernández N. 2004. La importancia del calostro. Sitio argentino de producción animal. En línea. Consultado 5 de octubre de 2014. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/04importancia_del_calostro.pdf.

Quigley, J.1997a. Alimentación con calostro. Amamantar o no amamantar. Notas acerca de terneros N^a 1. En línea. Consultado el 26 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN001e.pdf>

Quigley, J. 1997b. Alimentación con calostro- Fundamentos acerca de las inmunoglobulinas del calostro Notas acerca de Terneros N^a 3. En línea. Consultado el 27 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN003e.pdf>

Quigley, J.1999. Proteína del calostro como fuente de nutrición para el ternero recién nacido. En línea. Consultado 14 de noviembre de 2014. Disponible en: www.calfnotes.com/pdffiles/CN052e.pdf

Rydell J. 2003. Una guía sobre el calostro y el manejo del calostro en becerros de tambo. Publicacion de Bovine Alliance on management and nutrition.

Roy J. 1972. Mortalidad de terneros. En el Ternero Nutrición y patología. Volumen 11. Editorial Acribia. Zaragoza España.pag.138

Roy, J. 1980. El ternero manejo y alimentación. Volumen i. Editorial Acribia. Zaragoza.

Ruegg, P. 2001.Calidad de leche y manejo sanitario de la vaca seca. Universidad de Wisconsin, Madison. En línea. Consultado 18 de mayo de 2015. Disponible en: http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/calidad-de-leche-y-manejo-sanitario-de-las-vaca-seca_spanish.pdf.

Samudio A y Aguilar D. 1982. Disponibilidad, composición, química y métodos de preservación del calostro en lecherías especializadas en la Zona Alta de Chiriquí. Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Pago. 15-18.

Schmidt G.H. 1971. El Calostro. Biología de la lactación. Editorial Acribia, Zaragoza España. Pag.179-184.

Schmidt G.H. y Van Vleck L.D.1974. Bases científicas de la producción lechera. Editorial Acribia Zaragoza España. Pág.45-49.

Soba, M. 2008. Qué es el calostro. Un investigador nos cuenta su trabajo. Biológica. Número 10.Noviembre-Diciembre 2008. En línea. Consultado 10 de noviembre de 2014.Disponible en:<http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N10/Soba%28investigador10%29.pdf>

Tizard I. 1979.En Anticuerpos. Inmunología veterinaria 3 ed. Nueva Editorial Interamericana. México.pag.43-49.

Torres R. 2009. Calostro, Lactoreemplazantes y Piensos de Arranque en la Dieta del Ternero. En línea. Consultado 22 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/calostro-lactoreemplazantes-piensos-arranque-t2695/141-p0.htm>.

Veisseyre, R. 1988. En variaciones de la composición de la leche. Lactología Técnica. Editorial Acribia, Zaragoza España. Pag.70.

Wattiaux, M. 2002. Importancia de alimentar con calostro. Crianza de terneras del nacimiento al destete. Instituto BABCOCK. En línea. Consultado 1 de abril de 2014.Disponible en:http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_28.es.pdf.

Wren G.1996. Nutrición, estrés e inmunología. Veterinaria Bovina. En línea. Consultado 25 de octubre de 2014.Disponible en: <http://www.org.es/eianez/inmunoco/cap-15.htm>.