



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Veterinarias

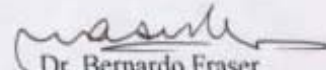
Facultad de Ciencias Agrarias
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Composición química del calostro de vacas de lechería

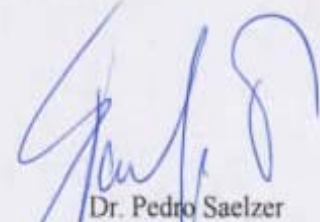
Tesis de grado presentada como parte de
los requisitos para optar al grado de
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA

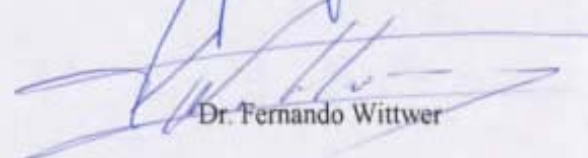
Verónica Alejandra Schnettler Cid
Valdivia Chile 1998

PROFESOR PATROCINANTE


Dr. Bernardo Fraser

PROFESORES CALIFICADORES


Dr. Pedro Saelzer


Dr. Fernando Wittwer

FECHA DE APROBACION

22 Septiembre 1998

A mis queridos padres y
hermanos.

ÍNDICE DE MATERIAS

CAPITULO	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCION.....	3
4. MATEMAL Y METODOS.....	14
5. RESULTADOS.....	21
6. DISCUSION.....	31
7. BIBLIOGRAFIA.....	51
8. ANEXOS.....	59
AGRADECIMIENTOS.....	67

1. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se determinaron componentes químicos del calostro, como macrocomponentes (sólidos totales, proteína total, caseína, proteínas del suero, lactosa, materia grasa), minerales (calcio total, fósforo total, fósforo no proteico, sodio, potasio, cloro) y también la acidez. Las muestras de calostro se obtuvieron de 10 vacas Holstein Friesian, pertenecientes a un predio. El período de muestreo se extendió entre junio y agosto de 1996 y las muestras se consideraron desde el primer día post-parto hasta el séptimo día posterior al mismo. Se determinaron las tendencias para cada componente químico analizado, a medida que avanzaba la lactancia. Los análisis estadísticos consideraron : análisis de varianza entre los diferentes días y para cada componente. También se determinaron coeficientes de correlación entre los diferentes componentes.

Durante el período experimental, la mayoría de los componentes exhibieron variaciones. El calostro mostró una elevada concentración de sólidos totales, proteína total, caseína, proteínas del suero, calcio y fósforo total, sodio y cloro. La acidez también fue elevada. Se determinó una baja concentración de lactosa y fósforo no proteico. El contenido de grasa mostró grandes variaciones y la concentración de potasio fue constante durante los siete días de análisis. Los valores variaron notoriamente entre un día y otro, pero las diferencias más marcadas se presentaron en los dos primeros días posteriores al parto. En el séptimo día post-parto, las proteínas, acidez, lactosa y cloro aún no presentaban porcentajes similares a la leche normal, a diferencia de los demás componentes.

Coefficientes de correlación significativos ($p < 0,05$) se presentaron entre sólidos totales y proteína total y proteínas del suero, 0,94 y 0,93 respectivamente. La acidez fue elevada en el calostro, principalmente por la alta concentración de proteínas y minerales, como lo demuestra la correlación significativa ($p < 0,05$) entre ellos. Los coeficientes fueron 0,86 entre acidez y proteína total, 0,84 entre acidez y proteínas del suero, 0,69 entre acidez y caseína, 0,56 entre acidez y calcio total y 0,49 entre acidez y fósforo total. Entre caseína y calcio y fósforo total, también se presentaron coeficientes de correlación significativos ($p < 0,05$). Estos correspondieron a 0,59 y 0,42 entre caseína y calcio total y caseína con fósforo total. Además, se establecieron coeficientes de correlación significativos ($p < 0,05$), pero negativos, entre lactosa y minerales como sodio y cloro. Correspondieron a -0,61 entre lactosa y sodio y -0,52 entre lactosa y cloro.

Palabras Claves: Bovino, calostro, acidez, macrocomponentes, minerales.

2. SUMMARY

Various parameters on colostrum composition such as macrocomponents (total solids, protein and casein content, whey proteins, lactose, fat), minerals (calcium, total and non proteinic phosphorus, sodium, potassium and chlorine) and also acidity were determined during the present research work.

Daily colostrum samples from 10 Holstein Friesian cows, bred at the Vista Alegre dairy farm of the Universidad Austral de Chile, were collected. Sampling period was extended from June to August 1996, and considered samples from the first up to the seventh day post parturition. As far as lactating period advanced, tendencies in composition for each parameter were determined. Statistical analysis considered: Analysis of variance between different days and for each component. Besides, coefficients correlation among constituents were also determined.

Most of the constituents exhibited large variations along the experimental period. Colostrum showed high concentration in total solids, total protein and casein, whey proteins, calcium, total phosphorus, sodium and chlorine. Acidity was also pronounced. Low concentration on lactose and non proteinic phosphorus were determined. As far as fat content is concerned showed large variations. Potassium concentration was constant during the seven days of analysis. Daily changes in composition for each parameter were established, but the greater variations were observed during the first two days post partum. At the end of the seven days period, concentration of proteins, lactose, chlorine and acidity were still different from normal milk.

Correlation coefficients ($p < 0.05$) were established for total solids and both total and whey proteins, 0.94 and 0.93, respectively. Acidity was high due to increased concentrations in proteins and minerals, as demonstrated by the significant correlation. Correlation coefficients were 0.86 for acidity-total protein, 0.84 for acidity-whey proteins, 0.69 for acidity-casein, 0.56 for acidity-total calcium and 0.49 for acidity-total phosphorus.

Correlation coefficients ($p < 0.05$) were also determined for casein, calcium and phosphorus; 0.59 and 0.42 for casein-calcium and casein-phosphorus, respectively. Moreover, similar but negative correlations were established for lactose and minerals such as sodium and chlorine: -0.61 for lactose-sodium and -0.52 for lactose-chlorine.

Key words: Bovine, colostrum, acidity, macrocomponent, minerals.

3. INTRODUCCION

3.1.-ANTECEDENTES GENERALES.

El sector lechero nacional, conformado por productores, industrias procesadoras de alimentos y empresas relacionadas, ha venido experimentando una acelerada tasa de crecimiento en la recepción de leche en los últimos años, una tasa promedio (geométrica) de 8.77% anual entre los años 1986 y 1996. En 1997 se ha alcanzado la cifra de 1.525 millones de litros, que equivale a un 8.5% de mayor recepción que el año 1996 (Agroanálisis,1998). Cada año se marca un nuevo récord en la recepción nacional de leche.

A nivel regional, se destaca el incremento en la producción de leche que ha experimentado la Décima región en 1997, alcanzando un 13.5 % más que el año anterior. No así la Región Metropolitana, Octava y Novena que han tendido a disminuir (Agroanálisis, 1998). Se debe resaltar además que la Décima Región aporta con un 67% en el volumen nacional de leche recepcionada en planta.

Un factor determinante en el crecimiento de la recepción de leche en plantas ha sido la rentabilidad del rubro, la cual se encuentra con ventajas comparativas sobre otras actividades agrícolas como la producción de carne bovina. Esto ha motivado a que el aumento de producción se registre en todos los estratos de productores. En el caso de los pequeños agricultores lecheros, ha colaborado en forma eficiente el establecimiento de centros de acopio de leche. También hay que considerar que el mejoramiento de las praderas, la mejoría en la alimentación del ganado y los cambios genéticos del rebaño han favorecido aún más el crecimiento de la producción de leche.

Otro factor que ha sido determinante en este crecimiento es el aumento del consumo interno de productos lácteos. Su demanda, entre los años 1986 y 1993, creció a una tasa media anual cercana al 8%, debido principalmente al crecimiento de los ingresos y de la población (Furche,1995). El consumo per cápita entre 1994 y 1995 se estimó en aproximadamente 140 litros por habitante al año y se prevé que seguirá creciendo, aunque a tasas menores a las observadas en los años anteriores. Esta situación asegura un poder comprador firme y estable en los próximos años, dándole tiempo a los agricultores para mejorar sus tecnologías, enfrentando de mejor manera las exigencias que vendrán en el futuro mediato.

Tomando en consideración lo anterior Saráh (1996), plantea que Chile en la primera década del próximo milenio podría ser autosuficiente en leche y así convertirse en un país excedentario neto y participante, aunque a escala relativamente pequeña, del mercado

internacional de la leche. Todo esto significará un gran desafío para la industria en el sentido de tener que comercializar productos lácteos hacia nuevos mercados como los países que integran el NAFTA (Tratado de Libre Comercio con Norteamérica) y el MERCOSUR (Mercado Común del Sur).

La internacionalización de los mercados plantea un problema al proceso productivo de la leche en Chile. El intercambio de productos lácteos, tanto desde como hacia nuestro país, obligará al sector a realizar el mayor esfuerzo para alcanzar, en el más breve plazo, parámetros de calidad de leche cruda compatibles y competitivos con la elaboración de productos de alta calidad, atractivos para el consumidor de cualquier parte del mundo.

La calidad de la leche cruda entendida por Romero (1996), fundamentalmente se refiere a dos características del producto: por una parte, es una medida de su riqueza en contenido de sólidos (proteína, grasa, lactosa y sales minerales), lo que va a determinar una calidad composicional y por otra parte se tiene la calidad microbiológica que se refiere a aspectos sanitarios del bovino que se reflejan en la leche (gérmenes patógenos y células somáticas) y a contaminación bacteriana que se produce a partir de la ordeña, que continúan en el estanque predial y durante el transporte a la planta lechera.

Si el país pretende ingresar sus productos lácteos a mercados más exigentes, deberá acreditar el cumplimiento de normas de calidad para poder competir, como son las Normas ISO 9000 sobre Garantía de Calidad junto con las HACCP (Análisis de Riesgo y Control de puntos Críticos) y otros dictámenes de la CEE (Comunidad Económica Europea), debiendo satisfacer los nuevos estándares de calidad higiénica y composicional, tanto de los productos lácteos como de la leche empleada en su elaboración.

La forma de mejorar la calidad de la leche implica cambios de conducta de quienes intervienen en el proceso de producción y consumo. Los productores deben preocuparse de tomar las medidas de manejo adecuadas, las plantas pagar un precio que cubra los costos que significa este manejo y el distribuidor debe preocuparse de las condiciones de almacenamiento y mantención del producto, con objeto de no perjudicar la calidad del producto final. Por lo tanto, los cambios deben realizarse con la colaboración de todos los integrantes del sector lechero: productores, plantas lecheras, distribuidores y consumidores.

Considerando esta situación es que, a contar de Junio de 1996 el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL), de la Universidad Austral de Chile ha iniciado un estudio que se denomina "MODELACION DE LA VARIACION ESTACIONAL Y REGIONAL DE LA LECHE CRUDA EN LAS REGIONES VIII A X", que cuenta con el apoyo de FONDECYT (Fondo Nacional para el Desarrollo de Ciencias y Tecnología). Su propósito es realizar un reconocimiento de las características composicionales e higiénicas que presenta la leche cruda producida entre dichas regiones. En forma paralela se plantea el desarrollo de otras investigaciones asociadas a la leche, como serían algunos factores que influyen en su composición y por ende en su calidad. Todo en conjunto, permitirá obtener un

completo perfil de la leche producida en Chile y colaborar en el gran desafío que implica mejorar la calidad de la leche.

3.2. LA LECHE Y FACTORES QUE INFLUYEN EN SU COMPOSICIÓN.

Sin duda, la leche bovina y todos los productos que de ella se derivan, constituyen una de las bases más importantes para la alimentación humana. Es el único alimento que contiene todos los elementos necesarios para mantener con vida al recién nacido y fomentar su desarrollo. Contiene proteínas, vitaminas y minerales en proporciones adecuadas para la alimentación humana (cuadro N° 1).

Cuadro N°1. Composición de la leche bovina (Alais, 1985).

Componente	%
Agua	87.5
Extracto seco total	12.7
Glúcidos: Lactosa	4.9
Lípidos	3.5
Proteínas totales	3.4
Caseína	2.7
Albúminas y globulinas	0.55
Sales minerales	0.9

La leche cruda sufre importantes fluctuaciones en los parámetros de composición y de higiene, que dependen de muchos factores. Según Mahieu (1978, citado por Casado y García, 1985), el 60% de estos factores se deben al medio ambiente y el 40% restante son propios del animal. Existen, por lo tanto, dos grupos de factores.

-Factores ambientales: Condiciones climáticas, estabulación, variaciones diarias e individuales, ordeña, mastitis, alimentación, etc.

-Factores propios del animal: Raza, edad del animal, número de partos, celos, ciclo de lactancia, etc.

El tema que corresponde analizar en éste trabajo, tiene relación con uno de éstos factores: el ciclo de lactancia, específicamente la secreción calostrál.

El ciclo de **lactancia**; término derivado del verbo latino "laclare" que generalmente se traduce como "amamantar o laclar", varía en las distintas especies; para la vaca es como término medio de un año y se relaciona con las etapas de su vida sexual (Alais, 1985; ver figura N°1). Este es uno de los factores de mayor influencia sobre la composición de la leche.

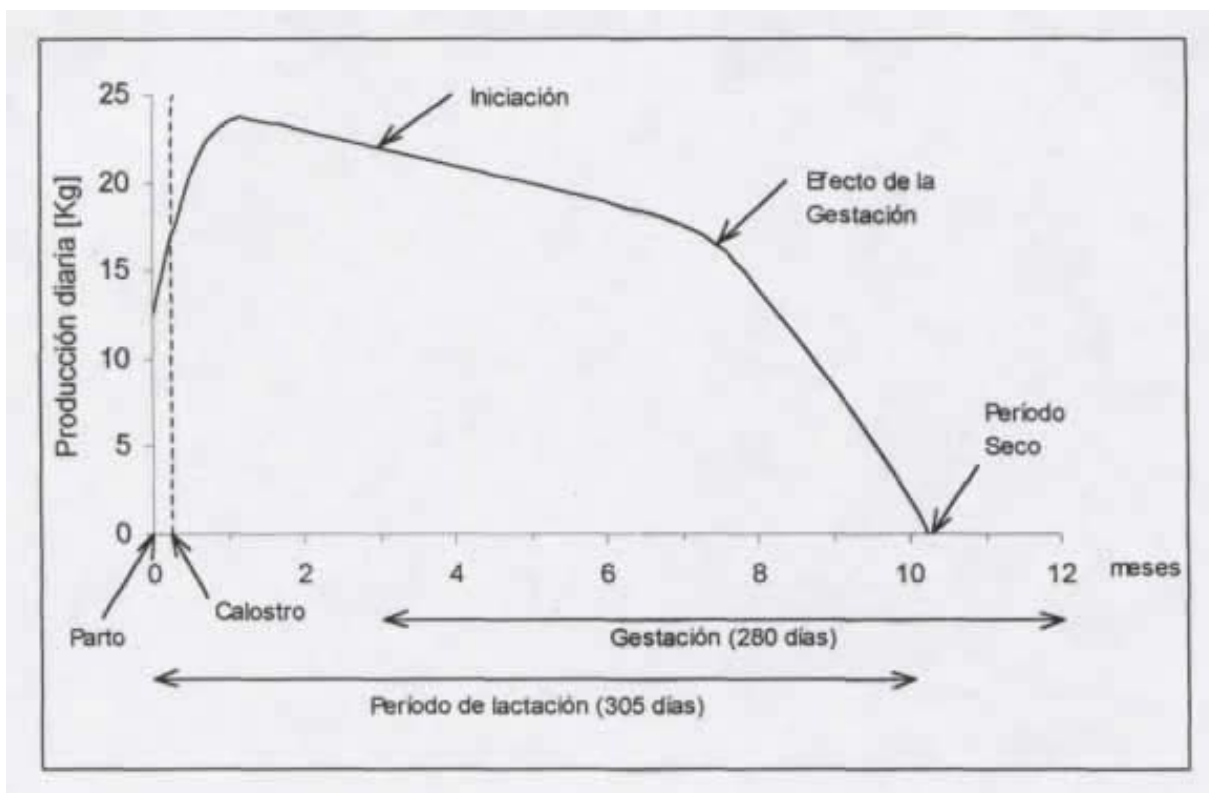


Figura N°1: Curva de lactación (Alais, 1985).

En el ciclo de lactancia se pueden distinguir dos periodos:

I.-Período de lactancia propiamente: Tras el parto, la glándula mamaria segrega un líquido cuya composición y aspecto son muy diferentes a los de la leche normal; es el calostro. En la **etapa calostrual**, la actividad de síntesis de la mama no se encuentra aún plenamente desarrollada, además el líquido secretado contiene una elevada proporción de inmunoglobulinas procedentes de la sangre. Por este hecho, el calostro tiene una propiedad especial, pues las inmunoglobulinas son anticuerpos que protegen al recién nacido contra las infecciones, sin embargo es desechada para el consumo humano. La etapa calostrual es corta, al cabo de pocos días el líquido secretado muestra ya las propiedades de la leche normal. La producción de leche tiende a aumentar durante las primeras tres a cuatro semanas de lactación y luego disminuye lentamente hasta el final de ésta, aproximadamente a los diez meses (Alais, 1985). Usualmente los animales "se secan" después de periodos lactacionales de 305 días (Cunningham, 1994).

La concentración de materia grasa y proteínas en la leche decrece rápidamente durante el primer mes para ir aumentando luego de forma progresiva, pero la producción de leche disminuye más rápidamente de lo que aumentan estos componentes, siendo tal enriquecimiento más pronunciado a partir del quinto mes de lactación. La curva de

concentración de lactosa evoluciona de manera muy diferente, tras una subida rápida durante el primer mes, se vuelve sensiblemente horizontal, hasta el final donde muestra un ligero descenso.

Al final de la lactancia, la leche se parece mucho por sus características al calostro, aumentando considerablemente la grasa, el extracto seco magro y las proteínas, disminuyendo la lactosa. Las sales minerales también aumentan, pero el potasio disminuye. El contenido de calcio, fósforo, magnesio y sodio, son mayores en el calostro y descienden rápidamente al nivel normal, para subir de nuevo al final de la lactancia, al igual como lo hacen los cloruros (Casado y García, 1985).

2.-Período seco: se ha establecido un tiempo de seis semanas como el intervalo mínimo de secado hasta el siguiente período lactacional (Cunninghams,1994).

Este período se caracteriza por tres estados funcionales progresivos: el período de activa involución o **período seco temprano; un período de involución estacionario** y un período de **calostrogénesis** o período seco tardío. El periodo de calostrogénesis comienza alrededor de 15 días antes del parto y finaliza alrededor de tres días posterior al mismo, o sea, la glándula mamaria comienza nuevamente su desarrollo durante el período seco tardío (Smith y Todhunter, 1982). El desarrollo durante el período seco tardío está caracterizado principalmente por la formación y acumulación de calostro con altas concentraciones de inmunoglobulinas. Las concentraciones de grasa, caseína, lactosa, etc., en la secreción comienzan a aumentar aproximadamente dos semanas antes del parto, durante el cual el fluido de la cisterna de la glándula se incrementa levemente. Copiosas cantidades de fluido se acumulan desde el tercer día antes del parto (Hartman,1973). Todo éste proceso está relacionado directamente con el estado fisiológico de lactogénesis.

3.3.- LACTOGENESIS.

En la lactancia se distinguen dos procesos fisiológicos claramente diferenciados: la lactogénesis, encargada del inicio de la lactación y la galactopoyesis, encargada de mantener la función de la glándula mamaria (Casado y García, 1985).

El proceso de lactogénesis, ampliamente estudiado, se define como el proceso mediante el cual las células alveolares mamarias adquieren la capacidad para producir y secretar leche (Reece, 1991). En éste proceso se distinguen dos estados (I y II): El primer estado incluye el aumento de la actividad enzimática en la glándula mamaria y la diferenciación de los organelos celulares, que coincide con una secreción limitada de leche antes del parto. El segundo estado está asociado con la abundante secreción de todos los componentes lácteos, poco tiempo antes del parto, continuando por algunos días después de éste en la mayoría de las especies (Park y Jacobson, 1993).

La secreción de leche es un intrincado proceso fisiológico condicionado por el número, tamaño y actividad de las células secretoras de la glándula mamaria y dirigida por el sistema neuro-humoral del organismo. Por lo tanto, la composición de la secreción mamaria en la primera ordeña posterior al parto, refleja los cambios funcionales, celulares, metabólicos y hormonales que han ocurrido en la glándula mamaria durante la lactogénesis (Hurley,1997).

3.3.1.-Diferenciación de la glándula mamaria.

En la vaca prepuber la glándula mamaria contiene unos pocos conductos. Después de la pubertad éstos conductos se dividen en otros más pequeños y algunos alveolos aparecen después de cinco o seis ciclos estrales. La estructura lóbulo-alveolar de la glándula mamaria comienza su desarrollo alrededor de los 150 días de preñez y su desarrollo es casi completo hacia el final de la gestación. La célula alveolar prelactacional tiene un núcleo de forma irregular y localizado centralmente, una pequeña cantidad de retículo endoplásmico rugoso (RER), pobre desarrollo del aparato de Golgi y pocas mitocondrias.

Una vez iniciada la lactogénesis, la célula alveolar tiene un núcleo aplanado y en posición basal, un extenso desarrollo del RER, un aparato de Golgi con vesículas de gran tamaño que contienen material secretor y un aumento en el número de mitocondrias (De Louis y col.,1980). O sea, las células alveolares totalmente diferenciadas presentan una polaridad, con abundantes vacuolas supranucleares, gotas de lípidos localizadas apicalmente, núcleo esférico basal y una elevada proporción de citoplasma en relación al núcleo (Akers,1985). Por lo tanto, las diferencias entre los estados I y II de la lactogénesis podrían indicar el desarrollo de un gran número de células bioquímicamente competentes.

A medida que la vaca se acerca al período seco el tejido glandular involuciona y el epitelio lácteo y alveolos se atrofian. Los restos de proteína (caseína) se degradan y disuelven y los macrófagos se encargan de limpiar los restos de tejidos. De tal situación Resulta un descenso gradual del número de alveolos activos, involución del tejido epitelial de la glándula mamaria, pérdida de la actividad secretora y aumento del estroma de tejido conectivo; sólo permanece el sistema de conductos mayores (Frandsen y Spurgeon, 1995). Al acercarse el parto, el sistema alveolar comienza a desarrollarse de nuevo. Las células alveolares se diferencian a partir de las células epiteliales del sistema de conductos y el tejido alveolar reemplaza al tejido conectivo graso. La glándula mamaria continúa creciendo durante la lactancia temprana (Kartinen,1995).

Resumiendo, Delouis y col.(1980) plantean varias etapas de la diferenciación estructural de la glándula mamaria. Secuencialmente son: formación de la estructura lóbulo-alveolar, aparición de actividad secretora específica, hipertrofia de las células epiteliales de la glándula mamaria caracterizada por una elevada síntesis y secreción de leche y finalmente, después de una elevada producción láctea, cese de la actividad sintética, seguida por desaparición de la estructura lóbulo-alveolar. Este ciclo se repite durante cada nueva lactancia.

3.3.2.- Control hormonal de la secreción láctea.

El inicio de la fase de calostrogénesis está regulada por varias hormonas. El nivel de estrógenos sanguíneos aumenta rápidamente mientras el nivel de progesterona disminuye y la secreción de prolactina aumenta. Estos cambios en los niveles hormonales gatillan el inicio de la síntesis de alfa-lactoalbúmina. El aumento simultáneo de la secreción de corticoesteroides aumenta la cantidad de retículo endoplásmico rugoso y lleva a una diferenciación del aparato de Golgi, lo cual posteriormente conduce a un aumento en la síntesis de proteínas (Kaartinen,1995).

Otras hormonas como la hormona del crecimiento (GH), mantienen la lactancia una vez comenzada; la hormona tiroidea, participa en la síntesis de proteínas; y la insulina participa en el metabolismo de la glucosa. Todas participan en mantener la producción de leche. La progesterona se ha determinado que inhibe la síntesis de lactosa en la leche, debido a que inhibe a la prolactina, en consecuencia la síntesis de alfa-lactoalbúmina y como resultado de esto la síntesis de lactosa disminuye (Kaartinen,1995). Por lo tanto, está implicada en el inicio de la secreción láctea, es decir, la caída de progesterona gatillaría la lactogénesis en presencia de prolactina y glucocorticoides.

3.3.3.-Distribución de los nutrientes durante la lactancia.

Las sorprendentes adaptaciones metabólicas (ver cuadro N°2) relacionadas con el inicio de la lactancia son un aumento considerable del consumo de alimento y agua, acompañado por hipertrofia del tracto intestinal para permitir una absorción más rápida de los nutrientes. También existe hipertrofia del hígado y corazón, disminuyendo los requerimientos en los tejidos periféricos (Park y Jacobson,1993). La vascularización del epitelio secretor mamario aumenta, activando el crecimiento y desarrollo del aparato receptor mamario. El número de capilares por unidad de área aumentan, permitiendo el transporte más efectivo de precursores lácteos hacia la célula epitelial habiendo un aumento del diámetro arterial (Gratchov y Galantsev, 1970).

La glándula mamaria funcional es el tejido más diferenciado y metabólicamente activo del organismo. El comienzo y desarrollo de la abundante secreción de leche es el período del ciclo de lactancia en el cual la capacidad del animal para coordinar la distribución adecuada de nutrientes, cumple el papel más crítico. Uno de los principales cambios ocurre en el tejido adiposo, donde el almacenamiento de lípidos está disminuido y la movilización aumentada. Otro nutriente clave es la glucosa, y cuando la glándula mamaria está en su máxima síntesis puede llegar a requerir el 80% de ésta. El nivel de gluconeogénesis en el hígado aumenta bastante y el glucógeno es movilizado. La movilización de las reservas de proteínas para obtener aminoácidos es de consideración y comprende el 25 a 27% de la proteína corporal total en la vaca lechera. El metabolismo mineral es otra área en la cual se producen grandes cambios, especialmente el calcio y fósforo (Bauman y Currie, 1980).

La distribución de los nutrientes a varios tejidos del cuerpo involucra dos tipos de control: Homeostasis y Homeorresis (Bauman y Currie, 1980). El control homeostático

implica la mantención constante del equilibrio fisiológico o las condiciones del ambiente interno del animal. Un ejemplo corresponde a la mantención de la temperatura corporal. El control homeorrético se define como los cambios coordinados del metabolismo en los distintos tejidos corporales necesarios para apoyar un estado fisiológico determinado. El ejemplo más claro de homeorresis en la vaca lechera, corresponde al inicio de la lactancia, donde se altera drásticamente el metabolismo del cuerpo para proporcionarle a la glándula mamaria una cantidad adecuada de nutrientes. Todo lo planteado anteriormente indica claramente, que la lactancia no es sólo función de la glándula mamaria.

Cuadro N°2. Adaptaciones metabólicas asociadas al inicio de la lactancia (Park y Jacobson,1993).

Función	Cambio metabólico	Tejido participante
Síntesis de leche	Utilización elevada de nutrientes	Glándula mamaria
Consumo y digestión	Consumo de agua y alimento elevado Hipertrofia del tracto gastrointestinal Capacidad de absorción de nutrientes elevada	Sistema Nervioso Central Todos los segmentos del aparato digestivo
Metabolismo de lípidos	Lipólisis aumentada Lipogénesis disminuida	Tejido adiposo
Metabolismo de glucosa	Gluconeogénesis aumentada glucogenólisis aumentada Utilización del Acetato, principalmente (Rumiantes)	Hígado Glándula mamaria
Metabolismo de las proteínas	Movilización de reservas de Proteínas	Músculo y otros tejidos corporales
Metabolismo mineral	Aumenta absorción y movilización de las reservas	Intestinos, Huesos, Hígado y riñon
Metabolismo del agua	Aumentada absorción y expansión del volumen plasmático	Intestinos, Riñones, Sistema Nervioso Central

3.4.-LA SECRECIÓN CALOSTRAL Y SU IMPORTANCIA PARA EL SECTOR LECHERO.

La secreción láctea consecutiva al parto denominada "calostro", ha sido caracterizado por largo tiempo y por muchos investigadores (Parrish y col.,1950; Senft y Rappen,1964; Heinz y Ludwig,1974; Csapo y col.,1994). Incluso se ha estudiado en una especie animal tan importante en otras partes del mundo, como es el camello (Abu-Lehia, 1989).

Esta secreción se va transformando gradualmente en la leche de composición normal, en lo que demora aproximadamente una semana (FAO,1981). Es una secreción inapropiada para el consumo humano y es prohibida su incorporación a la leche. La importancia de esto se plantea en la definición de leche: " leche, sin otra denominación, es el producto íntegro y fresco de la ordeña completa de una o varias vacas, sanas, bien alimentadas y en reposo, **exenta de calostro** y que cumpla con los caracteres físicos y bacteriológicos que se establecen" (FAO,1981). Estas características son especificadas en base a diversos valores tales como densidad, índices crioscópicos y de refracción, acidez titulable, grasa y sólidos no grasos, cantidad de leucocitos, gérmenes patógenos y presencia de antisépticos, antibióticos y alcalinos.

En Chile existen dos Decretos del Ministerio de Agricultura; el Decreto 271 (CHILE, 1978) sobre control y clasificación de leche según calidad, y el Decreto 178 (CHILE, 1979 b) donde se especifica que la leche de consumo humano debe estar exenta de calostro; estableciéndose así una base legal para tal prohibición.

La prohibición que la leche contenga calostro radica en razones de importancia. El calostro, parece ser una mezcla de la verdadera leche que se segrega al final de la lactancia y de ciertos constituyentes no difusibles del plasma sanguíneo, especialmente inmunoglobulinas y otras proteínas del suero, que se han concentrado unas diez a quince veces durante su paso por la glándula mamaria, algún tiempo antes del parto (Roy, 1972).

En sus caracteres externos el calostro difiere notablemente del aspecto de la leche normal. Su color es entre amarillento a parduzco e incluso con un tinte francamente rojizo, de consistencia viscosa y siempre turbio, emite un olor peculiar, suele tener sabor salobre, reacción débilmente acida, siendo muy rico en enzimas, sobre todo en catalasa. Coagula al ser sometido a ebullición y al dejarlo reposar se divide en dos capas, la superior más opaca y la inferior más clara (Rosell y Dos Santos,1952).

El calostro no sólo deteriora las características físicas, químicas y bacteriológicas de la leche, sino que la hace perder calidad como materia prima industrial. Posee un sabor, olor, y color distintos deteriorando estas características de la leche normal; además la hace coagular mal o simplemente no coagular por la acción del cuajo, por lo tanto desmerece posteriormente las buenas cualidades de la pasta caseosa (Rosell y Dos Santos, 1952).

Se plantea además que, al agregar calostro a leches normales, propiedades como estabilidad al calor y resistencia a la coagulación con etanol van disminuyendo a medida que el porcentaje de calostro agregado va aumentando. Agregar calostro del primer día postparto a la leche afecta en un 5 % sus propiedades tecnológicas; la secreción de los siguientes días tiene menos efecto en esas propiedades (Ibrahim,1990)

Pequeñas cantidades de calostro en la leche hacen que esta coagule fácilmente durante los tratamientos térmicos. Cuando se utilizan leches con altos niveles de proteínas globulares

(inmunoglobulinas) las plantas manufactureras de productos lácteos necesitan mayor frecuencia de lavado de los equipos, perdiendo tiempo y dinero por menor producción, debido a que las proteínas frágiles y termolábiles causan incrustaciones en los equipos (Newstead,1976). Emmons y col.(1966), describen también que las inmunoglobulinas (aglutininas) causarían agregaciones de bacterias en la leche y el aumento de la acidez local causaría que la caseína precipite alrededor de ellas, observándose impurezas en el fondo del recipiente que contiene la leche.

Si bien la leche calostrual tiene gran importancia para el recién nacido, porque le transfiere un alto contenido de anticuerpos maternos, proteínas fácilmente digestibles, grasas, minerales, vitaminas y enzimas (Kruse,1970; Foley y Otterby,1978; Oyeniya y Hunter,1978; Norcross,1982 ; Mechor y Gröhn,1992) que lo protegen de las infecciones, no es adecuada sacarla al mercado de la alimentación por sus propiedades y características modificadas respecto de la leche, procediendo esperar a que hayan transcurrido cinco días desde el parto, o bien a que la secreción mamaria haya adquirido las características propias de la leche. O sea, procede considerar anormal y desechar su comercio, a toda leche segregada poco antes del parto y primeros días consecutivos al mismo (Rosell y Dos Santos, 1952). Existen disposiciones aún más rígidas que establecen para leche de clase A, un período de rechazo del calostro de diez días después del parto (Hekmati y Niroumand, 1978).

Estas leches además presentan una composición mineral y proteínica anormal que les confiere un sabor salado característico. Su presencia en bajas concentraciones en la leche recogida no modifica las características organolépticas de la mezcla y por consiguiente no puede detectarse por análisis sensorial (FAO,1984). Estas adulteraciones sólo se detectan por métodos específicos de origen químico y físico (Newstead y Ormsby,1970; Joisel y col., 1981).

En Chile, actualmente el momento exacto en que la secreción mamaria va al consumo humano es una evaluación muy subjetiva (aproximadamente al cuarto día después del parto), dependiendo únicamente de las personas encargadas de la lechería. Se basan en características organolépticas como color, olor y consistencia. Aún más, en el Artículo sexto del Decreto 178 antes mencionado, se plantea que para verificar la ausencia de leche calostrual en la leche de plantas se debe utilizar sólo un examen visual. La problemática que surge de tal situación es que no se puede evaluar, sólo mediante características sensoriales, cuál es el momento exacto en que el calostro pasa a denominarse leche normal.

Todas las características del calostro antes mencionadas reflejan su complejidad e importancia para el sector lechero, por lo tanto el siguiente trabajo tiene como objetivos:

a) Determinar en el calostro postparto de vacas Holstein los siguientes componentes químicos:

Acidez y macrocomponentes como: sólidos totales, proteína total, caseína, proteínas del suero, lactosa y materia grasa.

Minerales: calcio total, fósforo total, fósforo no proteico, sodio, potasio y cloro.

b) Modelar la variación de los componentes antes mencionados, desde el momento del parto hasta siete días de transcurrida la lactancia.

c) Establecer diferencias significativas entre los días.

d) Establecer asociaciones entre dichos componentes químicos.

Al cumplir tales objetivos se proporcionarán antecedentes acerca de la composición química del calostro, cómo varían estas características a medida que transcurre la lactancia y cuál es la magnitud de tales variaciones. Obteniendo estos antecedentes se podrá estimar de manera más exacta, en que momento del período de lactancia temprana, el calostro deja de ser esa típica secreción y pasa a denominarse leche normal y establecer el período de tiempo en que se debe eliminar ésta secreción para el consumo humano, por sus características químicas y no sólo por su evaluación sensorial.

Esta investigación, como es parte del proyecto titulado "Modelación de la variación estacional y regional de la leche cruda en las regiones VIII y X", mencionado anteriormente, proporcionará antecedentes para elaborar un sistema de apoyo a los productores y empresas lácteas en lo referente a determinación de la calidad de la leche cruda.

4. MATERIAL Y METODOS

4.1.-MATERIAL

4.1.1.-Origen de la muestra :

Las muestras de calostro provinieron de un rebaño lechero de vacas Holstein Friesian; pertenecientes al predio Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile, Valdivia.

4.1.2.-Duración del trabajo :

Fase experimental :14 de julio de 1996 al 14 de enero de 1997

4.1.3.-Lugar de realización de los análisis :

Laboratorio de Química del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL), Universidad Austral de Chile, Valdivia.

4.2.-METODO.

4.2.1.-Obtención de las muestras:

Las muestras fueron obtenidas a partir de las tres a las diecisiete horas posterior al parto, dependiendo de la hora del parto y del horario de la próxima ordeña. Posteriormente se muestreó cada 24 hrs hasta el séptimo día de lactancia de cada vaca. El total de vacas muestreadas correspondió a diez. La alimentación de las hembras consistía en concentrado y pradera natural. El ternero permanecía con su madre por 48 horas. En el anexo 1 se presentan algunas características de la vacas muestreadas.

El calostro se obtuvo mediante ordeña mecánica, desviando el flujo hacia el tarro lechero directamente desde la unidad de ordeña, obteniéndose así el producto completo. Desde aquí, la leche calostrual se trasvasijó a un balde previamente lavado con agua a más o menos 70°C y desinfectado con agua oxigenada. En este recipiente, la secreción se homogeneizó para asegurar que la muestra sea representativa.

La muestra tomada correspondió a dos litros de calostro que fueron trasvasijados a botellas de vidrio ambar rotuladas y estériles, siendo trasladadas inmediatamente al laboratorio del ICYTAL.

4.2.2.-Conservación de las muestras:

Una vez llegada la muestra al laboratorio, se procedió a dividirla en distintas alícuotas tanto para análisis físicoquímico, microbiológico como para químico. Para el análisis químico, la muestra correspondió a 800 ml aproximadamente. Esta fue dividida a su vez en dos submuestras.

La primera submuestra, correspondió a 200 ml aproximadamente, se conservó en un envase plástico en congelación a -16°C , para ser analizada posteriormente en lo referente a fósforo total, fósforo no proteico y cloruros.

La segunda submuestra, se analizó inmediatamente, en lo referente a sólidos totales, proteína total, proteína del suero, caseína, materia grasa, lactosa, acidez titulable, sodio, potasio y calcio total. De lo contrario, se conservaron aproximadamente 100ml. de ésta submuestra con dicromato de potasio, por no más de tres días a 5°C para su análisis posterior.

4.2.3.-Métodos de análisis químico.

En el momento de realizar los análisis correspondientes, la muestra de calostro era calentada a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y enfriada lentamente hasta $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, con el objetivo de lograr una dispersión homogénea de la materia grasa. Las muestras que fueron congeladas, se dejaron a temperatura ambiente para una descongelación lenta, luego calentadas hasta $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; homogeneizadas y enfriadas a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

4.2.3.1.-Acidez: Determinación realizada según el Método Acidez Titulable en leche cruda, establecido por el Instituto Nacional de Normalización en su Norma Chilena 1738 (CHILE, 1980).

El principio se basa en que un volumen conocido de muestra (10ml) se titula con una solución alcalina de concentración determinada (hidróxido de sodio 0.1N), con ayuda de un indicador (fenoftaleína) y un patrón de color, el cual indica el punto final de la titulación. Los grados de acidez obtenidos se pueden expresar de varias maneras: como grados Dornic o porcentaje de ácido láctico, grados Soxhlet-Henkel y grados Thörner.

4.2.3.2.-Sólidos totales: Determinación realizada según el Método Gravimétrico establecido por la International Dairy Federation (FIL-IDF 21 de 1962).

El principio de este método se basa en la desecación a temperatura constante ($102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) de una cantidad conocida de muestra (3 ml) hasta una masa constante. La masa obtenida después de la desecación representa la masa de los sólidos totales, expresada en porcentaje.

4.2.3.3.-Proteínas: Debido a que las muestras de calostro de las dos primeras ordeñas post-parto presentaban alta concentración de proteínas, su análisis se realizó utilizando el Método Micro-Kjeldahl. Las muestras de los días siguientes se analizaron utilizando el Método del Amido Negro usando instrumento Pro-Milk. Por lo tanto, la determinación se realizó mediante dos métodos.

4.2.3.3.1.-Proteína total, caseína y proteína del suero: Determinación realizada mediante el Método Micro-Kjeldahl (Pinto y Houbraken, 1976).

Su principio se basa en que la muestra es digerida con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de sulfato de potasio y mercurio. El sulfato de potasio eleva el punto de ebullición del ácido sulfúrico y el mercurio actúa como catalizador; ambos por lo tanto promueven la conversión de nitrógeno orgánico en sulfato de amonio. La muestra digerida y diluida se destila en presencia de exceso de hidróxido de sodio liberando amoníaco y tiosulfato de sodio, para precipitar el mercurio como sulfuro mercúrico de color negro, evitando de esta manera la formación de amonio-óxido mercúrico. El amonio se recibe en solución de ácido bórico diluido y se titula con ácido clorhídrico 0.01N. El resultado obtenido expresa la concentración de nitrógeno en la muestra, por lo tanto se debe multiplicar por 6.38 para que exprese el porcentaje de proteína total. De esta manera se obtuvo directamente la concentración del porcentaje de proteína total en la muestra de calostro.

La determinación de las proteínas del suero y caseína se realizó determinando primero la fracción de nitrógeno no caseínico en la muestra de suero mediante el método Micro-Kjeldahl y luego por diferencia con la proteína total, se obtuvo la fracción de caseína. Pinto (1996) cita el siguiente procedimiento para determinar el nitrógeno no caseínico, cuyo fundamento está en precipitar la caseína a pH 4.6 con un tampón ácido acético acetato sódico y filtrar. Se determina después por el método Kjeldahl el contenido de nitrógeno del filtrado. Por motivo de no contar con lo necesario para realizar el método Kjeldahl se utilizó el método Micro-Kjeldahl realizando una pequeña modificación en la fórmula, como se describirá más adelante.

Procedimiento para determinar el nitrógeno no caseínico: Llevar con una pipeta unos 10 gramos exactamente pesados a un matraz aforado de 100 ml. Añadir 75 ml. de agua a 40 °C, después un ml. de ácido acético (solución). Mezclar suavemente el contenido del matraz y esperar 10 minutos. Añadir con pipeta un ml. de la solución de acetato de sodio. Mezclar de nuevo. Dejar enfriar el contenido en un matraz a unos 20 °C, completar hasta 100 ml. con agua y mezclar invirtiendo lentamente el matraz. Cuando el precipitado de caseína y materia grasa se haya depositado, se filtra a un recipiente seco. Se determina el contenido de nitrógeno en 50ml del filtrado. Se debe realizar un ensayo en blanco para comprobar los reactivos que precipitan la caseína. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Nitrógeno no caseínico (NNC) \%} = \frac{1.4007 \times N \times (V1-V0)}{M} \times 0.994 \times 2$$

siendo:

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

V1 y V2 = Volumen en ml. del ácido clorhídrico en la determinación de nitrógeno no caseínico y en el blanco (V0).

M = Masa en gramos de la leche utilizada en la determinación.

El factor 0.994 se aplica como corrección por el volumen del precipitado.

La modificación es la siguiente:

Como el método Micro-Kjeldahl utiliza 5 ml. de muestra, se toman por lo tanto 5 ml. del filtrado y se determina el nitrógeno no caseínico de la siguiente manera:

$$\text{Nitrógeno no caseínico (NNC) \%} = \frac{1.4007 \times N \times (V1-V0)}{M} \times 0.994 \times 20$$

El número 20 corresponde al factor de dilución, al tomar cinco ml. de un volumen de 100 ml. que es el volumen total de la solución.

Para comprobar que los resultados eran verdaderos después de modificar el método, se realizó una determinación con una muestra de leche cruda. Los resultados obtenidos estaban dentro de los límites aceptados para leche.

4.2.3.3.2.-Proteína total, caseína y proteína del suero: Determinación realizada mediante el Método del Amido Negro recomendado por Mc Gann y O' Connell (Pinto, 1996).

El principio se basa en que se separa la proteína no caseínica (PNC), precipitando la caseína en su punto isoeléctrico (pH 4.6-4.7) sin dilución significativa de la fracción PNC. Esto se obtiene agregando en volúmenes iguales ácido acético (33.3%), y acetato de sodio (3.33N) y en una cantidad no superior al 6% del volumen de la leche, lo que compensa la contracción en el volumen de leche debido a la separación de caseína y grasa en el precipitado, por lo que a este filtrado se le denomina suero no diluido. Cuando se ha recolectado una cantidad apropiada de suero, se determina la cantidad de proteínas utilizando equipo Pro-Milk.

Posteriormente se realizan tres lecturas:

Lectura I: Se mezclan 1ml de leche cruda más 20ml de solución de Amido Negro. Se registra su lectura en el equipo Pro-Milk en porcentaje de proteína total.

Lectura II: Se mezcla 1ml de leche más 1ml agua destilada más 20ml de Amido Negro. Se registra su lectura, la cual debe ser igual al porcentaje de proteína total de la leche más aproximadamente 0.09 debido a la dilución del exceso de Amido Negro.

Lectura III: Se mezclan 1ml de leche más 1ml de filtrado más 20ml de Amido Negro. Se registra su lectura en el equipo.

Para determinar proteína total, caseína y proteína del suero se realizan las siguientes operaciones.

Lectura I: Proteína total en porcentaje.

Lectura III-Lectura II: Diferencia Pro-Milk (DPM).

DPM+ 0.04 = proteína no caseínica (PNC) ó **proteína del suero.**

Lectura I-PNC= caseína en porcentaje.

4.2.3.4.-Lactosa: Determinación realizada según el Método de la Cloramina T, establecido por la International Dairy Federation (FIL-IDF 28A de 1974).

El principio del método se basa en la determinación del contenido de lactosa monohidratada de manera indirecta. Luego de la desproteínización de la muestra de leche, con una solución de ácido tungstíco, se agrega a una cierta cantidad del filtrado una solución de cloramina T en exceso y una solución de yoduro de potasio. La cantidad de cloramina T que no ha reaccionado con la lactosa reacciona con el yodo, lo cual se valora a través de una titulación de yodo liberado, con una solución de tiosulfato de sodio y almidón al 1% como indicador. Lo que se obtiene son los mi.gastados de tiosulfato de sodio en la titulación, la diferencia entre los mi. gastados en una prueba blanco y los mi. gastados en la muestra analizada se dividen por la décima parte del peso de la muestra (10ml) y se multiplican por un factor. El resultado expresa el porcentaje de lactosa monohidratada presente en la muestra.

4.2.3.5.-Materia grasa: Determinación realizada mediante el Método de Gerber establecido por el Instituto Nacional de Normalización en su Norma chilena 1016/1 (CHILE, 1979 a).

El principio del método se basa en la digestión de las proteínas de la leche mediante ácido sulfúrico, separación de la materia grasa por centrifugación en un butirómetro, ayudada por la adición de una pequeña cantidad de alcohol amílico. El butirómetro está graduado de manera de permitir una lectura directa del contenido de materia grasa en porcentaje.

4.2.3.6.-Calcio total: Determinación realizada mediante el Método Complexométrico (Ntailianas y Whitney, 1964).

El principio del método se basa en la determinación de calcio por retrotitulación con solución estándar de cloruro de calcio, en una alícuota de leche diluida que contiene un exceso de etilendiamino tetracetato (EDTA), usando calceína como indicador. El calcio es determinado sólo en rangos de pH 13 a 13.5.

4.2.3.7.-Fósforo total: Determinación realizada mediante el Método Espectrofotométrico establecido por la International Dairy Federation (FIL-IDF 42B:1990).

El principio del método se basa en la digestión por incineración seca de la muestra de leche. Formación de azul de molibdeno por adición de una solución de molibdato-ácido ascórbico. Medida espectrofotométrica a una longitud de onda de 820 nanómetros.

4.2.3.8.-Fósforo no proteico: Determinación realizada mediante el Método Espectrofotométrico establecido por la International Dairy Federation (FIL-IDF 42B: 1990).

El principio del método se basa en la desproteinización de la leche con ácido tricloracético (TCA) al 24% p/v. Formación de azul de molibdeno por adición de una solución de molibdato-ácido ascórbico. Medida espectrofotométrica a una longitud de onda de 820 nanómetros.

4.2.3.9.-Sodio y potasio: Determinación realizada mediante el Método Fotometría de Llama (Pinto, 1996).

El principio del método se basa en que la solución a analizar es atomizada en la llama del fotómetro. A la temperatura de la llama las sales en solución se disocian y los átomos de los metales presentes son excitados y emiten luz. Cada metal da luz a longitudes de ondas específicas. La longitud para un cierto metal es seleccionado por medio de un filtro. Esta luz es transformada en corriente eléctrica por una celda fotoeléctrica y la corriente es medida por un galvanómetro. Cuando en cada unidad de tiempo la misma cantidad de líquido es atomizada en la llama y cuando un porcentaje constante de átomos excitado, existirá una relación entre la concentración de los átomos en la solución y la lectura del galvanómetro. De este modo, la concentración de los átomos del metal puede calcularse de las lecturas del galvanómetro, usando una curva estándar.

4.2.3.10.-Cloro: Determinación realizada mediante el Método de Vohlard (Pinto, 1996).

El principio del método se basa en la precipitación de la leche por ferrocianuro de zinc y determinación de los cloruros en el filtrado agregando ácido nítrico, nitrato de plata y sulfato férrico-amónico. La valoración se realiza con una solución de sulfocianuro hasta una coloración rojo débil persistente por lo menos 10 segundos, con la ayuda de una bureta graduada.

4.3.-ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Cada análisis químico se realizó en duplicado y sus resultados fueron promediados. Luego se obtuvo el promedio, desviación estándar y mediana de las diez muestras para cada componente químico, en cada día post-parto. Los análisis estadísticos se realizaron con los resultados de cada componente químico, formando siete grupos de diez vacas cada uno. Los grupos correspondieron al número de días post-parto, en orden ascendente.

A los datos se les realizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov con el fin de comprobar la normalidad de ellos, además se les realizó la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene. Una vez realizadas éstas pruebas se procedió según los resultados a analizar los datos mediante **Métodos Paramétricos** como Andeva (análisis de varianzas) y el Test de Tukey y **Métodos No Paramétricos** como el de Kruskal-wallis y el método de Dunn (Daniel, 1978, Sokal and Rohlf, 1979).

Para estudiar las relaciones entre acidez, sólidos totales, proteína total, caseína, proteínas del suero, lactosa, materia grasa, calcio total, fósforo total, fósforo no proteico, sodio, potasio y cloro en los distintos días post-parto se utilizó el análisis de correlación. En la interpretación de estos análisis se consideraron como correlaciones asociadas estadísticamente significativas ($p < 0.05$) cuando sus valores eran mayores o iguales a + 0.24. Para realizar todos estos análisis se utilizaron los programas estadísticos STATISTICA 4.2 y Graph Pad Prism 2.0.

La representación gráfica de los datos obtenidos para cada componente químico, se realizó considerando las horas transcurridas después del parto, porque las variables medidas son muy susceptibles de sufrir una gran variación en poco tiempo, específicamente durante la primera ordeña post-parto. Desde que las vacas parieron, hasta que se obtuvo la primera muestra, pasaron entre tres a diecisiete horas, existiendo por lo mismo un amplio rango de valores. Luego se tomaron las muestras cada veinticuatro horas, considerándolas como una vez al día. Se tomaron los datos de esta manera sólo para que las curvas se aproximen más a la realidad y se pueda disminuir el error en la variación de la tendencia.

Se utilizó la planilla electrónica EXCEL 5.0 mediante la cual se obtuvieron curvas de tendencias polinómicas de orden 6. Este tipo de curva es la que mejor se ajustó a la tendencia presentada por los datos, en un período de tiempo determinado, no pudiendo extrapolarse más allá de los siete días post-parto.

5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis de componentes químicos del calostro durante siete días post-parto en diez vacas Holstein. Se presentan los promedios, desviaciones estándar y medianas, como también las curvas de tendencias mostradas por tales componentes químicos según las horas transcurridas después del parto y el análisis de correlaciones entre dichos componentes. Los resultados del análisis estadístico para determinar diferencias significativas entre los siete días post-parto se muestran en detalle en los anexos 5, 6, 7 y 8 respectivamente. Los resultados para la prueba de homogeneidad de varianza de Levene se encuentran en el anexo 4. En los anexos 1, 2 y 3 se presentan en detalle los valores obtenidos durante los siete días de lactancia, para cada vaca muestreada.

5.1.- COMPONENTES QUIMICOS DEL CALOSTRO Y PRESENTACION GRAFICA DE SUS TENDENCIAS.

5.1.1.- Sólidos totales.

En la tabla N°1 se presentan los promedios, desviaciones estándar y medianas de los sólidos totales analizados en el calostro durante siete días de lactancia. En el gráfico N°1 se muestra la curva de tendencia de éste macrocomponente según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°1: Concentración (%) de sólidos totales (promedio, D.E., mediana) del calostro de vacas lecheras (n =10) durante los primeros siete días de lactancia.

DIAS	1	2	3	4	5	6	7
Promedio	20.75	13.56	13.08	13.27	12.95	12.95	12.59
DesvEst ±	3.84	1.21	0.71	0.89	0.85	0.79	0.77
Mediana	20a	13.26ab	12.72 bc	13.13 bc	12.6 bc	13.2 bc	12.31 bc

Todas las letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medianas. (Por ejemplo, al comparar a con ab, existe una letra igual que es la a, por lo tanto, las diferencias no son significativas entre las medianas. En cambio, entre a y bc todas son letras distintas, lo que significa que existen diferencias significativas)

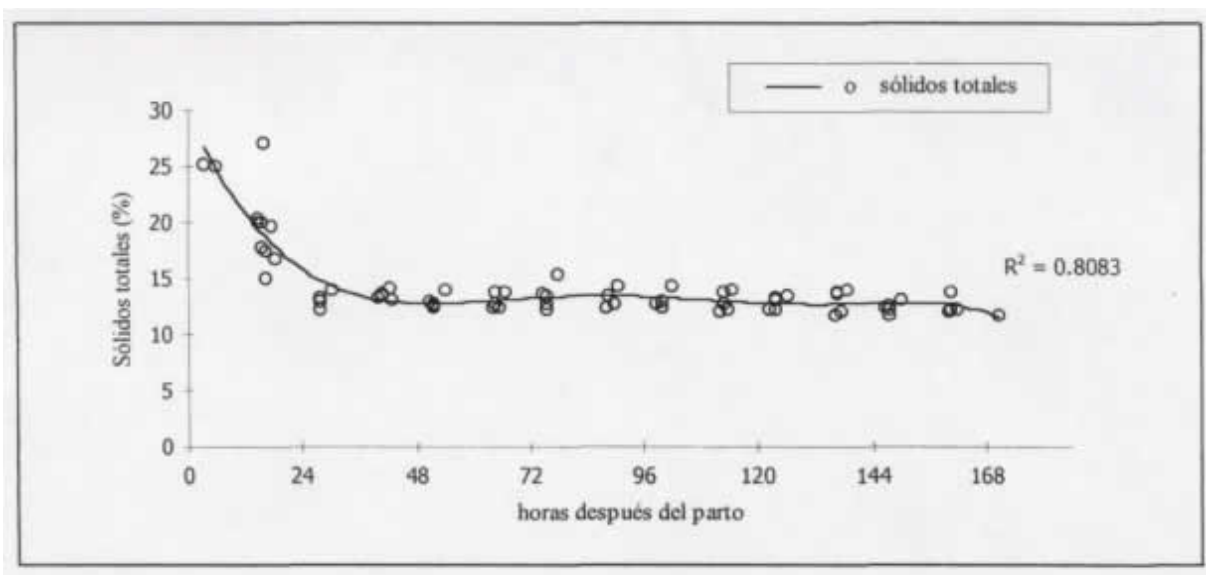


Gráfico N°1. Curva de tendencia de la concentración (%) de sólidos totales del calostro según las horas transcurridas después del parto.

Del gráfico N°1 se puede observar que la curva de tendencia para los sólidos totales comienza de manera elevada inmediatamente post-parto y desciende rápidamente. Ya a las 48 horas posterior al parto se estabiliza y prosigue de manera constante.

5.1.2.-Proteínas.

En la tabla N°2 se presentan los promedios, desviaciones estándar y medianas de las proteínas totales, proteínas del suero y caseína en el calostro, durante siete días de lactancia. En el gráfico N°2 se muestran las curvas de tendencia de estos macrocomponentes según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°2: Concentración (%) de proteína total, proteínas del suero y caseína (promedio, D.E., mediana) del calostro de vacas lecheras (n =10) durante los primeros siete días de lactancia.

DIAS	1	2	3	4	5	6	7
ProteínaT.	12.49	4.95	4.47	4.34	4.24	4.15	4.11
	3.35	0.75	0.45	0.45	0.37	0.31	0.33
	12.45a	4.82 ab	4.48 bc	4.32 bc	4.22 bc	4.15 bc	4.2 bc
ProtSuero	8.15	1.69	0.94	0.79	0.72	0.70	0.69
	2.8	0.97	0.38	0.24	0.07	0.09	0.13
	8.02a	1.84ab	0.83 bc	0.73 bc	0.72 bc	0.74 bc	0.72 bc
Caseína	4.34	3.26	3.52	3.56	3.52	3.45	3.42
	0.85	0.46	0.3	0.38	0.38	0.31	0.29
	4.08a	3.23 b	3.61 ab	3.69 ab	3.52 ab	3.42 ab	3.52 ab

Todas las letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medianas.

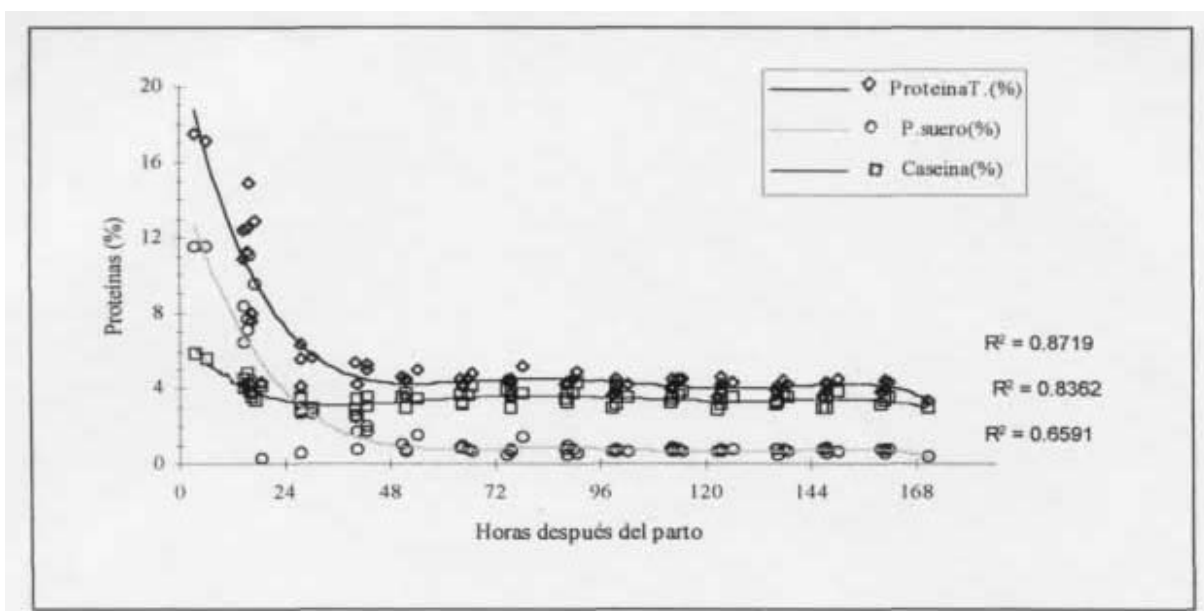


Gráfico N°2. Curvas de tendencia de la concentración (%) de proteína total, proteína del suero y caseína del calostro según las horas transcurridas después del parto.

En el gráfico N°2 se observa que las tendencias de cada una de las fracciones proteicas del calostro, se comportan de manera similar. Comienzan de manera elevada inmediatamente post-parto, para luego descender rápidamente en 48 horas y posteriormente avanzar de manera constante. La curva de tendencia de la caseína comienza más baja que la de las proteínas del suero, en el segundo día post-parto ésta situación se invierte y avanza por sobre la curva de proteínas del suero.

5.1.3.-Lactosa.

En la tabla N°3 se presentan los promedios, desviaciones estándar y medianas de la lactosa, determinada en el calostro durante siete días de lactancia. En el gráfico N°3 se muestra la curva de tendencia de éste macrocomponente según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°3: Concentración (%) de lactosa (promedio, D.E., mediana) del calostro de vacas lecheras ($n=10$) durante los primeros siete días de lactancia.

DIAS	1	2	3	4	5	6	7
Promedio	3.47a	4.45 b	4.39 b	4.56 b	4.59 b	4.69 b	4.67 b
DesvEst ±	0.37	0.28	0.25	0.23	0.2	0.19	0.22
Mediana	3.47	4.45	4.39	4.55	4.62	4.64	4,73

Letras distintas indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los promedios.

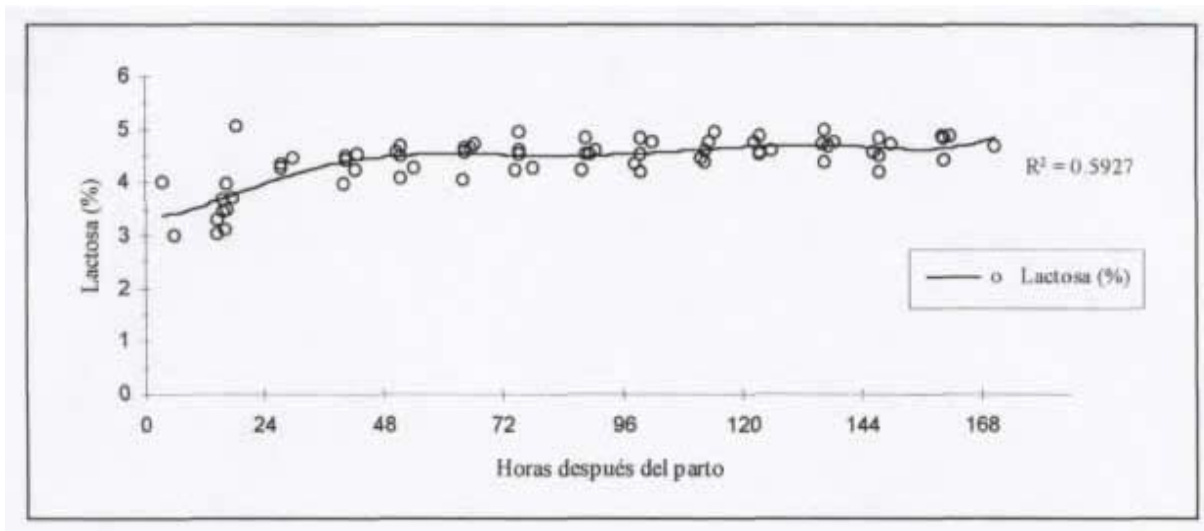


Gráfico N°3. Curva de tendencia de la concentración (%) de lactosa, según las horas transcurridas después del parto.

La curva de tendencia mostrada por la lactosa comienza baja inmediatamente post-parto, ascendiendo rápidamente para estabilizarse a las 48 horas.

5.1.4.- Sodio, Potasio y Cloro.

En la tabla N°4 se presenta los promedios (gramos/litro), desviaciones estándar y medianas de los minerales como sodio, potasio y cloro del calostro durante siete días de lactancia. En el gráfico N°4 se muestran las curvas de tendencia de éstos minerales, según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°4: Concentración (g/l) de sodio, potasio y cloro (promedio, D. E., mediana) del calostro de vacas lecheras ($n=10$) durante los primeros siete días de lactancia.

DIAS	1	2	3	4	5	6	7
Sodio	0.62 0.17 0.59 a	0.53 0.14 0.52 ac	0.50 0.16 0.52 abc	0.42 0.08 0.4 abc	0.39 0.04 0.38 bc	0.37 0.03 0.36 b	0.36 0.05 0.35 b
Potasio	1.76 a 0.25 1.75	1.74 a 0.13 1.78	1.78 a 0.1 1.78	1.81 a 0.17 1.77	1.75 a 0.08 1.76	1.76 a 0.08 1.78	1.75 a 0.06 1.77
Cloro	2.04 a 0.43 2.17	1.93 ab 0.25 1.89	1.92 ab 0.25 1.9	1.75 ab 0.25 1.77	1.65 ab 0.28 1.52	1.71 ab 0.28 1.76	1.64 b 0.26 1.61

Todas las letras distintas indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medianas o promedios comparados, según corresponda.

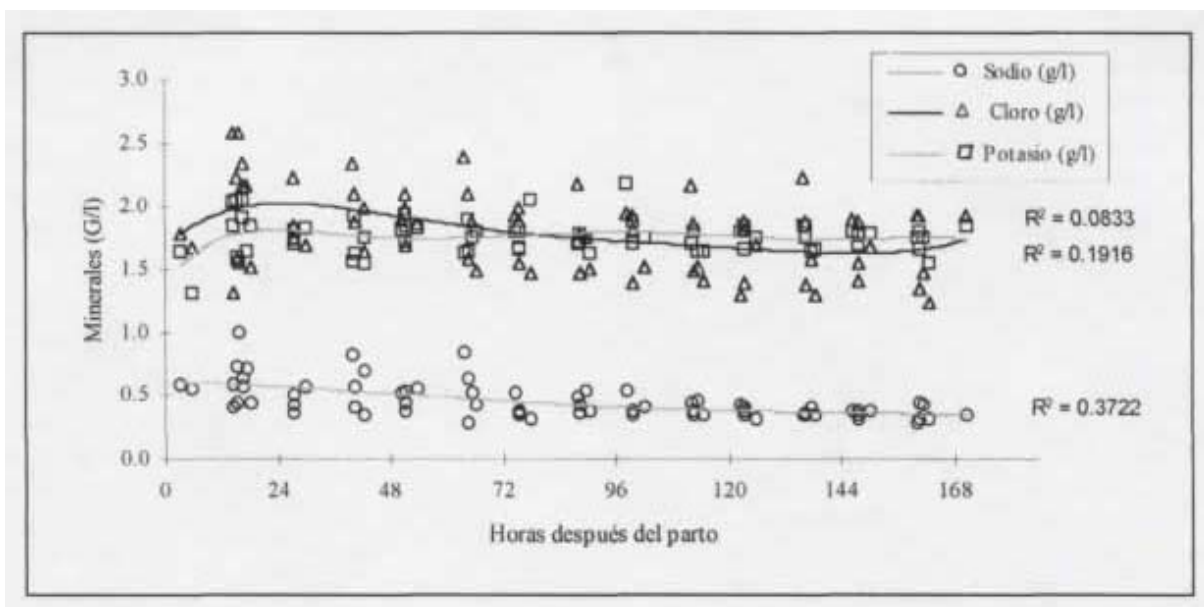


Gráfico N°4. Curvas de tendencias de la concentración (g/l) de sodio, potasio y cloro, según las horas transcurridas después del parto.

Del gráfico N°4 se observa que la curva de tendencia de sodio comienza elevada inmediatamente posterior al parto, descendiendo de manera poco pronunciada, para estabilizarse aproximadamente al quinto día. El cloro presenta una curva de tendencia también elevada el primer día, pero desciende de manera oscilante y no se puede decir que se estabiliza. El potasio, en cambio presenta una curva de tendencia muy constante.

5.1.5. Materia Grasa.

En la tabla N°5 se presentan los promedios, desviaciones estándar y medianas de la materia grasa del calostro durante siete días de lactancia. En el gráfico N°5 se muestra su curva de tendencia según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°5: Concentración (%) de materia grasa (promedio, D.E., mediana) del calostro de vacas lecheras ($n = 10$) durante los primeros siete días de lactancia.

DIAS	1	2	3	4	5	6	7
Promedio	4.24	3.72	3.77	3.88	3.78	3.78	3.5
DesvEst	1.97	0.52	0.46	0.74	0.72	0.68	0.61
Mediana	4.25 a	3.64 a	3.81 a	3.84 a	3.6 a	3.78 a	3.33 a

Letras distintas indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medianas.

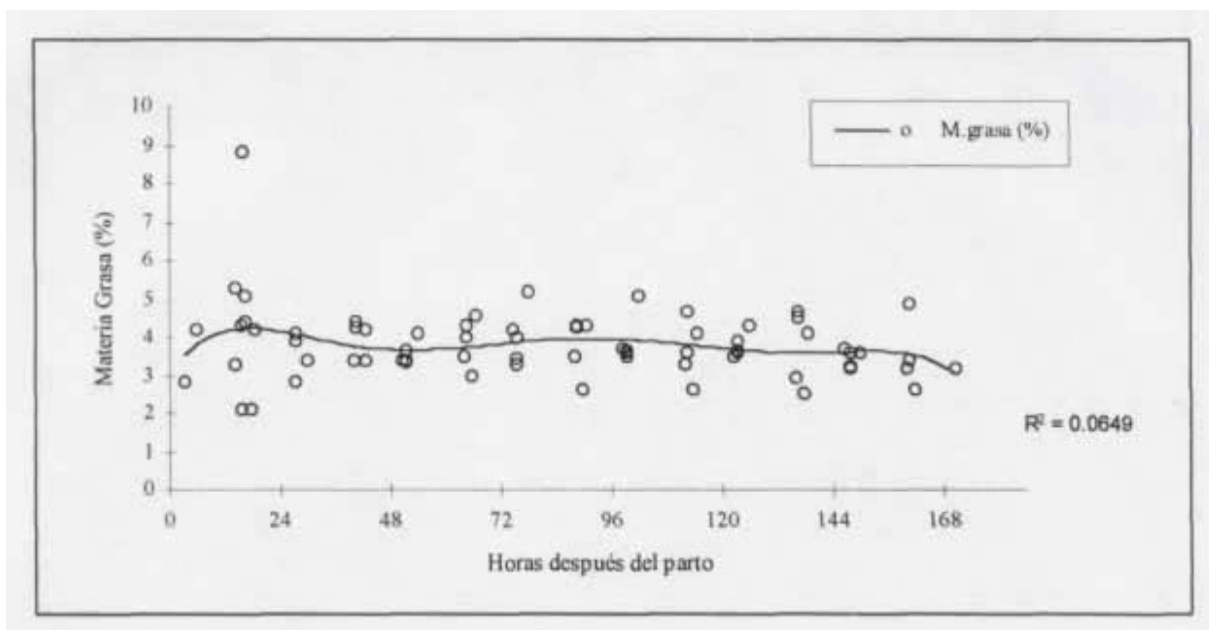


Gráfico N°5. Curva de tendencia de la concentración (%) de materia grasa del calostro, según las horas transcurridas después del parto.

La curva de tendencia de materia grasa es poco clara. Oscila de manera constante y se puede decir que presenta una leve tendencia a la baja.

5.1.6.-Calcio Total.

En la tabla N°6 se presentan los promedios (gramos/litro), desviaciones estándar y medianas del calcio total en el calostro, durante siete días de lactancia. En el gráfico N°6 se muestra la curva de tendencia de este mineral, según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°6: Concentración (g/l) de calcio total (promedio, D. E., mediana) del calostro de vacas lecheras (n=10) durante los primeros siete días de lactancia.

DIAS	1	2	3	4	5	6	7
Promedio	2.03 a	1.33 b	1.35 b	1.52 ab	1.49 ab	1.36 b	1.38 b
DesvEst ±	0.43	0.28	0.32	0.37	0.53	0.26	0.4
Mediana	1.89	1.32	1.27	1.43	1.4	1.27	1.32

Todas las letras distintas indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los promedios.

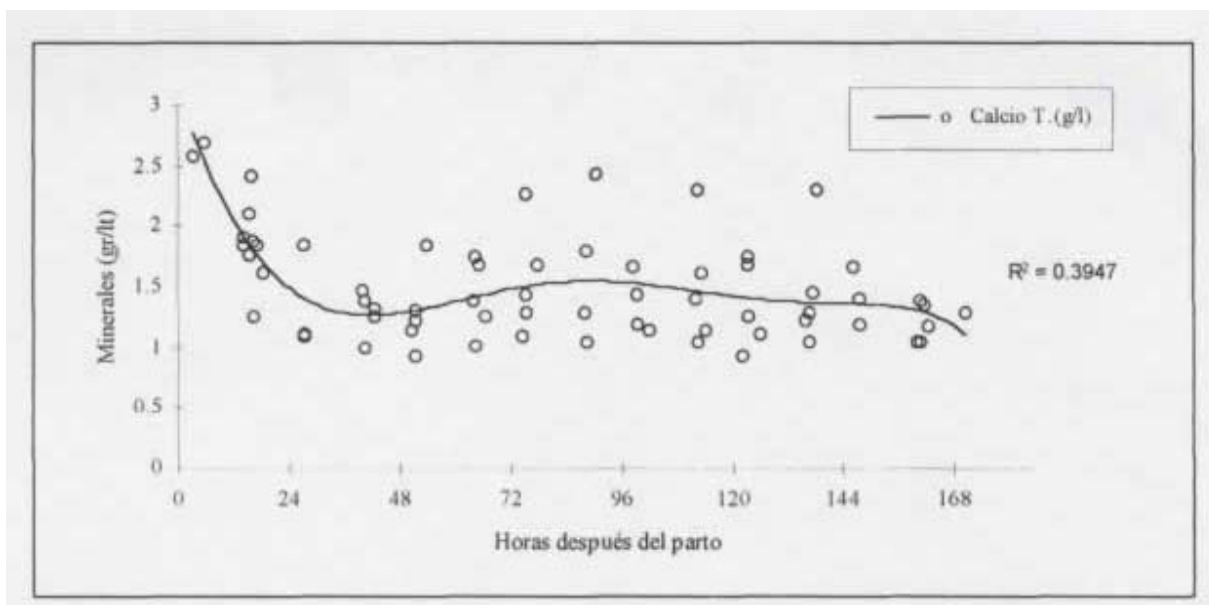


Gráfico N°6. Curva de tendencia de la concentración (g/l) de calcio total, según horas transcurridas después del parto.

En el gráfico N°6 se observa claramente que la curva de tendencia del calcio total comienza elevada inmediatamente posterior al parto y en 48 horas desciende hasta la posición más baja. Luego de oscilar tiende a mantenerse.

5.1.7.-Fósforo Total y Fósforo no proteico.

En la tabla N°7 se presentan los promedios (gramos/litro), desviaciones estándar y medianas de fósforo total y fósforo no proteico del calostro, durante siete días de lactancia. En el gráfico N°7 se muestran las curvas de tendencia de éstos minerales, según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°7: Concentración (g/l) de fósforo total y fósforo no proteico (promedio, D.E., mediana) del calostro de vacas lecheras (n=10) durante los primeros siete días de lactancia.

DIAS	1	2	3	4	5	6	7
Fósforo T.	1.33 a	0.97 b	0.96 b	1.04 ab	0.96 b	0.89 b	0.87 b
	0.36	0.28	0.18	0.21	0.2	0.19	0.21
	1.24	0.97	0.97	1.01	1.03	0.85	0.86
FosfNoP	0.28	0.44	0.42	0.46	0.42	0.38	0.38
	0.03	0.16	0.07	0.09	0.06	0.06	0.09
	0.3 a	0.47 b	0.42 b	0.44 b	0.44 b	0.38 ab	0.38 ab

Todas las letras distintas indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medianas o promedios comparados, según corresponda.

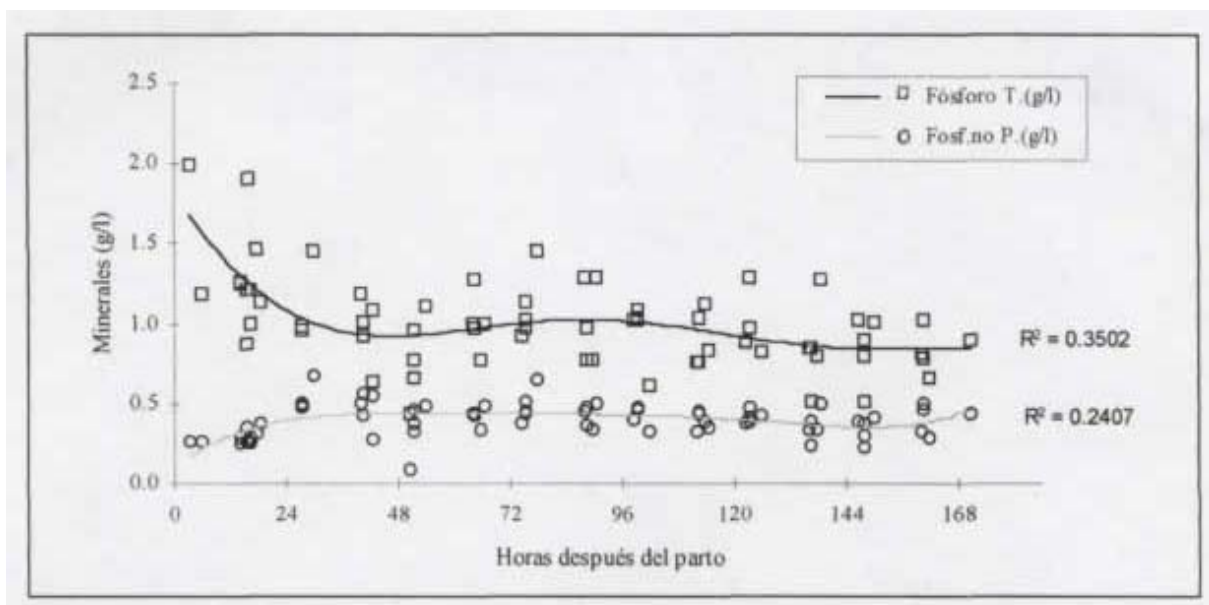


Gráfico N°7. Curvas de tendencia de la concentración (g/l) de fósforo total y fósforo no proteico, según horas después del parto.

Del gráfico N°7 se puede observar que la curva de tendencia del fósforo total comienza de manera elevada inmediatamente post-parto, luego va descendiendo y en 48 horas tiende a estabilizarse, luego de una leve oscilación. La curva del fósforo no proteico comienza de manera inversa, de bajos valores las primeras horas post-parto, asciende moderadamente y ya en 48 horas tiende a estabilizarse.

5.1.8.-Acidez.

En la tabla N°8 se presentan los promedios (Grados Dornic), desviaciones estándar y medianas de la acidez del calostro, durante siete días de lactancia. En el gráfico N°8 se muestra su curva de tendencia, según las horas transcurridas después del parto.

Tabla N°8: Grados (°D) de acidez (promedio, D.E., mediana) del calostro de vacas lecheras (n=10) durante los primeros siete días de lactancia.

DÍAS	1	2	3	4	5	6	7
Promedio	39.32 a	28.29 b	25.06 be	24.86 be	24.42 c _s	23.23 c	22.56 c 2.6
DesvEst	3.87	2.76	2.01	2.59	2.49	1.97	
Mediana							

Todas las letras distintas indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los promedios.

*: Indica correlaciones significativas ($p < 0.05$)

5.2.2.-Correlaciones entre minerales con acidez y macrocomponentes.

Tabla N°10: Coeficientes de correlación entre calcio total, fósforo total, fósforo no proteico, sodio, potasio y cloro con los valores de acidez, sólidos totales, proteína total, caseína, proteínas del suero, lactosa y materia grasa.

Variables	Variables						
	Acidez	Sólidos totales	Proteína total	Caseína	Proteínas del suero	Lactosa	Materia grasa
Calcio total	0.56 *	0.61 *	0.62*	0.59*	0.59*	-0.48 *	0.09
Fósforo total	0.49*	0.63*	0.6*	0.42*	0.59 *	-0.46 *	0.29 *
Fósf.no prot.	-0.36 *	-0.39 *	-0.44 *	-0.32 *	-0.44 *	0.31*	0.04
Sodio	0.41 *	0.49*	0.51*	0.15	0.55*	-0.61 *	0.18
Potasio	-0.01	-0.19	-0.22	-0.13	-0.22	-0.05	0.03
Cloro	0.17	0.16	0.22	-0.11	0.27*	-0.52 *	0.08

*: Indica correlaciones significativas ($p < 0.05$)

5.2.3.-Correlaciones entre minerales.

Tabla N°11: Coeficientes de correlación entre calcio total, fósforo total, fósforo no proteico, sodio, potasio y cloro.

Variables	Variables					
	Calcio total	Fósforo total	Fósf. no proteico	Sodio	Potasio	Cloro
Calcio total		0.65*	-0.06	0.37*	-0,19	0.14
Fósforo total			0.22	0.38*	-0.14	0.21
Fósforo no prot.				-0.27 *	0.05	-0.13
Sodio					-0.14	0.69 *
Potasio						0.17

*: Indica correlaciones significativas ($p < 0.05$)

6. DISCUSION

6.1.- PARAMETROS QUIMICOS DEL CALOSTRO, SUS TENDENCIAS DURANTE SIETE DIAS POST-PARTO Y CORRELACIONES.

6.1.1-Sólidos totales.

El análisis estadístico realizado a los sólidos totales, reveló la existencia de diferencias significativas entre las medianas del primer día post-parto con las demás, excepto con el segundo día. Esto indica que las diferencias más grandes se produjeron el primero y segundo día. En el gráfico N°1 se aprecia claramente la tendencia de los sólidos totales en el calostro, comienza elevada inmediatamente post-parto, disminuyendo rápidamente ya en 48 horas. Se estabilizó en un promedio de 12.5% de sólidos totales, similar a leche normal, alrededor del sexto y séptimo día. Alais (1985) establece un valor promedio en leche normal de 12.7%.

El amplio rango de valores para los sólidos totales, concuerda con lo establecido por Garret y Overman (1940, citados por Smith, 1962), Senft y Rappen (1964), Hekmati y Niroumand (1978). Lerche (1969) afirma, aún más, la gran variación de los porcentajes obtenidos en este trabajo y por los autores antes citados al establecer un rango de 33.6% a un 12.8% de sólidos totales en el primer calostro post-parto. La tendencia que plantean todos los autores revisados concuerda con lo determinado en el presente trabajo, sin embargo, el tiempo en que se estabilizan respecto a la leche normal, varía. Garret y Overman (1940, citados por Smith, 1962), determinaron que el porcentaje de sólidos totales se estabiliza en el undécimo día post-parto. Senft y Rappen (1964), a los 18 días y Hekmati y Niroumand (1978) en el quinto día. Las diferencias que existen entre los porcentajes citados por dichos autores y los de éste trabajo, tienen su causa en distintos factores como raza, clima, alimentación, número de lactancia, etc. que también influyen en la composición química de la leche.

Haciendo una comparación entre razas Holstein, Jersey, Guernsey y Ayrshire se determinó que la raza Holstein producía secreciones de más bajo contenido de sólidos totales y la raza Guernsey presentaba en la primera ordeña postparto los valores más altos. Los sólidos de la primera ordeña variaron entre un 9 % y un 33.9 % entre estas razas (Parrish y col., 1950). Otros investigadores han estudiado el efecto que tienen las estaciones del año sobre la composición del calostro, llegando a concluir que en verano los sólidos totales en el calostro presentan valores significativamente más altos que en invierno, sólo en la tercera y quinta ordeña postparto, en cambio, en la primera ordeña^os valores más significativos se presentaron en invierno (Klimes y col., 1986).

Los sólidos totales corresponden al residuo seco, expresado en porcentaje ponderal de todos los constituyentes químicos presentes en la leche cruda como son las proteínas, materia grasa, lactosa, minerales, etc, por lo tanto, el aumento o disminución en la concentración de

uno de ellos afecta el porcentaje de sólidos totales. En éste trabajo, la elevada concentración de proteínas totales del calostro y sus fracciones, la alta concentración de algunos minerales, como cloro, sodio, calcio y fósforo y a veces la materia grasa, serian las responsables directas del comportamiento de los sólidos totales durante los primeros días post-parto. Para afirmar lo anterior, es preciso observar las correlaciones presentadas entre aquellos componentes.

Un coeficiente de correlación de 0.94, bastante elevado y significativo ($p < 0.05$) se presentó entre sólidos totales y proteína total, lo mismo sucedió con la proteína del suero ($r = 0.93$); tal situación podría explicar que el alto contenido de materia seca del calostro se debe principalmente a las proteínas del suero. Con caseína y minerales como calcio y fósforo total presentó coeficientes de correlación altos y significativos ($p < 0.05$) de 0.69, 0.61 y 0.63 respectivamente.

La materia grasa es un componente que tiene un comportamiento muy irregular en el período de tiempo estudiado, a veces se presentó muy alta y otras bastante baja; sin embargo, un coeficiente de correlación de 0.41 indica una relación directa con los sólidos totales, a pesar de ser un poco bajo. El coeficiente de correlación con el fósforo no proteico ($r = -0.39$), sería secundario a la elevada concentración de proteínas. Finalmente, según Parrish y col. (1950) existe un comportamiento inverso entre sólidos totales y lactosa en el período calostrado; lo que explicaría el coeficiente de correlación de -0.72 con lactosa.

6.1.2.-Proteína total.

El análisis estadístico realizado a la proteína total determinó la existencia de diferencias significativas entre las medianas del primer día posterior al parto con los demás, excepto con el segundo día. Esta situación refleja que la mayor concentración de proteínas se encuentra durante las primeras 48 horas post-parto. Más aún, en el gráfico N°2 se aprecia claramente esta tendencia, en que la concentración de proteína total comienza inmediatamente post-parto en un porcentaje bastante elevado, estabilizándose rápidamente a medida que transcurre la lactancia, pero sus valores aún no son similares a la leche normal en el séptimo día (3.5% promedio en leche v/s 4.1% para el calostro).

La tendencia de la proteína total determinada en el presente trabajo coincide con lo planteado por varios autores, sin embargo, difieren en el momento en que la secreción calostrada se asemeja a la leche normal. Rosell y Dos Santos (1952) determinaron que sus valores se estabilizan entre el sexto y séptimo día post-parto. Hekmati y Niroumand (1978), determinaron un porcentaje de 21.8% de proteína total en el momento del parto, superior al observado en éste trabajo y sus valores también se estabilizan entre el sexto y séptimo día. Senft y Rappen (1964), en la primera ordeña determinaron un promedio de 13.07%, que se estabiliza sólo entre el décimo y duodécimo día post-parto. Heinz y Ludwig (1974), plantean que el período de transición a leche normal sería entre el sexto y décimo día post-parto. Jenness y Patton (1959) establecen que las proteínas en el calostro son el elemento que se demora más en estabilizarse respecto a la leche normal, pero a mayor número de ordeñas

post-parto, más rápido será éste cambio. Más aún, cuando las vacas son ordeñadas por un tiempo determinado antes del parto, los cambios en la composición durante los primeros días de lactancia serán menos pronunciados (Wheelock, 1980).

Muchos son los factores que afectan la composición del calostro y por ello es difícil determinar cuál es el motivo de las diferencias entre los distintos autores. Hekmati y Niroumand (1978) plantean valores de proteínas totales según distintas razas, muy elevados en el momento del parto, entre 21.8% para la raza Holstein y 24.11% en razas nativas de la India. A las seis horas postparto disminuyen a 11.29% y a las 60 horas alcanzaron valores normales de 3.5%. Esta variación está influenciada principalmente por la disminución en la concentración de las proteínas del suero. Algunas de ellas se encuentran concentradas en el momento del parto, sin embargo, las inmunoglobulinas son las más abundantes (Porter y Conrad, 1967). Según el número de lactancias, Muller y Ellinger (1981) determinaron que las proteínas totales son considerablemente más bajas en el calostro de vacas de segunda lactancia que en la primera o con más de tres.

Las correlaciones más destacadas con la proteína total fueron, las proteínas del suero con un coeficiente de correlación alto y significativo ($p < 0.05$) de 0,99. Esta situación está afirmando que el elevado porcentaje de proteínas en el calostro en los primeros días postparto, se debe casi exclusivamente a las proteínas del suero y dentro de éstas a las inmunoglobulinas. Auld y col.(1993), plantean que es la alta concentración de IgG 1 la responsable de tal situación.

Un coeficiente de correlación de -0.8 con la lactosa refleja claramente una asociación inversa entre ambos componentes en el calostro. Abdelalim (1988), estudiando la relación entre los diferentes componentes de la leche también establece una relación antagónica entre proteínas y lactosa. La síntesis de proteínas en la glándula mamaria está estrechamente relacionada con la síntesis de lactosa, ya que se sintetizan dentro del mismo compartimento de la célula secretora. A medida que aumenta la síntesis de lactosa, las proteínas disminuyen y la producción de leche aumenta. La lactosa es el componente osmótico más importante en la leche, aproximadamente el 40% de la presión osmótica deriva de ella, y su disminución lleva a un disturbio en el balance osmótico entre leche y sangre (Peaker, 1980).

6.1.3.-Caseína.

La caseína, en el análisis estadístico presentó diferencias significativas sólo entre las medianas del primer día post-parto con el segundo día, o sea, las mayores diferencias se produjeron el primer día. En el gráfico N°2, se observa claramente su tendencia, que comienza de manera elevada el primer día posterior al parto y desciende suavemente hasta que sus valores se hacen más o menos constantes en 48 horas. En el séptimo día post-parto presenta un porcentaje promedio de 3.4%, pero aún no es similar a la leche normal, la cual presenta un valor de 2.7% de caseína, como promedio (Alais, 1985).

Si se considera la tendencia que presenta la caseína según el volumen total de calostro analizado, coincide con lo planteado por los autores revisados; pero los porcentajes promedio de los primeros días y el momento en que sus valores se hacen similares a la leche normal, varían. Engel y Schlag (1924, citado por Davis, 1953), determinaron porcentajes de 5.08% de caseína inmediatamente post-parto, estableciendo un período de transición a leche normal entre el segundo y quinto día post-parto. Lerche (1969) determinó un rango de 7.67% a un 3.0% en el primer calostro post-parto con un porcentaje de 2.62% de caseína el segundo día, siendo similar a la leche normal. Senft y Rappen (1964), determinaron valores de 5.72% en la primera ordeña posterior al parto, pero se presentaron porcentajes similares a la leche normal en el decimocuarto día. Heinz y Ludwig (1974) establecieron un rango de valores entre 3.63% y 9.1% de caseína en la primera ordeña post-parto, que resume lo sucedido en éste trabajo. Las diferencias entre los resultados de los distintos autores y con el presente estudio se deberían a factores como raza, número de lactancia, etc.

Se ha establecido por varios autores (Kisza y Sobina, 1963; Senft y Rappen, 1964; Heinz y Ludwig, 1974, Hekmati y Niroumand, 1978) que el calostro de vacas Jersey tendría una concentración muy alta de caseínas, comparadas con otras razas. También se plantea una variación según el número de lactancia, siendo mayor el porcentaje de caseína en calostro de vacas que están en su primera lactancia (Sood y col., 1980).

Si bien todos los autores citados plantean que el porcentaje de caseína es más elevado en el momento del parto, lo cual coincide con lo planteado en éste trabajo, al considerar el porcentaje de caseína en relación a la proteína total, aquello cambia. Es preciso calcular el denominado **índice de caseína** (Alais, 1985; es la relación entre el porcentaje de nitrógeno caseínico sobre el porcentaje de nitrógeno total, y en leche normal varía entre 74% y 79%). En éste trabajo se obtuvo, en el primer día post-parto un valor de 34.7% de caseína total, el segundo día un 67.72% y el tercer día un 78.9%. Kisza y Sobina (1963), determinaron a las 20 horas post-parto un 64.4% y a los cuatro días un 74.58%. Sood y col. (1980) plantean incluso que éste índice aumenta con el número de lactancias.

Sin dejar de considerar los factores propios del animal o externos que pueden influir en el porcentaje de caseína, se puede decir que la elevada concentración en el momento del parto tiene como causa directa el hecho que las proteínas sintetizadas por las células secretoras se van acumulando en la glándula mamaria durante el período seco y sólo alcanzan su máxima síntesis cinco días después del parto, para luego disminuir hasta el final de la lactancia (Larson y Kendall, 1957). Según Larson (1958), las y-caseínas aumentarían desde 14 días preparto, para llegar a su máxima síntesis en el momento del parto. Con las a-caseína y p-caseína sucede lo contrario, disminuyen paulatinamente durante el período seco, para llegar a su mínima concentración en el momento del parto. Rápidamente aumentan a un nivel más o menos constante hasta el quinto día posterior al parto.

EL desarrollo y diferenciación de las células secretoras es fundamental para sintetizar caseínas durante éste período, demostrado por un coeficiente de correlación de 0.68 entre

caseína y epitelio secretor maduro (Akers y col., 1977), o sea, a medida que van aumentando las células diferenciadas las caseínas aumentan. Se puede agregar que la biosíntesis de caseínas se encuentra inducida y estimulada por la prolactina, que se fija sobre un receptor de la membrana de la célula secretora. La progesterona limita fuertemente ésta inducción, mientras que los glucocorticoides, que solos son inactivos, amplifican los efectos de la prolactina (Alais, 1985).

El análisis de correlaciones destaca la asociación directa ($p < 0.05$) entre caseína y minerales como calcio y fósforo ($r = 0.59$ y $r = 0.42$), estrechamente unidos a ella, ya que participan en el fenómeno de la coagulación. Grandison y col. (1984), obtuvieron coeficientes de correlación superiores a los que se presentan aquí, entre caseína con calcio y fósforo total de 0.814 y 0.694, respectivamente; lo que reflejaría el rol estructural que cumplen en la micela de caseína. Las diferencias entre dichas correlaciones se deberían al hecho que Grandison y col. (1984) consideró un período de sesenta días post-parto con un mayor rebaño muestreado. El período calostrual se caracteriza por la alta concentración de proteínas, tanto las proteínas del suero (discutidas más adelante) como las caseínas, determinándose una relación directa ($p < 0.05$) entre ellas ($r = 0.61$). Más aún, Grandison y col. (1984) determinaron una relación directa entre α -caseína y β -caseína con α -lactalbúmina y κ -caseína con α -lactoglobulinas ($r = 0.597$; $r = 0.523$ y $r = 0.547$ respectivamente).

6.1.4.-Proteínas del suero.

Las proteínas del suero presentaron diferencias estadísticamente significativas, entre las medianas del primer día post-parto con los demás, excepto con el segundo día. O sea, las diferencias más destacadas se presentaron entre los primeros dos días post-parto con los demás. En el gráfico N°2 se observa tal situación, en que la curva comienza con porcentajes elevados en las primeras horas post-parto y va disminuyendo a medida que transcurre la lactancia, para estabilizarse en valores de 0.69% de proteínas del suero en el séptimo día. Sin embargo, comparándolo con la leche normal, que presenta un promedio de 0.55% (Alais, 1985), es levemente superior.

Esta fracción de las proteínas totales han sido ampliamente estudiadas por el rol que juegan las inmunoglobulinas en la salud y sobrevivencia de las crías recién nacidas. Parrish y col.(1950), Larson y col.(1956), Larson y Kendall (1957), Senft y Rappen (1964), Hartman (1973), Heinz y Ludwig (1974), Hekmati y Niroumand (1978), Oyeniyi y Hunter (1978) describen la tendencia de las proteínas del suero igual a la determinada en éste trabajo, sin embargo, los porcentajes promedio en los primeros días y el momento en que el calostro se transforma en leche normal, varían. Por ejemplo, Senft y Rappen (1964) determinaron un promedio en la primera ordeña post-parto de 7.33% y se normalizaron al quinto día. Hekmati y Niroumand (1978) determinaron un promedio de 15.25% en el momento del parto, el más alto encontrado en la literatura y se normalizaron entre el quinto y séptimo día.

Se puede agregar que la amplia variación de resultados estaría influenciada por muchos factores, planteados anteriormente, y que afectan también a la leche normal, por lo mismo difíciles de determinar. Según la época del año Klimes y col.(1986) determinaron una concentración significativamente más alta de proteínas del suero en invierno versus el verano, lo que correspondió también con una mayor concentración de inmunoglobulinas. Sood y col (1980) establecieron por su parte que vacas en su cuarta lactancia tenían una mayor concentración de proteínas del suero en el calostro comparadas con las de primera lactancia. Si se considera que la IgG₁ es la más representativa del calostro (Auldust y col.,1993), se han determinado diferencias entre razas e individuos de la misma raza. Müller y Ellinger (1981) plantean que la concentración de IgG₁ en el calostro de vacas Holstein varía bastante entre individuos, pero generalmente es más baja que en otras razas lecheras.

El comportamiento de las proteínas del suero, durante el inicio de la lactancia, es explicado por Porter y Conrad (1967), quienes plantean que los cambios en la concentración de proteínas del suero se comportan como un proceso bifásico. La primera fase se considera como el pool de proteínas sintetizadas, aproximadamente 14 días previo al parto, y almacenadas en la glándula al momento del parto. Se diluyen con el tiempo, como resultado de la nueva secreción mamaria sintetizada que entra al espacio alveolar y cisterna. Se determinó un tiempo de 60 horas post-parto para que las proteínas almacenadas pre-parto desaparezcan totalmente. Todas las fracciones se encuentran elevadas al momento del parto, pero las inmunoglobulinas representan el porcentaje más alto. Larson y Kendall (1957) determinaron que representan un 82% de la proteína total del suero. La segunda fase corresponde a un aumento gradual en la síntesis de proteínas del suero, con los ajustes en el porcentaje de sus cuatro principales fracciones. Las inmunoglobulinas y albúminas del suero sanguíneo disminuyen rápidamente, las α -lactoalbúminas y β -lactoglobulinas van aumentando lentamente hasta alcanzar un nivel más o menos estable entre los diez y catorce días postparto. En resumen, se dice que en las 60 horas post-parto se mezclan dos procesos: una dilución y la síntesis de nuevas proteínas.

Durante los primeros días post-parto, mientras la producción de caseína va aumentando, la disminución simultánea en la producción de proteínas del suero ayuda a mantener el nivel de proteína total más ó menos constante, ó provocan su disminución. Estudios de las proteínas del suero sanguíneo han indicado que, en pocos días previos al parto, algunas de las proteínas sanguíneas inmunes específicas disminuyen notoriamente. Tanto como 10 a un 30 % del total de proteínas del suero sanguíneo pueden perderse en tal momento, siendo responsables de la alta concentración de inmunoglobulinas en el calostro al momento del parto (Larson y col.,1956). Estas inmunoglobulinas son reemplazadas en la sangre por la hembra en el momento en que su producción de leche va aumentando rápidamente. Si los nutrientes que proporcionan aminoácidos esenciales o nitrógeno para la síntesis de proteínas están restringidos durante aquel período, se produce una competencia entre la glándula mamaria y la producción de inmunoglobulinas en la sangre, que llevan a una disminución de las proteínas en la leche. Los requerimientos del animal por aminoácidos y energía que acompañan a ésta síntesis, son altos. Por lo tanto, la vaca necesita alrededor del parto dietas

equilibradas que les proporcione un nivel adecuado de proteínas o nitrógeno, porque sus requerimientos son los más altos (Larson y col., 1956).

Durante éste periodo la hembra está bajo el efecto de ciertas hormonas, como la prolactina, que estimula la síntesis de proteínas del suero, ya sean las β -lactoglobulinas o α -lactoalbúmina, que son las más importantes en la leche (Alais, 1985). Las inmunoglobulinas y albúminas del suero serían filtradas desde la sangre a la leche (Kaartinen, 1995). Sin embargo, se ha discutido mucho acerca de que las inmunoglobulinas aumentan debido a una producción local o por transferencia desde la circulación sanguínea. Se producen de ambas maneras: las IgG en gran parte son transferidas desde la sangre, mientras que IgA, IgM y una parte de las IgG son producidas en el epitelio de la glándula mamaria. Se ha postulado que la IgG I sería una mezcla de IgG1 producida localmente y moléculas transferidas desde el suero sanguíneo (Norcross, 1982). La concentración de β -lactoglobulinas y α -lactoalbúmina, presentes al parto, indican que las células epiteliales del alveolo mamario están sintetizando y secretando activamente proteínas preparto (Porter y Conrad, 1967)

En lo que respecta a las correlaciones, una relación inversa se determinó entre las proteínas del suero y lactosa, cuyo coeficiente de correlación de -0.82 que es superior al determinado por Grandison y col. (1984), quienes estimaron un valor de -0.653 . Con el sodio estimaron un coeficiente de correlación significativo ($p < 0.05$) de 0.526 similar al determinado en éste trabajo ($r = 0.55$). Las relaciones con calcio y fósforo total ($r = 0.59$ con ambos minerales), serían secundarias a la alta concentración de caseínas en el calostro. Hartmann (1973) establece que la marcada disminución de las proteínas del suero post-parto está relacionada con el aumento de lactosa y caseína, o sea, existe entre ellos una relación inversa.

6.1.5.-Lactosa.

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje promedio del primer día post-parto con los demás días del estudio. Esto se puede observar en el gráfico N°3, donde el promedio de lactosa más bajo se obtuvo el primer día posterior al parto, con un rango que fluctuó entre 3% a 4% y a medida que transcurrió la lactancia, fueron aumentando lentamente, hasta llegar a un porcentaje promedio, en el séptimo día post-parto, inferior al que presenta la leche normal, (Alais, 1985; establece un promedio de 4.9% de lactosa en leche normal, variando entre 4.8% y 5%).

La tendencia determinada durante los primeros siete días post-parto correspondió exactamente con lo establecido por Parrish y col. (1950), Senft y Rappen (1964), Heinz (1974), Wittenburg y col. (1974), Akers y col. (1977), Ahrné y col. (1983) y Grandison y col. (1984). Sin embargo, los promedios de lactosa en la primera muestra de calostro post-parto y el momento en que la secreción calostrual se asemeja a la leche normal, varían entre los diferentes autores citados. En la primera ordeña Parrish y col. (1950), obtuvieron un 2.7% de lactosa, y se estabilizaron en el séptimo día aproximadamente. Wittenburg y col. (1974), obtuvieron un 3.22% y se estabilizaron en el octavo día. Klimes y col. (1986), determinaron valores de 1.91%

y 1.67% inmediatamente post-parto y hasta el quinto día de análisis aún no eran normales.

Los porcentajes promedio de lactosa, en la primera muestra de calostro post-parto, son menores a los establecidos en el presente estudio y factores que pueden estar influyendo en la variación de la composición del calostro, son muchos. Parrish y col.(1950) determinaron que la primera muestra de calostro post-parto de vacas de raza Holstein contenía una mayor concentración de lactosa que vacas Guernsey y tales diferencias se hacían mínimas a medida que la secreción se asemejaba a la leche normal. Klimes y col.(1986) por su parte determinaron que la concentración de lactosa del calostro es significativamente más baja en invierno que en verano.

A pesar de los factores antes mencionados, el comportamiento que presenta la lactosa en el período pre y post-parto, es característico y Kuhn y col. (1980) lo describen de la siguiente manera: antes del inicio de la lactancia, la lactosa aparece en la glándula mamaria y orina, en baja concentración, debido a pequeñas olas de síntesis en el período cercano al parto. En la mayoría de las especies, la síntesis comienza un día o dos antes del parto y la lactosa se va acumulando a medida que el éste se aproxima, pero en los primates ocurre sólo uno o dos días después de nacer. Las olas de síntesis continúan después de un abatimiento temporal de la actividad sintética debido a la acumulación de productos en la glándula mamaria. Se ha demostrado que existe un control local de la síntesis de leche (Rao y col., 1975). Después del parto la madre experimenta un aumento sostenido en la producción de leche y de lactosa, la cual llega a su máxima producción en un tiempo determinado según las distintas especies. La lactosa tiene además una variación durante el día y cesa su síntesis de manera abrupta si el animal no consume alimento. Los días en que ocurre éste proceso corresponden a 15 días antes del parto, donde alcanza su mínima concentración de menos de un 1%, aumenta posteriormente y tres días después del parto llega a niveles presentes en leche normal (Hartmann, 1973). Su máxima producción se alcanzaría aproximadamente un mes después del parto (Alais, 1985).

La glándula mamaria sintetiza la mayoría de los componentes que forman la leche, entre ellos la lactosa, que es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de galactosa. Si la lactogénesis es el proceso por el cual la célula alveolar mamaria adquiere la capacidad de síntesis (Reece,1991), la producción de lactosa es un proceso que depende del desarrollo, madurez y diferenciación de ese tejido mamario. Akers y col.(1977) plantean en su estudio realizado en el período de dos días pre-parto y dos post-parto, la existencia de una asociación negativa entre síntesis de productos y porcentaje de epitelio inmaduro (clasificado por ellos como aquel tejido cuyas células alveolares presentan un núcleo heteromórfico e irregularmente ubicado en la célula, además de contener muy pocas gotitas de lípidos y una relación núcleo citoplasma muy grande. El epitelio maduro se caracteriza por contener un nucléolo prominente, núcleo basal y Aparato de Golgi muy desarrollado). Ellos determinaron un coeficiente de correlación negativo de -0,8 entre concentración de lactosa y epitelio inmaduro. Esto demuestra que para que la glándula mamaria sintetice los diferentes componentes, no solamente lactosa, necesita una madurez y desarrollo de su epitelio secretor

adecuado, por lo tanto, la síntesis de lactosa estaría limitada en el período periparto por ésta razón.

Akers y col.(1977) plantean otro factor que limitaría la síntesis de lactosa que sería la inhibición de la lactosa sintetasa, una enzima que participa en la síntesis de lactosa, y que está constituida por dos partes, la galactocyltransferasa y la proteína α -lactoalbúmina. Esta inhibición se debería, a su vez, a una baja concentración de α -lactoalbúmina en el período del parto producto de hormonas como progesterona, que retardan su producción y la prolactina o lactógeno placentario que la inducen (Kuhn y col., 1980). Larson (1958) determinó en su estudio que la α -lactoalbúmina se encuentra en su más baja concentración, aproximadamente una semana antes del parto y a medida que éste se acerca, va aumentando. Mellenberger y col. (1973) reafirman lo anterior, al determinar que el mayor aumento de la capacidad biosintética de lactosa y otros componentes, se produce en un período que va entre siete días pre-parto y siete días posterior a él. Sin embargo, la mayor capacidad de síntesis de la glándula mamaria se manifiesta sólo dentro de los 40 días post-parto.

El inicio de la lactancia, implica también una serie de cambios metabólicos relacionados directamente con la síntesis de lactosa. Un nutriente clave en éste período de lactancia es la glucosa y la glándula mamaria en su período de máxima secreción puede llegar a requerir sobre el 80% de ésta, para sintetizar lactosa. El hígado como respuesta a las necesidades de síntesis de lactosa, comienza a aumentar considerablemente la gluconeogénesis, movilizandando el glucógeno. Todos los tejidos corporales en general, se adaptan para suministrar glucosa a la glándula mamaria, aumentando el uso de lípidos como fuente de energía y desviando la glucosa hacia la glándula mamaria (Bauman y Currie, 1980).

Para poder hablar de correlaciones entre la lactosa y los demás componentes del calostro, es necesario saber algo acerca de lo que sucede con ellos en la leche. En la leche normal se pueden distinguir tres fases: emulsión, de materia grasa; suspensión, de caseína ligada a las sales minerales y la solución o "fase hídrica", que forma el medio más voluminoso y continuo (Alais, 1985). La fase hídrica puede considerarse como formada por el conjunto de sustancias disueltas en el agua, cualquiera sea el tamaño de sus moléculas (incluidas las proteínas solubles), o únicamente por las sustancias de bajo peso molecular, principalmente la lactosa y las sales minerales que constituirían la solución verdadera. En esta fase, la lactosa y sales minerales tienen una propiedad importante, que es la constancia de su composición molecular. La cantidad total de moléculas no disociada y de iones, en la unidad de volumen lácteo, varía poco. Es la consecuencia de un hecho fisiológico: la presión osmótica de la leche en la glándula mamaria es semejante a la del suero sanguíneo (aproximadamente 300 mOsm/kg), y asimismo casi constante (Kartinen, 1995).

Esta fase de la leche se desarrolla de la siguiente manera: la lactosa sintetizada en el Aparato de Golgi de la célula alveolar y su secreción a través de la membrana apical lleva al desarrollo de un gradiente osmótico. El agua que atraviesa fácilmente esta barrera fluye desde el plasma hacia la cavidad alveolar, las sales difunden a favor del gradiente en la fase lactosa-

agua. Existe un movimiento activo de sodio desde las vesículas de secreción hacia la sangre, y para que el transporte no modifique el gradiente eléctrico, el potasio es intercambiado por sodio. Así el potasio se acumula en la leche. Otra parte del sodio es transportado pasivamente junto con el cloro para mantener la neutralidad eléctrica y una óptima concentración de cloro en la leche (Kaarinen, 1995).

De tal proceso se puede deducir que si la concentración de lactosa en el calostro es baja, como sucede en los primeros días post-parto, el sodio y cloro aumentan y el potasio disminuye, para mantener el equilibrio osmótico. Esto nos permite explicar los coeficientes de correlación significativos ($p < 0.05$) de -0.61 con el sodio y -0.52 con el cloro, sin embargo, con el potasio no hubo una correlación significativa. Grandison y col. (1984) obtuvieron un coeficiente de correlación significativo ($p < 0.05$) de -0.88 entre lactosa y sodio, muy superior al obtenido en el presente trabajo. Con el potasio, fue diferente ya que obtuvieron un coeficiente de correlación significativo ($p < 0.05$) de 0.52; contrario al determinado aquí. Las diferencias en los resultados pueden deberse al hecho que Grandison y col. (1984) realizaron su estudio durante sesenta y tres días post-parto y con un volumen de muestras mayor. Las demás correlaciones serían secundarias a la elevada concentración de proteínas, siendo difíciles de determinar.

6.1.6.-Sodio, potasio y cloro.

El análisis no paramétrico aplicado al sodio determinó que existían diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medianas del primer día post-parto con las del quinto, sexto y séptimo día y además entre la del segundo día con las del sexto y séptimo, o sea, las diferencias más marcadas ocurrirían en los dos primeros días, reflejado claramente en su tendencia mostrada en el gráfico N°4, que comienza alta y va disminuyendo suavemente a medida que transcurre la lactancia.

En el caso del potasio, se determinó que no existen diferencias ($p < 0.05$) entre los promedios de los siete días post-parto. La tendencia presentada en el gráfico N°4 muestra que es constante. Para el cloro se determinó que existían diferencias ($p < 0.05$) sólo entre el promedio del primer día post-parto con el séptimo día. La tendencia presentada en el gráfico N°4 muestra una elevada concentración de cloro el primer día post-parto, para luego ir disminuyendo suavemente.

Autores como Jenness y Patton (1959) Pinto (1978) y Alais (1985) citan los siguientes valores promedio para estos minerales en leche normal, en .gramos por litro, sodio (0.5 ; 0.35 y 0.5); potasio (1.45; 1.97 y 1.6) respectivamente y cloro 1.0 g/l (Jeness y Patton, 1959) y 1.1 g/l (Alais, 1985). Si se comparan los valores obtenidos en éste trabajo con los de los autores citados, se puede concluir que la concentración de cloro en el séptimo día post-parto aún es superior a la determinada en la leche; el sodio, en el segundo día ya presenta una concentración igual a la leche normal y la concentración de potasio durante los siete días post-parto está dentro de los valores citados anteriormente.

Las tendencias mostradas por los tres minerales coinciden con los resultados presentados por Kiszka y col. (1964), Senft y Rappen (1964), Senft y Rappen (1968), Klimes y col. (1986) y Amaral y col.(1988). Además, todos coinciden en establecer que la concentración de sodio y cloro es más elevada en el calostro que en leche. Jenness y Patton (1959), Garret y Overman (1940, citado por Smith, 1962) y Heinz y Ludwig (1974) establecen, en cambio, que la concentración de potasio es baja inmediatamente post-parto y luego aumenta.

Los valores promedio varían significativamente entre los autores citados y los determinados en éste trabajo , haciendo que el tiempo de transición a leche normal también varíe. Senft y Rappen (1964) determinaron un porcentaje de sodio, potasio y cloro de 0.065; 0.168 y 0.134 respectivamente, en la primera ordeña post-parto y el período de transición entre los diez a doce días. Heinz y Ludwig (1974) citan porcentajes de 0.098, 0.158 y 0.134 respectivamente y se estabilizan a los diez días post-parto. Amaral y col. (1988) determinaron un porcentaje de cloro muy elevado de 0.22% el primer día post-parto, el más alto encontrado en la literatura.

Factores raciales, individuales y fisiológicos tienden a aumentar los títulos de cloro en la leche, pero la concentración más elevada se presenta al inicio y final del período de lactancia (Amaral y col., 1988). Klimes y col. (1986) determinaron que el sodio y potasio en el calostro eran significativamente más altos en invierno y existía una gran variabilidad individual entre los animales. Esto confirma lo que establecen Jenness y Patton (1959) al decir que en la composición mineral de la leche influye la raza, alimentación, estación del año, individualidad de la vaca, salud de la glándula y como fue comprobado aquí, el estado de lactancia, específicamente el período calostrado durante el cual se producen los mayores cambios.

El comportamiento de estos minerales y de la lactosa durante el período calostrado se discutió anteriormente. Cabe destacar, que la correlación directa y significativa ($p < 0.05$) entre sodio y cloro ($r = 0.69$) también es resultado de la participación conjunta de ellos en la mantención del equilibrio osmótico de la leche (Peaker, 1980). Barry y Rowland (1953) determinaron un coeficiente de correlación bastante elevado de 0.98 entre ambos minerales. El potasio no presentó asociaciones de consideración con los demás componentes. Finalmente, Peaker (1980) plantea que durante un proceso patológico como la mastitis, la concentración de iones es semejante a lo que sucede en el primer calostro post-parto.

6.1.7.-Materia grasa.

El análisis estadístico determinó que no existían diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medianas de los siete días del estudio. Sin embargo, el calostro del primer día presentó un porcentaje de materia grasa promedio mayor que en los demás días. En el gráfico N°5 se observa aquella situación de manera poco clara, ya que la tendencia comienza levemente elevada. Durante los siguientes seis días, los promedios son oscilatorios, pero en

general van disminuyendo de manera constante para alcanzar en el séptimo día post-parto un porcentaje promedio igual al que presenta la leche normal. Alais (1985) cita un valor de 3.5 % de materia grasa promedio en la leche. Sin embargo Kaartinen (1995) establece que la materia grasa de la leche varía ampliamente dentro del rango de 30 a 50 g/l. (4.0% como promedio) sin ser considerada anormal. Por lo tanto, la materia grasa en el calostro no estaría sujeta a un período de transición determinado.

Una situación muy particular ocurre con este componente químico, ya que si bien la materia grasa presenta su mayor porcentaje promedio en el primer día post-parto, aquello no refleja lo que realmente ocurre en el calostro de cada vaca. Dos vacas presentaron un porcentaje tan bajo como 2.1% de materia grasa en su primer calostro y otra un valor tan alto como 8.8%. Por lo tanto, también se puede concluir que la materia grasa inmediatamente post-parto varía ampliamente de un animal a otro haciendo que su comportamiento sea irregular, y a medida que avanza la lactancia tales diferencias son menos pronunciadas. Esto concuerda exactamente con lo establecido por Parrish y col.(1950), Heinz y Ludwig (1974) y Klimes y col.(1986). Parrish y col.(1950) determinaron un rango tan extremo de materia grasa entre 0.3% y 18% en el primer calostro post-parto. Otros autores (Davis, 1962; Hekmati y Niroumand, 1978; Luquet y col., 1985); citan solamente los valores promedio, planteando que la materia grasa en el calostro es más alta que en la leche normal, lo que también concuerda con la tendencia determinada en éste trabajo, al conciderar los promedios como referencia. Rosell y Dos Santos (1952) establecen que la materia grasa en el calostro es por lo general escasa, pero también existen resultados que demuestran valores muy elevados.

El momento en que la secreción calostrual presenta porcentajes de materia grasa similares a la leche normal, también varía. Para Hartman (1973) y Auldist y col. (1993) aproximadamente al quinto día post-parto se presentarían valores normales, bastante cerca de lo planteado en este trabajo. Sin embargo, Senft y Rappen (1964) concluyeron que los valores de materia grasa eran bastante altos aún en los veinte días que duró su estudio. Klimes y col.(1986), establecen que la materia grasa varía mucho, sin depender del tiempo transcurrido después del parto. Por lo tanto, es difícil determinar cuando pasa de calostro a leche normal.

Factores que afectan la concentración de materia grasa del calostro, son planteados por distintos autores. Senft y Rappen (1968), determinaron que la materia grasa variaba significativamente al dividir el calostro del primer día postparto en distintas porciones y entre cuartos individuales de una misma vaca. La materia grasa varía considerablemente entre razas, entre vacas de la misma raza y número de lactancia. Parrish y col.(1950) determinaron contenidos de sólo 0.3% en la primera ordeña postparto de vacas Ayrshire en su primera lactancia y 12.5% a 18% en vacas Holstein de primera y tercera lactancia. Auldist y col (1993) determinaron que vacas de raza Jersey presentaron una tendencia hacia un mayor contenido de grasa en sus calostros que vacas Holstein. Klimes y col.(1986), por su parte, concluyeron que la gran variación se debe a un factor individual. Finalmente, Senft y Rappen (1964) y Wittenburg y col.(1974), plantean que la amplia variación de la materia grasa depende en gran medida de la nutrición y condición corporal de la vaca en el momento del

parto.

Para entender el comportamiento de la materia grasa en el calostro, es necesario conocer su origen y composición. La grasa láctea está compuesta principalmente por triglicéridos (96% a 98%), constituidos a su vez por ácidos grasos de cadena larga (C-18 átomos de carbono), derivados directamente de triglicéridos contenidos en el plasma sanguíneo; además, los de cadena corta (C-4 a C-10) sintetizados en la glándula mamaria a partir de acetato y β -HidroxiButirato y finalmente los de longitud intermedia (C-12 a C-16) que se sintetizan por ambos mecanismos (Storry, 1980; Casado y García, 1985). Dentro de estos ácidos grasos están, el ácido acético, butírico y propiónico, en relación de los dos primeros con el tercero de 4: 1. El glicerol, otro componente de los triglicéridos, deriva principalmente de la glucosa (Dukes, 1977).

El inicio y mantención de la lactancia son fenómenos complejos que involucran extensos cambios celulares y enzimáticos en la glándula mamaria, la síntesis de materia grasa también está regulada por esos cambios. Mellenberger y col. (1973), en un estudio que investiga la capacidad de síntesis del tejido mamario durante el período de treinta días pre-parto a 40 días post-parto, determinaron que la capacidad del tejido mamario para sintetizar lípidos aumentó significativamente entre los siete días pre-parto y siete días post-parto, lo que coincidió también con el aumento en la actividad de enzimas como la Acetil-CoA sintetasa y acetil-CoA carboxilasa, que participan en ese proceso. Concluyeron finalmente que el aumento en la capacidad de síntesis del tejido mamario durante ese período, se debe casi completamente al inicio de la lactancia, ya que la alimentación fue constante para todas las vacas estudiadas y que la mayor capacidad de síntesis se manifiesta entre los siete y cuarenta días post-parto.

Rook y Thomas (1980) plantean la importancia de los cambios celulares que ocurren en este período al decir que la síntesis de lípidos se inicia antes que la lactosa y proteínas, pero su secreción no se produce hasta que las células alveolares, específicamente el sistema de membranas de la célula alveolar no se desarrolle completamente. Akers y col (1977), determinaron una asociación directa y bastante significativa entre la concentración de grasa en el calostro y madurez del epitelio alveolar ($r= 0.79$), indicando que existe una relación directa entre diferenciación estructural de las células y capacidad de síntesis.

Al comenzar la lactancia, también ocurren marcadas alteraciones en la distribución de nutrientes y metabolismo del animal para acomodar la demanda de la glándula mamaria en la síntesis de leche, influyendo en su composición. Uno de los mayores cambios ocurre en el tejido adiposo (Bauman y Currie, 1980).

Las vacas están en un balance energético negativo en tal periodo, causando la movilización de los ácidos grasos del tejido adiposo, incorporándolos a la leche (Belyea y Adams, 1990). Según Komaragiri y col. (1998) existiría un rango de grasa corporal movilizadas entre 41 y 90 Kg en las primeras semanas de lactancia. Smith y McNamara (1990)

plantean que durante la lactancia temprana las vacas pueden movilizar tanto como 50 a 60 kilos de lípidos. Este aumento en los ácidos grasos de cadena larga en la sangre, inhiben la síntesis de ácidos de cadena corta, por parte del tejido mamario (Palmquist y col., 1993). Esto explicaría en parte el cambio en la composición de los ácidos grasos en el calostro, que se produce durante la primera semana post-parto.

La composición característica de ácidos grasos en el calostro es: a los treinta días pre-parto predominan los ácidos grasos de cadena larga, que son típicos de la síntesis de lípidos celulares, adipositos (Kinsella y Heald, 1972) y cuando aumenta la lipogénesis aumentan los ácidos grasos de cadena corta e intermedia, típicos de la grasa láctea (Mellenberger y col., 1973). Palmquist y col. (1993) determinaron que la proporción de ácidos grasos de cadena corta, excepto los de cuatro átomos de carbono (C-4) es baja durante la primera semana post-parto.

Dos factores muy importantes, mencionados por Senft y Rappen (1964) y Wittenburg y col.(1974), son la alimentación de la hembra y condición corporal en el momento del parto. Gran cantidad de literatura se ha publicado acerca del efecto que tiene la alimentación en la producción y composición de la leche, debido a que es uno de los factores que más preocupa al productor lechero. En los rumiantes la energía se obtiene de la fermentación de los carbohidratos del forraje, por acción de microorganismos del rumen, produciendo ácido láctico y ácidos grasos volátiles. La naturaleza y proporción de éstos ácidos grasos tienen una participación importante en la síntesis de las materias grasas (Alais, 1985).

Los ácidos grasos volátiles son la principal fuente de energía de las vacas (aprox 70%) y su distribución relativa en el rumen depende de la alimentación: alimentos ricos en celulosa (forrajes groseros) aumentan la proporción de acetato y los concentrados aumentan el propionato, por lo tanto, una consecuencia de alimentar a una vaca con cantidad excesiva de concentrado y poco alimento grosero puede ser la caída considerable del contenido de grasa en la leche (Kaartmen, 1995).

La incorporación de grasas en la alimentación lleva a una serie de efectos en la producción de leche y en su composición, por ejemplo, agregar pequeñas cantidades a la dieta prodría producir un marcado aumento en la concentración de materia grasa en la leche, y si se incluye grasa sobre los niveles requeridos, llevaría a una interferencia en el rumen, pérdida del apetito, disminución de la producción de leche, y a una depresión en el contenido de materia grasa (Thomas y Martin, 1988). Según Alais (1985) la materia grasa en la ración tendría poca influencia sobre la composición de la leche, salvo en grandes productoras, en las que la materia grasa adicionada es eficaz para mantener el porcentaje butírico. Plantea además que, contrariamente a muchos trabajos publicados, no puede enriquecerse la leche en materia grasa aumentando la proporción de grasa digestible. La materia grasa de la ración no participa en la síntesis de grasa de la leche más que en un 25 %, como máximo.

Aparte de la alimentación se debe considerar además las características individuales

de la vaca, ya que es un factor muy importante que influye en la respuesta lactacional. Esto explica que vacas de la misma raza, bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo tengan grandes diferencias en la producción y composición de sus leches, especialmente en materia grasa (Alais, 1985). Dentro de la raza Frisona, la materia grasa presenta un coeficiente de variación de 6.7%, y en otras razas son mayores.

El efecto de la condición corporal al parto en la composición de la leche es generalmente pequeño, sin embargo, la tendencia de vacas con una alta condición corporal al parto es producir leche con mayor porcentaje de materia grasa (Garnsworthy, 1988). Si una vaca está en buen estado de carnes al parto, el porcentaje de grasa de la leche será superior (Dukes, 1977; Frandson y Spurgeon, 1995). Según Smith (1962) la disminución en el porcentaje de materia grasa inmediatamente después del parto depende más de la condición del animal (grado de gordura), que de cualquier otro factor fisiológico. Casado y García (1985) afirman que las reservas orgánicas en el momento del parto tienen bastante influencia sobre el porcentaje graso de la leche, especialmente durante la primera mitad de la lactancia. Vacas bien alimentadas antes del parto, dan leche con un 0.28% más de grasa como promedio, durante los tres primeros meses de lactación en comparación con vacas mal alimentadas.

Mediante el análisis de correlación se determinó que no existe asociación entre la materia grasa y los demás componentes analizados, excepto con los sólidos totales ($r= 0.41$), lactosa ($r= -0.24$) y fósforo total ($r= 0.29$). Si bien tales asociaciones son significativas ($p<0,05$), no son de mayor consideración. Grandison y col. (1984), determinaron un coeficiente de correlación entre grasa y lactosa de -0.485 , superior al determinado en este trabajo, pero su estudio se basó en un período más prolongado (sesenta días post-parto) y con mayor número de muestras, lo que podría estar influyendo en tales diferencias. Según tales autores, las correlaciones entre materia grasa y los demás componentes sería incidentales. Hartmann (1973) determinó que los cambios en la concentración de materia grasa no estaban relacionados con los cambios en otros constituyentes analizados durante el período de 10 días preparto a 2 días posterior a él, específicamente con lactosa.

6.1.8.- Calcio y Fósforo, (calcio total, fósforo total y fósforo no proteico).

Estos minerales serán discutidos en conjunto, debido a la relación directa que existe entre ellos al encontrarse unidos principalmente a las caseínas de la leche.

Para el calcio total, existen diferencias significativas ($p<0.05$) entre los promedios del primer día post-parto con el segundo y tercero, principalmente. Se concluye con esto que la mayor concentración de calcio se produce en los primeros días post-parto (2.0 g/l), luego va disminuyendo y después de una pequeña oscilación se estabiliza. Pinto y col. (1978), Alais (1985) y Kaartinen (1995) determinaron los siguientes valores promedio para calcio total en leche normal: 1.3; 1.3; 1.2 g/l, respectivamente. Al comparar los resultados obtenidos en éste trabajo con los de los autores citados se concluye, además, que en el segundo día post-parto el

calostro presenta una concentración de calcio total similar a la leche normal.

Para el fósforo total se determinó la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores promedio del primer día post-parto con el segundo, tercero, quinto, sexto y séptimo día, o sea, las mayores variaciones se produjeron entre el primer día post-parto y los demás. Se concluye, por lo tanto, que el fósforo total es más concentrado en el calostro del primer día, disminuyendo luego de una breve oscilación. El análisis no paramétrico aplicado a una fracción del fósforo total que es el fósforo no proteico, o fósforo soluble, determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre la mediana del primer día post-parto con las del segundo, tercero, cuarto y quinto día. O sea, las variaciones fueron más marcadas también el primer día post-parto, en cuyo momento su concentración fue la más baja.

Jenness y Patton (1959), Pinto y col. (1978) y Kaartinen (1995) citan valores de fósforo total, en gramos por litro, de 0.95, 0.82 y 1.0 respectivamente. Al comparar estos valores con los determinados aquí, se puede establecer que el calostro es más concentrado en fósforo total que la leche normal y ya en el segundo día post-parto presenta valores promedio similares a ella. Sood y col. (1980) determinaron para el fósforo no proteico un valor de 0.33 g/l en leche normal. Por lo tanto, al comparar los valores se concluye que el fósforo no proteico en el calostro es bajo el primer día post-parto, pero rápidamente presenta valores normales. Además, se puede agregar que la diferencias no son muy marcadas, haciendo que su tendencia sea más bien constante, a pesar de una leve oscilación.

Garret y Overman (1940, citados por Smith, 1962), Kiswa y Sobina (1963), Kiswa y col.(1964), Senft y Rappen (1964 y 1968), Heinz y Ludwig (1974), Sood y col. (1980), Grandison y col.(1984) y Klimes y col.(1986) determinaron que el calostro posee una concentración de calcio y fósforo total muy alta comparado con leche normal, lo cual coincide con lo establecido en éste trabajo. Sin embargo, los valores presentados por estos autores, varían significativamente entre ellos y también al compararlos con los obtenidos en la presente investigación. Factores como raza, alimentación, clima, individualidad del animal, salud de la glándula, etc, podrían influir. La alimentación de la hembra influiría poco, incluso cuando se produce una carencia, lo que es muy común para el calcio y fósforo en vacas de alta producción. El efecto de la raza está bien establecido, leches con elevado contenido proteico tienen también un elevado contenido de iones divalentes como el calcio y magnesio, hecho que fue observado en raza Normanda comparada con la Pía Negra (Alais,1985). Klimes y col.(1986) determinaron que el contenido de fósforo en el calostro es mayor en invierno que en verano.

En general, Jenness y Patton (1959) indican que el calcio y fósforo en la leche experimentan una marcada alza en su concentración durante las últimas quince semanas de lactancia y después del parto va disminuyendo hasta las cinco semanas aproximadamente. Este periodo de lactancia es muy crítico para la hembra. Se dice que está en un "estrés de calcio", ya que está movilizando grandes cantidades de este mineral hacia la leche. Aproximadamente 2.5 gramos de calcio son extraídos de la sangre para constituir un litro de

calostro (Horst, 1986).

Mantener el pool sanguíneo de calcio y fósforo constante durante éste período de lactancia, es un desafío muy importante para la vaca lechera. Para responder a las grandes demandas que la hembra tiene, el organismo sufre cambios y adaptaciones metabólicas, que también afectan el metabolismo mineral. Comienza a aumentar la absorción y movilización del calcio (Bauman y Currie, 1980).

Organos maternos que participan en el control del metabolismo del calcio y fósforo, como son el intestino, hígado, huesos y riñones, sufren ciertas adaptaciones; Bauman y Currie (1980) plantean que existe una hipertrofia intestinal que aumentaría la absorción de calcio durante el inicio de la lactancia, probablemente mediada por la prolactina. Horst y Reinhardt (1982) afirman lo anterior y además establecen que la reabsorción de calcio desde los huesos, no contribuye significativamente con el aumento del calcio hasta una o dos semanas post-parto. En resumen, Horst (1986) establece que el animal en la lactancia temprana depende más del calcio de los intestinos, que de cualquier otro órgano. Sin embargo, si una hembra ha recibido una alimentación preparto pobre en calcio, recurrirá a los huesos para suplir sus demandas y mantener un nivel más o menos constante de calcio tanto en el calostro como en la sangre.

Una de las enfermedades más comunes de la producción, asociada con el metabolismo del calcio y fósforo durante el parto y lactancia temprana es la fiebre de leche. Los animales que desarrollan ésta enfermedad son incapaces de satisfacer la repentina demanda de calcio y fósforo producida por la súbita pérdida de éstos minerales desde la sangre al calostro (Horst, 1986).

Correlaciones que se deben destacar son las presentadas entre calcio y fósforo total y además con las proteínas. Se obtuvo un valor de $r=0.65$ entre los dos minerales. Se puede determinar con ello que existe una relación directa y significativa ($p<0.05$) entre ambos, debido principalmente a que forman parte del complejo fosfocaseinato de calcio, característico de la leche, muy ligados a las caseínas. Dos tercios del calcio y más de la mitad del fósforo de la leche, forman parte de este complejo (Alais, 1985).

6.1.9.- Acidez.

Al comparar los grados de acidez entre los siete días post-parto se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) entre el promedio del primer día con los seis restantes y el segundo día con el quinto, sexto y séptimo. O sea, las mayores variaciones se produjeron dentro de los dos primeros días. En el séptimo día post-parto el valor promedio fue de 22.6 °Dornic, lo que indica que en ese momento aún no presenta valores de leche normal. Por lo tanto, la tendencia que se aprecia en el gráfico N°8 muestra que la acidez del calostro es elevada en los primeros días post-parto y disminuye paulatinamente hasta el séptimo día, pero sus valores en este momento aún no se estabilizan con respecto a la leche normal, que

presenta valores de acidez entre 16°D y 19°Dornic (Alais, 1985).

Si se considera el rango de 33.6 a 44.1°Dornic de acidez obtenidos en el calostro de la primera ordeña post-parto, puede determinarse que son similares a los establecidos por Rosell y Dos Santos (1952), Engel y Schlag (1924, citado por Davis, 1953) y Senft y Rappen (1964). Puede agregarse también que la tendencia que presenta la acidez del calostro durante siete días post-parto concuerda exactamente con lo establecido por los autores citados. Sin embargo, el tiempo en que los promedios se hacen similares a la leche normal, varían. Senft y Rappen (1964) establecen que los valores se normalizan alrededor de los diez a doce días post-parto; Rosell y Dos Santos (1952), en cambio al tercer día.

Estas diferencias se pueden deber a muchos factores, interrelacionados y que también influyen en la leche. Klimes y col.(1986) establecen que a mayor duración del período seco de una vaca, más alta es la acidez titulable post-parto y que los valores de acidez son mayores en la época de verano comparada con la de invierno, lo cual se debe, probablemente, a la alta concentración de proteínas. La tendencia general de la acidez según Klimes y col.(1986), tiene una causa directa y específica; ésta sería la elevada concentración de proteínas presentes en los primeros días posterior al parto. El coeficiente de correlación determinado entre acidez y proteína total de 0.86, significativo ($p < 0.05$) y muy alto, reafirma aún más lo anteriormente planteado.

Lo que habitualmente se conoce como acidez de la leche es el resultado de una valoración. En esta valoración intervienen muchas sustancias ionizables, ácidos o bases débiles que actúan como tampones de pH, es decir, frenan las variaciones de pH. La caseína es una de ellas, participando principalmente con sus grupos esteres fosfóricos, y el ácido fosfórico secundariamente. Esta contribuye en 2/5 con la acidez natural de la leche y de hecho, la valoración acidimétrica de la leche fresca es una medida indirecta de su riqueza en caseínas y fosfatos (Alais, 1985). Esto afirma que la elevada acidez del calostro en los primeros días post- parto se debe específicamente a las caseínas, demostrado además por un coeficiente de correlación significativo ($p < 0.05$) de 0.69 entre acidez y caseína.

La acidez de valoración también se debe a sustancias minerales y a indicios de ácidos orgánicos, que contribuyen igualmente en 2/5 con la acidez natural de la leche, lo que vendría a comprobar las correlaciones significativas ($p < 0.05$) que existen entre acidez con calcio total ($r = 0.56$) y fósforo total ($r = 0.49$). Las micelas de caseína contienen una carga mineral relativamente importante, el 7 y 8% del peso seco está representado por el fosfato cálcico ($(\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3$), en un 90% (Alais; 1985). Las correlaciones obtenidas entre acidez con sodio ($r = 0.41$); y con lactosa ($r = -0.72$), serían secundarias a la relación con las caseínas, sin embargo, es difícil de determinar.

6.1.10.- Consideraciones generales.

La interpretación de los resultados de la composición química del calostro y su comparación con otros autores, es difícil. La razón está en la gran variabilidad individual de los componentes del calostro y los cambios extremos que dependen mucho del tiempo transcurrido después del parto (Klimes y col., 1986). Para poder comparar los resultados se debe considerar también, la frecuencia de ordeñas y tiempo transcurrido desde el parto a la primera muestra de calostro. A más tiempo de post-parto transcurrido y mayor la frecuencia de ordeñas, antes la secreción calostrual adoptará las características de la leche normal, ya que la glándula mamaria será evacuada de toda esa secreción acumulada durante el pre-parto, en menor tiempo.

También se deben considerar las medidas tomadas en el momento del muestreo como, si el ternero permaneció con su madre después del parto, el tamaño del rebaño muestreado, el volumen de muestra analizada, etc. Hubo una gran diferencia en número de animales muestreados, de 2144 (Klimes y col., 1986) a cuatro animales (Larson y Kendall, 1956).

6.2.- CONCLUSIONES.

1.-El calostro secretado en los primeros días posterior al parto, difiere considerablemente con la leche normal debido a su elevada concentración de proteínas, específicamente proteínas del suero y caseínas y los minerales calcio, fósforo, sodio y cloro. La concentración de lactosa es baja y la materia grasa presenta una tendencia irregular, debiendo considerar a cada animal de manera individual. La concentración de potasio, en cambio, es relativamente constante durante los siete días post-parto.

2.-Los sólidos totales y acidez en el calostro son considerablemente elevados respecto a la leche normal, lo cual se debe principalmente a la elevada concentración de proteínas y minerales.

3.-Existen asociaciones entre la concentración de lactosa y los minerales cloro y sodio, debido a que en conjunto participan activamente en mantener el equilibrio osmótico entre la secreción mamaria y la sangre. Entre caseína, calcio y fósforo total, también se presentaron asociaciones, debido a que dichos minerales son constituyentes importantes de la micela de caseína, presente en la leche.

4.-Existe una correlación directa, alta y significativa entre proteína total y proteínas del suero, lo cual explicaría uno de los roles principales del calostro para el recién nacido. Esta secreción le transfiere una alta concentración de proteínas del suero, principalmente inmunoglobulinas o anticuerpos contra las enfermedades a las que la madre estuvo expuesta.

5.- Los sólidos totales, materia grasa, calcio total, fósforo total y no proteico, sodio y potasio presentaron valores muy cercanos a los de la leche normal en el séptimo día post-parto. Sin embargo, la proteína total, proteínas del suero, caseínas, acidez, lactosa y cloro, en ese momento aún no presentan valores similares a la leche. Por lo tanto, desde el punto de vista composicional, se concluye que el calostro en el séptimo día post-parto aún no es leche normal.

7. BIBLIOGRAFIA

- ABDELALIM, M. 1988. Factors influencing the concentrations and yields of milk constituents and their interrelationships..*J. Dairy Res.* 55:171-177.
- ABU-LEHIA, Y. H. 1989. Physical and Chemical Characteristics of Camel colostrum. *Anst. J. Dairy Tech.* 43: 34-36.
- AGROANALISIS. 1998. Informe económico. *Pecuaría Carne-Leche*. Marzo, N°4: 14-26.
- AHRNE, L, L. BJORCK, O. CLAESSON. 1983. Glucose levels in bovine colostrum.. *J. Dairy Res.* 50: 97-100.
- AKERS, R. M., C. HEALD, T. BIBB, M. MCGILLIARD. 1977. Effect of prepartum milk removal on quantitative morphology of bovine lactogenesis. *J. Dairy Sci.* 60:1273-1282.
- AKERS, R. M. 1985. Lactogenic Hormones: Binding sites, Mammary growth, Secretory cell differentiation, and Milk biosynthesis in Ruminants..*J. Dairy Sci.* 68:501-519.
- ALAIS, CH. 1985. Ciencia de la leche. 2nd Ed. Editorial Reverte S. A. Barcelona, España.
- AMARAL, L. A., B. J. LEW, N. FILHO. 1988. Estudo da variacao do teor de cloretos no colostro e no leite de vacas abatidas. *Ars. Veterinaria* 4 : 105-112.
- AULDIST, M. J., S. COATS, G. L. ROGERS, G. H. McDOWELL. 1993. Characteristics of mammary secretion during early lactation from naturally-calving dairy cows and cows induced to calve prematurely. *Aust. J. Dairy Tech.* 48: 15-19.
- BARRY, J., J. ROWLAND. 1953. Variations in the ionic and lactose concentrations of milk. *Biochem. J.* 54:574-578.
- BAUMAN, D., B. CURRIE. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving Homeostasis and Homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63: 1515-1529.
- BELYEA, R. L., M. W. ADAMS. 1990. Energy and nitrogen utilization of high versus low producing dairy cows..*J. Dairy Sci.* 73: 1023-1030.
- CASADO, P., J. A. GARCIA, 1985. Calidad de leche, *Ind. Lácteas Españolas* 81: 1-300.

- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1979 a. Leche cruda; Determinación de materia grasa :método Gerber. Parte 1: Procedimiento. Norma Chilena 1016.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1980. Leche cruda, Determinación de la Acidez Titulable. Norma Chilena 1738.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1978. Fija sistema de control y clasificación de leche según calidad. Decreto Supremo N°271 del 28 de Agosto de 1978.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1979 b. Reglamento específico para la determinación de Calidad de Leche cruda. Decreto Supremo N°178 del 5 de Junio de 1979.
- CSAPO, J., K. Z. CSAPO, T. G. MARTIN, J. SZENTPETERI, G. WOLF. 1994. Composition of colostrum from goats, ewes and cows producing twins, *I. Dairy J.* 4:445-458.
- CUNNINGHAM, J. 1994. Fisiología Veterinaria. 2ª Ed., Editorial McGraw-Hill. México.
- DANIEL, W. 1978. Applied nonparametric Statistics. Houghton Mifflin Company. Boston, U. S. A.
- DAVIS, R. F. 1962. La vaca lechera. Editorial Limusa Wiley, S. A. México, D. F.
- DE LOUIS, C; J. DJIANE, L.M. HOUDEBINE. 1980. Relation between hormones and Mammary Gland function. Symposium: Conceptus-maternal interactions..*J. Dairy Sci.* 63:1492-1513.
- DUKES, H. H. 1977. Fisiología de los Animales Domésticos. 4ª Ed., Selecciones Gráficas, Madrid.
- ENGEL, H., H. SCHLAG. 1924. Beiträge zur Kenntnis des Colostrums der Kuh. *Milchwissenschaft Forschungen* 2: 1-15. Citado por Davis, J. G. y F. McDonald. 1953. Dairy Chemistry. 5ª Ed., Charles Griffin and Company limited. Londres.
- EMMONS, B. D., J. A. ELLIOTT, D. C. BECKETT. 1966. Effect of Lactic-Streptococcal Agglutinins in milk on Curd Formation and manufacture of Cottage Cheese..*J. Dairy Sci.* 49:1357-1366.
- FAO, ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 1981. Manual de composición y propiedades de la leche, Equipo Regional de Fomento y capacitación en lechería para América Latina. Santiago.

- FAO, ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1984. Estudio de producción y sanidad animal: Los sabores anormales de la leche fresca. Roma.
- FOLEY, J. A., D. E. OTTERBY. 1978. Availability, storage, treatment, composition, and feeding values the surplus colostrum: A review. *J. Dairy Sci.* 61: 1033-1060.
- FRANDSON, R. D., T. L. SPURGEON. 1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 5ª Ed., Editorial Interamericana, McGraw-Hill. México.
- FURCHE, C. 1995. Carne y leche bovina: situación nacional y tendencias. En Producción Animal 1995. L. Latrille (ed.). Valdivia, Chile, pp 151-161.
- GARNSWORTHY, P. C. 1988. The effect of energy reserves at calving on performance of dairy cows. En: Nutrition and lactation in the dairy cow. P. C. Garnsworthy (ed). Butterworths, London, England.
- GARRET, O., O.R. OVERMAN. 1940. Mineral composition of colostrum milk. *J. Dairy Sci.* 23: 13-17. Citado por Smith, V. 1962. Fisiología de la lactancia. Primera edición en español, Editorial Sic. Turrialba, Costa Rica.
- GRANDISON, A. S., G D. FORD, D. MILLARD, A. J. OWEN. 1984. Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from cow during early lactation. *J. Dairy Res.* 51:407-416.
- GRATCHOV, I. I., V. P. GALANTSEV. 1970. New data on the mechanisms of Milk secretion. En: XVIII International Dairy Congress. Australian National Dairy Committee, Sidney, Australia, p 588.
- HARTMANN, P. E. 1973. Changes in the composition and yield of the mammary secretion of cows during the initiation of lactation. *J. Endocrinology* 59: 231-247.
- HEINZ, K., H. LUDWIG. 1974. Die Veränderungen der Zusammensetzung von Kolostralmilch und transitorischer Milch. *Arch. Tierzucht* 17: 107-118.
- HEKMATI, M., K. NIROUMAND. 1978. Comparative study and variations of colostrum milk components in foreign and native breeds in Iran. *Milchwissenschaft* 33: 24-27.
- HORST, R., A. REINHADT. 1982. Vitamin D metabolism in ruminants and its relevance to the periparturient cow. *J. Dairy Sci.* 66: 661-675.
- HORST, R. 1986. Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 2:605-616.

- HURLEY, W. L. 1997. Colostrum Formation. <http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci308/colostform.html>.
- IBRAHIM, E. M. 1990. Physicochemical characteristics of colostrum and the influence of its addition on some technological properties of normal milk. *J. Agricultural Sci.* 21: 221 - 239.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 1962. Determination of the Total Solids content of milk. *FIL-IDF* 21:1962.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 1974. Determination of the Lactose content of milk. *FIL-IDF* 28A-.1974.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 1990. Milk: Determination of total Phosphorus content. Spectrometric Method. *FIL-IDF* 42 B:1990.
- JENNESS, R; S. PATTON. 1959. Principles of Dairy Chemistry. John Wiley and Sons. Inc. U. S. A.
- JOISEL, F., B. LANNUZEL, J. P. LEBRETON, S. BOUTLEUX, F. SAUGER. 1981. Dosageimmunonéphélométrique des immunoglobulines G du lait de vache. *Le Lait* 61: 568-589.
- KAARTINEN, L. 1995. Physiology of the bovine Udder. En: The Bovine Udder and mastitis. M. Sandholm; T. Honkanen-Buzalski; L. Kaartinen y S. Pyörälä (eds.). Finlandia, pp 14-23.
- KINSELLA, J. E., C. W. HEALD. 1972. Na 1- ¹⁴C Stearato and Na 2- ¹⁴C acetato metabolism and morphological analysis of late prepartum bovine mammary tissue. *J. Dairy Sci.* 55: 1085-1092.
- KISZA, J., A. SOBINA. 1963. Über einige Veränderungen in den Caseinfraktionen normaler und anormaler Milch (Colostralmilch und Milch an Mastitis erkrankter Kühe). *Milchwissenschaft* 18: 171-176.
- KISZA, J., E. KARWOWICZ, A. SOBINA. 1964. Über Veränderung im Mineralgehalt normaler und anormaler Milch. *Milchwissenschaft* 19: 437-441.
- KLIMES J., P. JAGOS, J. BOUDA, S. GAJDUZEK. 1986. Basic qualitative Parameters of cow Colostrum and their dependence on Season and Post partum Time. *Acta Vet.Brno* 55: 23-29.

- KOMARAGIRI, M., CASPER, D., R. A. ERDMAN. 1998. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2: Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. *J. Dairy Sci.* 81: 169-175.
- KRUSE, V. 1970. Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition. *Anim. production* 12: 619-626.
- KUHN, N. J., D. T. CARRICK, C. J. WILDE. 1980. Lactose Synthesis: The possibilities of regulation. *J. Dairy Sci.* 63: 328-336.
- LARSON, B. L., G. D. ROLLERI, K. A. KENDALL. 1956. Protein production in the bovine. Comparison of daily protein, fat, and milk production during the entire lactation period. *J. Dairy Sci.* 39:204-213.
- LARSON, B. L., K. A. KENDALL. 1957. Protein production in the bovine. Daily production of the specific milk proteins during the lactation period. *J. Dairy Sci.* 40: 377-386.
- LARSON, B. L. 1958. Transfer of specific blood serum proteins to lacteal secretions near parturition. *J. Dairy Sci.* 41: 1033-1044.
- LERCHE, M. 1969. Inspección veterinaria de la leche. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- LUQUET, F. M., Y. BONJEAN-LINCZOWAKI. 1985. Laits et produits laitiers: Vache, brevis, Chevre. Volumen 1. Technique et documentation, Paris.
- MAHIEU, H. 1978. Incidence sur la composition du lait. I. T. E. B. Paris. Citado por Casado, P. y A. García, 1985. Calidad de leche. *Ind. Lácteas Españolas* 81:1-300.
- MECHOR, G. D., Y. T. GROHN. 1992. Specific gravity bovine Immunoglobulins as affected by temperature and Colostrum components. *J. Dairy Sci.* 75: 3131-3135.
- MELLENBERGER, R. W, D. E. BAUMAN, D. R. NELSON. 1973. Metabolic adaptations during lactogenesis: fatty acid and laclose synthesis in cow mammary tissue. *Biochemical J.* 136:741-748.
- MULLER, L. y K. ELLINGER. 1981. Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64: 1727-1730.
- NEWSTEAD, D. F., J. E. ORMSBY. 1970. A new test for the detection of colostrum in herd milk. *N. Z. J. Dairy Sci. and Tech.* 5: 52-56.
- NEWSTEAD, D.F. 1976. Carotene and Immunoglobulin concentrations in the Colostrum and milk of pasture-fed Cows. *J. Dairy Sci.* 43: 229-237.

- NORCROSS, N. L. 1982. Secretion and composition of colostrum and milk. *J. Am. Vet. Med. Ass* 181: 1057-1059.
- NTAILIANAS, H. A., R. Mc L. WHITNEY. 1964. Calcein as an indicator for the determination of total calcium and magnesium and calcium alone in the same aliquot of milk. *J. Dairy Sci.* 47: 19-27.
- OYENIYI, O., A. HUNTER. 1978. Colostral constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum. *J. Dairy Sci.* 61: 44-48.
- PALMQUIST, D. L., D. BEAULIEU, M. BARBANO. 1993. Symposium: Milk fat synthesis and modification; Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76: 1753-1771.
- PARK, CH., N. L. JACOBSON. 1993. The Mammary Gland and Lactation. En Dukes ' physiology of domestic animals. M. Swenson y W. O. Reece (ed.), 11th Ed.. Cornell University Press. New York, U. S. A.
- PARRISH, D. B., G. WISE, J. HUGHES, F. W ATKENSON. 1950. Properties of the colostrum of the dairy cow. V: Yield, specific gravity and concentrations of total solids and its various components of colostrum and early milk. *J. Dairy Sci.* 33: 457-465.
- PEAKER, M. 1980. Influence of diet on yields and contents of lactose and minerals in milk. *Int. Dairy Fed Bulletin (FIL-IDF) Document* 125: 159-163.
- PINTO, M. y W. F. HOUBRAKEN. 1976. Métodos de análisis químico de leche y productos lácteos. Centro regional de capacitación en lechería, FAO. 345 pag.
- PINTO, M., H. MOLINA, M. ROJAS, L. ISRAEL. 1978. Composición química de la leche y sus variaciones estacionales. Zona sur de Chile. II. Sodio, potasio, calcio y fósforo. *Arch. Med. Vet.* 10: 27-33.
- PINTO, M. 1996. Métodos de análisis de la leche y derivados: Garantía de calidad. Ediciones Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- PORTER, R. M., H. R. CONRAD. 1967. Postpartum changes in milk serum protein fractions. *J. Dairy Sci.* 50:505-508.
- RAO, D. R., H. HEGARTY, B. LARSON. 1975. Effect of cell density on lactose synthesis in bovine mammary cell cultures. *J. Dairy Sci.* 58: 159-163.
- REECE, W. 1991. Physiology of Domestic Animals. Lea and Febiger. Philadelphia, U.S. A.

- ROMERO, A. 1996. Calidad de leche en la perspectiva de exportar. En: Producción Animal 1996. L. Latrille (ed). Valdivia, Chile, pp 121-137.
- ROOK, J., P. THOMAS. 1980. Principles involved in manipulating the yields and concentrations of constituents of milk. *Int. Dairy Fed. (FIL-IDF) Documento 125*: 66-71
- ROSELL, J., J. DOS SANTOS. 1952. Métodos analíticos de laboratorio lactológico y microbiología de las industrias lácteas. Editorial Labor, S. A. Barcelona, España.
- ROY, J. H. B. 1972. El ternero: nutrición y patología. 3ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- SARAH, C. 1996. Situación actual y perspectivas del sector lechero en Chile. En: Producción Animal 1996. L. Latrille (ed.). Valdivia, Chile, pp 199-219.
- SENF, B., W. H. RAPPEN. 1964. Untersuchung über die Zusammensetzung der Kolostralmilch bei schwarzbunten Kühen. *Milchwissenschaft* 19: 577-583.
- SENF, B., W. H. RAPPEN. 1968. Untersuchung über die Unterschiede in der Milchezusammensetzung zwischen fraktionen der 1. und 2. gemelke von laktationen schwarzbunter kühe. *Milchwissenschaft* 23: 339-343.
- SMITH, V. 1962. Fisiología de la lactancia. Editorial Sic. Turrialba, Costa Rica.
- SMITH, K. L., D. A. TODHUNTER. 1982. The Physiology of mammary glands during the dry period and the relationship to infection. *En: 21 Annual Meeting National Mastitis Council Inc. Louisville, Kentucky, U.S.A.*
- SMITH, R., P. McNAMARA. 1990. Regulation of bovine adipose tissue metabolism during lactation. 6: Cellularity and hormone-sensitive lipase activity as affected by genetic and energy intake. *J. Dairy Sci.* 73:773-783.
- SOKAL, R., J. ROHLF. 1979. Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Madrid. España.
- SOOD, S. M., S. SIDHU, R. K. DEWAN. 1980. Voluminosity and hydration of casein micelles from abnormal milks. *N. Z. J. Dairy Sci. and tech.* 15 : 29-35.
- STORRY, J. E. 1980. Influence of nutritional factors on the yield and content of milk fat: non-protected fat in the diet. *Int. Dairy Fed. Bulletin Document 125*: 88-95.

- THOMAS, P. C, P. MARTIN. 1988. The influence of nutrient balance on milk yield and composition. En: Nutrition and lactation in the dairy cow. P. C. Garnsworthy (ed.). Butterworths, London, England.
- WHEELLOCK, J. V. 1980. Influence of physiological factors on the yields and contents of milk constituents. *FIL-IDF Documento* 125: 83-87.
- WITTENBURG, H., G. HENSELER, L. HOFFMANN. 1974. Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 9: Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Milch von Hochleistungskühen im Frühstadium der Laktation. *Arch. für Tierernährung* 24: 139-148.

8. ANEXOS

Anexo 1.-Características de las vacas maestreadas según número de registro, nombre, fecha de parto, n° de partos y horas transcurridas desde el parto hasta la toma de la primera muestra de calostro.

Número de registro	Nombre	Fecha de parto	N° de Partos	Horas pp-prim muestra
464	DUPA	31-jul	8	16.5
1744	ENOJADA	30-jul	3	14.5
785	FLACA	8-ago	4	16
744	JULIA	8-ago	5	6
1612	KASPITA	15-jul	6	15.5
938	LINCA	14-jul	2	16.5
1766	LINDAMA	21-jul	2	14.5
1644	NN	12-ago	4	17.5
514	PEGASA	17-jul	8	3.5
1722	REINITA	29-jul	3	14.5

Anexo 2.-Acidez titulable (grados Dornic) y concentración (%) de sólidos totales, proteína total, proteínas del suero, caseína, lactosa y materia grasa del calostro, según día, horas post-parto y nombre.

DÍA	HRSP-P	NOMBRE	ACIDEZ	SOLIDOS T	PROTEINA T	CASEÍNA	P. SUERO	LACTOSA	M. GRASA
1	16,5	DUPA	37,92	15,07	7,935	3,515	4,42	3,48	4,4
2	40,5	DUPA	25,92	13,585	4,26	2,56	1,705	4,51	4,275
3	64,5	DUPA	22,08	12,7	4,2	3,31	0,89	4,65	3,975
4	88,5	DUPA	24	13,505	4,2	3,26	0,94	4,54	4,25
5	112,5	DUPA	24,96	12,79	4,5	3,66	0,84	4,62	3,6
6	136,5	DUPA	21,12	13,645	4,1	3,31	0,79	4,39	4,5
7	160,5	DUPA	20,16	12,305	4,4	3,59	0,81	4,42	3,4
1	15,5	ENOJADA	38,4	19,99	12,535	4,81	7,725	3,68	4,3
2	27,5	ENOJADA	28,8	13,25	5,55	2,84	2,71	4,27	2,8
3	51,5	ENOJADA	26,88	12,665	4,5	3,71	0,79	4,1	3,35
4	75,5	ENOJADA	26,4	12,68	4,5	3,86	0,64	4,55	3,3
5	99,5	ENOJADA	25,02	12,955	4,5	3,76	0,74	4,2	3,625
6	123,5	ENOJADA	25,44	13,36	4,6	3,96	0,64	4,58	3,875
7	147,5	ENOJADA	22,08	11,805	4,3	3,56	0,74	4,21	3,25
1	16	FLACA	33,6	26,99	14,89	3,83	11,06	3,1	8,8
2	40	FLACA	26,4	13,275	5,415	2,905	2,51	3,99	3,4
3	64	FLACA	23,04	12,405	4,53	3,69	0,84	4,04	3,5
4	88	FLACA	21,3	12,48	4,25	3,46	0,79	4,24	3,5
5	112	FLACA	21	12,1	4,03	3,27	0,76	4,46	3,3
6	136	FLACA	22	11,7	3,92	3,19	0,73	4,73	2,9
7	160	FLACA	21	12,1	3,89	3,15	0,74	4,89	3,2
1	6	JULIA	41,76	25,055	17,07	5,55	11,52	3	4,2
2	30	JULIA	27,36	13,975	5,67	3,025	2,645	4,47	3,4
3	54	JULIA	24	13,925	5	3,485	1,515	4,26	4,1
4	78	JULIA	29	15,355	5,16	3,765	1,395	4,28	5,2
5	102	JULIA	29	14,25	4,23	3,53	0,7	4,75	5,1
6	126	JULIA	24	13,395	4,28	3,51	0,77	4,61	4,3
7	150	JULIA	22,5	13,1	4,53	3,84	0,69	4,71	3,6
1	15,5	KASPITA	39,36	17,77	11,23	4,14	7,09	3,45	2,1
2	50,5	KASPITA	26,88	12,85	4,63	3,6	1,03	4,57	3,375
3	74,5	KASPITA	23,04	13,565	4,43	3,91	0,52	4,25	4,225
4	98,5	KASPITA	20,64	12,735	3,7	2,99	0,71	4,34	3,7
5	122,5	KASPITA	21,2	12,305	3,6	2,88	0,72	4,78	3,5
6	146,5	KASPITA	20,16	12,39	3,7	2,96	0,74	4,59	3,675
7	170,5	KASPITA	18,72	11,76	3,38	2,96	0,42	4,69	3,175
1	16,5	LINCA	34,08	17,38	7,56	3,75	3,81	3,97	5,1
2	40,5	LINCA	25,92	13,455	4,22	3,43	0,79	4,43	4,4
3	64,5	LINCA	25,44	13,85	4,17	3,18	0,99	4,59	4,325
4	88,5	LINCA	24,48	13,505	4,33	3,81	0,52	4,83	4,325
5	112,5	LINCA	23,06	13,8	4,1	3,43	0,67	4,39	4,65
6	136,5	LINCA	23,04	13,745	3,83	3,34	0,49	4,975	4,675
7	160,5	LINCA	23,04	13,81	4	3,41	0,59	4,82	4,85
1	14,5	LINDAMA	44,16	20,335	10,9	4,48	6,42	3,03	5,275
2	27,5	LINDAMA	33,2	13,005	4,11	3,56	0,55	4,35	4,1
3	51,5	LINDAMA	25,92	12,355	3,6	2,94	0,66	4,51	3,65
4	75,5	LINDAMA	24	12,325	3,7	2,96	0,74	4,63	3,425
5	99,5	LINDAMA	23,52	12,415	3,88	3,17	0,71	4,52	3,6
6	123,5	LINDAMA	22,08	12,195	3,88	3,2	0,76	4,52	3,65
7	147,5	LINDAMA	21,2	12,31	3,88	3,01	0,87	4,51	3,6
1	17,5	NN	38	19,6	12,92	3,375	9,545	3,72	2,1
2	42,6	NN	26	13,15	5,01	3,03	1,98	4,52	3,4
3	65,5	NN	25	12,415	4,5	3,69	0,81	4,66	3
4	89,5	NN	25	12,795	4,5	3,72	0,78	4,53	2,6
5	113,5	NN	26	12,2	4,5	3,7	0,8	4,76	2,625
6	137,5	NN	26	12,07	4,47	3,73	0,74	4,67	2,5
7	161,5	NN	26	12,215	4,29	3,52	0,77	4,87	2,625
1	3,5	PEGASA	45,6	25,235	17,48	5,9	11,58	4	2,8
2	18,5	PEGASA	32,64	16,76	4,37	4,1	0,27	5,08	4,2
3	42,5	PEGASA	28,33	14,135	5,27	3,52	1,7	4,22	4,2
4	66,5	PEGASA	27,36	13,875	4,8	4,1	0,7	4,73	4,55
5	90,5	PEGASA	26,88	14,265	4,88	4,29	0,59	4,62	4,325
6	114,5	PEGASA	25,44	13,92	4,48	3,82	0,66	4,94	4,1
7	138,5	PEGASA	27,36	13,905	4,2	3,51	0,69	4,75	4,1
1	14,5	REINITA	40,32	20,02	12,36	4,03	8,33	3,3	3,3
2	27,5	REINITA	29,76	12,31	6,305	3,505	2,8	4,29	3,875
3	51,5	REINITA	26,88	12,745	4,45	3,79	0,66	4,69	3,375
4	75,5	REINITA	26,4	13,46	4,3	3,66	0,64	4,95	3,975
5	99,5	REINITA	23,52	12,4	4,2	3,51	0,69	4,85	3,475
6	123,5	REINITA	23,04	13,045	4,2	3,5	0,7	4,89	3,575
7	147,5	REINITA	23,52	12,61	4,2	3,61	0,59	4,85	3,2

Anexo 3.-Composición (gramos/litro) de calcio total, sodio, potasio, cloro, fósforo total y fósforo no proteico del calostro, según día, horas post-parto y nombre.

DIA	HRS P-P	NOMBRE	CALCIO.T	SODIO	POTASIO	CLORO	Fno P.	FOSF.T
1	16.5	DUPA	1.872	0.575	1.910	2.165	0.291	1.218
2	40.5	DUPA	1.385	0.570	1.630	2.106	0.567	1.209
3	64.5	DUPA	1.746	0.635	1.650	2.106	0.422	1.896
4	88.5	DUPA	1.792	0.430	1.725	1.780	0.474	1.185
5	112.5	DUPA	2.300	0.380	1.805	1.870	0.454	0.873
6	136.5	DUPA	1.296	0.370	1.845	1.872	0.236	0.997
7	160.5	DUPA	1.385	0.435	1.805	1.931	0.464	1.257
1	15.5	ENOJADA	1.768	0.445	1.595	1.574	0.263	1.458
2	27.5	ENOJADA	1.092	0.510	1.740	2.223	0.487	1.983
3	51.5	ENOJADA	1.217	0.530	1.940	2.106	0.330	1.254
4	75.5	ENOJADA	2.268	0.380	1.805	1.989	0.516	1.010
5	99.5	ENOJADA	1.429	0.375	1.875	1.810	0.465	0.984
6	123.5	ENOJADA	1.683	0.415	1.855	1.872	0.475	1.190
7	147.5	ENOJADA	1.196	0.345	1.775	1.550	0.299	1.452
1	16	FLACA	2.408	1.000	1.550	2.574	0.263	0.434
2	40	FLACA	1.475	0.825	1.560	2.340	0.497	0.927
3	64	FLACA	1.385	0.830	1.630	2.390	0.443	0.958
4	88	FLACA	1.296	0.485	1.710	2.180	0.453	0.640
5	112	FLACA	1.404	0.450	1.700	2.165	0.330	1.141
6	136	FLACA	1.217	0.355	1.840	2.223	0.340	0.964
7	160	FLACA	1.040	0.285	1.745	1.931	0.330	1.277
1	6	JULIA	2.688	0.560	1.310	1.667	0.258	0.660
2	30	JULIA		0.570	1.830	1.697	0.674	1.000
1	54	JULIA	1.837	0.545	1.835	1.870	0.485	1.116
4	78	JULIA	1.674	0.310	2.060	1.463	0.651	0.927
5	102	JULIA	1.144	0.405	1.760	1.521	0.319	0.980
6	126	JULIA	1.113	0.315	1.760	1.697	0.422	0.773
7	150	JULIA		0.375	1.780	1.667	0.413	0.775
1	15.5	KASPITA	2.108	0.720	2.045	2.223	0.347	1.087
2	50.5	KASPITA	1.144	0.525	1.815	1.901	0.093	1.446
3	74.5	KASPITA	1.092	0.520	1.805	1.931	0.381	0.960
4	98.5	KASPITA	1.656	0.530	2.176	1.950	0.402	0.979
5	122.5	KASPITA	0.936	0.425	1.805	1.292	0.371	1.136
6	146.5	KASPITA	1.656	0.380	1.800	1.890	0.392	1.288
7	170.5	KASPITA	1.296	0.345	1.845	1.930	0.443	1.021
1	16.5	LINCA	1.248	0.628	2.050	2.340	0.252	0.773
2	40.5	LINCA	0.988	0.405	1.925	1.872	0.423	0.978
3	64.5	LINCA	1.008	0.290	1.900	1.579	0.433	0.775
4	88.5	LINCA	1.040	0.365	1.785	1.463	0.361	1.032
5	112.5	LINCA	1.040	0.350	1.805	1.492	0.443	1.002
6	136.5	LINCA	1.040	0.345	1.760	1.375	0.391	1.022
7	160.5	LINCA	1.040	0.315	1.665	1.346	0.495	1.032
1	14.5	LINDAMA	1.837	0.585	2.040	2.574	0.251	0.762
2	27.5	LINDAMA	1.836	0.420	1.810	1.843	0.495	0.618
1	51.5	LINDAMA	0.936	0.385	1.720	1.989	0.381	0.886
4	75.5	LINDAMA	1.290	0.345	1.670	1.901	0.443	0.763
5	99.5	LINDAMA	1.188	0.345	1.755	1.931	0.474	1.030
6	123.5	LINDAMA	1.248	0.380	1.800	1.814	0.391	1.126
7	147.5	LINDAMA		0.380	1.790	1.872	0.371	1.294
1	17.5	NN	1.837	0.705	1.640	2.165	0.317	1.084
2	42.6	NN	1.321	0.690	1.550	1.989	0.279	0.513
3	65.5	NN	1.685	0.515	1.750	1.872	0.341	1.291
4	89.5	NN		0.540	1.750	1.755	0.341	0.845
5	113.5	NN	1.612	0.460	1.635	1.521	0.382	0.824
6	137.5	NN	1.456	0.405	1.640	1.579	0.341	1.020
7	161.5	NN	1.352	0.420	1.760	1.463	0.289	0.855
1	3.5	PEGASA	2.576	0.590	1.650	1.784	0.257	0.978
2	18.5	PEO ASA	1.612	0.450	1.840	1.521	0.377	0.814
1	42.5	PEGASA	1.248	0.345	1.750	1.638	0.549	0.806
4	66.5	PEGASA	1.248	0.420	1.800	1.492	0.486	0.838
5	90.5	PEOASA	2.430	0.380	1.625	1.503	0.497	0.971
6	114.5	PEGASA	1.144	0.345	1.650	1.404	0.352	1.030
7	138.5	PEGASA	2.301	0.345	1.655	1.290	0.506	0.803
1	14.5	REINITA	1.903	0.410	1.840	1.311	0.285	1.012
2	27.5	REINITA	1.113	0.370	1.700	1.755	0.477	0.906
3	51.5	REINITA	1.300	0.440	1.845	1.697	0.464	0.783
4	75.5	REINITA	1.429	0.360	1.660	1.550	0.454	0.906
5	99.5	REINITA		0.340	1.710	1.386	0.464	0.661
6	123.5	REINITA	1.746	0.345	1.660	1.390	0.413	1.281
7	147.5	REINITA	1.404	0.315	1.695	1.404	0.227	0.516

Anexo 4. Tabla de resultados del análisis de homogeneidad de varianza, mediante el Test de LEVINE (Sokal y Rohlf,1979)

VARIABLE	SS Effect	Df Effect	MS Effect	SS Error	Df Error	MS Error	F	P
ACIDEZ	12.11213	6	2.018688	148.6336	63	2.359263	0.855643	0.532394
SOL. TOTALES	46.97454	6	7.829089	57.38866	63	0.910931	8.5946	0.000000*
PROTEINA TOTAL	40.6928	6	6.782134	42.70605	63	0.677874	10.00501	0.000000*
PROTEINA SUERO	39.14821	6	6.524701	22.1823	63	0.3521	18.53082	0.000000*
CASEINA	1.531874	6	0.255312	3.975104	63	0.063097	4.046354	0.001715*
LACTOSA	0.146726	6	0.024454	1.282505	63	0.020357	1.201262	0.317465
MATERIA GRASA	6.482777	6	1.080463	23.80141	63	0.3778	2.859879	0.015806*
CALCIO TOTAL	0.273547	6	0.045591	2.846354	63	0.049075	0.92901	0.481178
FOSFORO TOTAL	0.094264	6	0.015711	1.368532	63	0.021723	0.723235	0.632435
FOSFORO NO PROT	0.046527	6	0.007755	0.173492	63	0.002754	2.81589	0.017173*
SODIO	0.090844	6	0.015141	0.303813	63	0.004822	3.13964	0.009329*
POTASIO	0.18748	6	0.031247	0.333083	63	0.005287	5.910054	0.000061*
COLORO	0.2149	6	0.035817	1.306717	63	0.020742	1.726806	0.129378

donde :

SS= suma de cuadrados.

df= grados de libertad.

MS error= error medio cuadrático.

F= valor de distribución F.

p= significancia estadística.

A $p < 0.05$ las varianzas en cada variable analizada no son homogéneas (valores de p marcados, indican ésto) y corresponde realizar un análisis no paramétrico, mediante el método de Kruskal-Wallis. Si las varianzas son homogéneas, se realiza un ANDEVA (análisis de varianza).

Anexo 5.-Tabla de resultados del análisis paramétrico, utilizando ANDEVA (análisis de varianza).

VARIABLE	SS Effect	Df Effect	MS Effect	SS Error	Df Error	MS Error	F	P
ACIDEZ	2021.661	6	336.9436	451.1038	63	7.160377	47.05668	0.000000
LACTOSA	10.83515	6	1.805858	4.122273	63	0.065433	27.59863	0.000000
CALCIO TOTAL	3.573419	6	0.59557	8.279059	63	0.142742	4.17234	0.001492
FOSFORO TOTAL	1.204334	6	0.200722	3.32393	63	0.052761	3.804385	0.002685
COLORO	1.447608	6	0.241268	5.344996	63	0.084841	2.84376	0.016294

donde :

SS= suma de cuadrados.

df= grados de libertad.

MS error= error medio cuadrático.

F= valor de distribución F.

p= significancia estadística.

Con $p < 0.05$ indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los siete días post-parto, dentro de las variables analizadas. Por lo tanto, corresponde aplicar el Test paramétrico de Tukey a dichas variables, para determinar donde están dichas diferencias.

Anexo 6.- Tabla de resultados del análisis no paramétrico, utilizando el Método de KRUSKAL-WALLIS (Sokal y Rohlf, 1979).

VARIABLE	SUMA DE RANGOS							df	H	p
	GRUPOS									
	1	2	3	4	5	6	7			
SOLIDOS TOTALES	653	383	331	351	282	284	199	6	30.10212	0.0000000
PROTEINA TOTAL	655	442	357	315	269	225	221	6	34.18833	0.0000000
PROTEINA DEL SUERO	655	442	366	278	262	242	239	6	33.47438	0.0000000
CASEINA	566	228.5	357	384	339	310	300	6	16.09182	0.0133
MATERIA GRASA	395	342	357	393.5	362	382	253.5	6	3.464754	0.7486
FOSFORO NO PROTEICO	99	457	406	474	406.5	307	335.5	6	23.71235	0.0006
SODIO	585	489	431.5	317	280	204.5	178	6	33.36152	0.0000000
POTASIO	351	334.5	390	381.5	327	366	335	6	0.88686	0.9895

Donde :

Cada grupo corresponde a un día post-parto.

df = grados de libertad

H = estadístico de Kruskal-Wallis

p = significancia estadística.

Con $p < 0.05$; indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados (días), ó sea, las medianas varían significativamente entre un día y otro para cada varianza analizada. Por lo tanto, corresponde aplicar el Método no paramétrico de Dunn (Daniel,1978), para determinar específicamente donde se encuentran dichas diferencias.

Anexo 7.-Tabla de resultados del análisis paramétrico, utilizando el TEST de TUKEY (HSD, honest significant difference test).

DIAS		ACIDEZ	LACTOSA	CALCIO TOTAL	FOSFORO TOTAL	CLORO
1	2	0.000131 *	0.000131 *	0.003324 *	0.032258*	0.976116
1	3	0.000131 *	0.000131 *	0.003166*	0.024053 *	0.967941
1	4	0.000131 *	0.000131 *	0.073776	0.176356	0.315124
1	5	0.000131 *	0.000131 *	0.052917	0.029024 *	0.058664
1	6	0.000131 *	0.000131 *	0.004127*	0.004394 *	0.175796
1	7	0.000131 *	0.000131 *	0.010751 *	0.00225 *	0.04759 *
2	3	0.116143	0.999412	1	1	1
2	4	0.078279	0.952988	0.932288	0.991521	0.838439
2	5	0.030304 *	0.856269	0.963143	1	0.356522
2	6	0.001566 *	0.359172	0.999998	0.993247	0.660032
2	7	0.00033 *	0.451092	0.999976	0.971984	0.31146
3	4	0.999998	0.776802	0.948763	0.982319	0.862692
3	5	0.008185	0.598501	0.974272	1	0.38721
3	6	0.726918	0.157348	1	0.997374	0.693479
3	7	0.370357	0.214307	0.999998	0.985351	0.340105
4	5	0.999801	0.999953	1	0.988753	0.984983
4	6	0.821157	0.921379	0.966041	0.804006	0.999925
4	7	0.473967	0.960353	0.985311	0.678879	0.975149
5	6	0.954567	0.981363	0.984524	0.995116	0.999074
5	7	0.712217	0.99368	0.994244	0.977582	1
6	7	0.997653	0.999999	1	0.999992	0.997682

Al comparar los promedios entre los siete días del estudio para cada variable analizada, los resultados indicaron que las diferencias marcadas (*) son significativas a $p < 0.05$.

Anexo 8.-Tabla de resultados del análisis no paramétrico, utilizando el Método de DUNN (Dunn ' s múltiple comparison test; Daniel,1978).

DIAS		SOLIDOS TOT.	PROTEINA TOTAL	PROT. SUERO	CASEINA	SODIO	FOSF. NO PROT.
1	2	26.95	21.3	21.25	33.75*	9.6	-35.8**
1	3	32.15**	29.75 *	28.9*	20.9	15.35	-30.7 *
1	4	30.2*	43**	37.7***	18.2	26.8	-37.5 ***
1	5	37.05***	38.55***	39.3 ***	22.7	30.5*	-30.75 *
1	6	36.9**	43 ***	41.25 ***	25.5	38.05 ***	-20.8
1	7	45.35***	43.4***	41.6***	26	40.7***	-23.65
2	3	5.2	8.45	7.65	-12.85	5.75	5.1
2	4	3.25	12.7	16.45	-15.55	17.2	-1.7
2	5	10.1	12.25	18.05	-11.05	20.9	5.05
2	6	9.95	21.7	20	-8.2	28.45 *	15
2	7	18.4	22.1	20.35	-7.15	31.1*	12.15
3	4	-1.95	4.25	8.8	-2.7	11.45	-6.8
3	5	4.9	8.8	10.4	1.8	15.15	-0.05
3	6	4.75	13.25	12.35	4.65	22.7	9.9
3	7	13.2	13.65	12.7	5.7	25.35	7.05
4	5	6.85	4.55	1.6	4.5	3.7	6.75
4	6	6.7	9	3.55	7.35	11.25	16.7
4	7	15.15	9.4	3.9	8.4	13.9	13.85
5	6	-0.15	4.45	1.95	2.85	7.55	9.95
5	7	8.3	4.85	2.3	3.9	10.2	7.1
6	7	8.45	0.4	0.35	1.05	2.65	-2.85

*= $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$.

Los valores presentados en la tabla corresponden a las diferencias en la suma de rangos. Los valores marcados indican que al comparar las medianas entre esos días, existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas con diferentes valores de p.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a todas las personas que permitieron la realización de ésta tesis, pero especialmente a:

- Don Manuel Pinto, profesor del ICYTAL, por su apoyo en la parte de análisis químicos.
- Mi profesor patrocinante, Dr. Bernardo Fraser, por su constante orientación.
- Don Ervin Carrasco, Ingeniero químico y profesor del ICYTAL, por su apoyo en la impresión de la tesis.
- Ignacio Carrasco, egresado de Ingeniería Forestal, por su apoyo en la parte estadística y computacional.