



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHELE**  
**Facultad de Ciencias Veterinarias**  
**Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias**

**Determinación de la actividad serica de la enzima gamma-glutamyltransferasa  
( $\gamma$ -GT) como indicadora del consumo de calostro en terneros**

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

**Mauricio Andrés Campos Carrasco**  
**Valdivia Chile 2000**

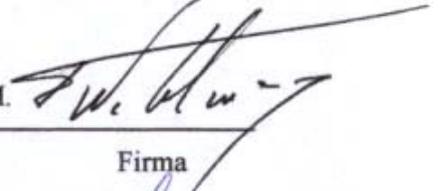
PROFESOR PATROCINANTE Dr. NESTOR TADICH B.

Nombre

  
Firma

PROFESOR COPATROCINANTE Dr. FERNANDO WITTWER M.

Nombre

  
Firma

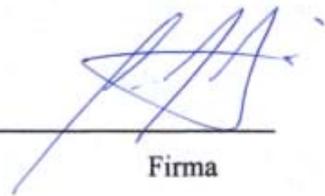
PROFESORES CALIFICADORES Dr. WILFRED MÜNZENMAYER H.

Nombre

  
Firma

Dr. RUBEN PULIDO F.

Nombre

  
Firma

FECHA DE APROBACION: 30 de Noviembre de 2000.

**A MIS PADRES Y HERMANOS**

**CON CARIÑO...**

## INDICE

<b>1. RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>2. SUMMARY</b>	<b>2</b>
<b>3. INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>4. MATERIAL Y METODO</b>	<b>7</b>
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>6. DISCUSION</b>	<b>14</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>18</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>22</b>

## 1. RESUMEN

El consumo de calostro en las primeras horas de vida del ternero es una fuente importante de energía, y principalmente de inmunoglobulinas. Por tal motivo se han desarrollado diversos métodos para determinar en forma rápida y económica el consumo precoz de calostro y adquisición de inmunidad pasiva por el ternero. El objetivo general de este estudio fue evaluar el uso de la actividad sérica de la enzima  $\gamma$ -GT en terneros recién nacidos como indicadora del consumo de calostro.

Se utilizaron 11 vacas múltiparas de la raza Frisón Negro, entre cuatro y nueve años de edad con sus respectivos terneros. Muestras de sangre de las vacas se obtuvieron en forma individual y semanalmente antes del parto. Los terneros fueron sangrados mediante venopunción yugular, posterior a su nacimiento y antes de que consumieran calostro; posteriormente fueron sangrados cada 12 horas, durante la primera semana de vida. Las muestras de sangre fueron recolectadas en tubos de 10 ml al vacío, luego centrifugadas a 2500 rpm por 10 min y guardadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis. Las muestras de calostro se obtuvieron inmediatamente posterior al parto, antes de amamantar, y luego cada 12 horas por cinco días, el sexto y séptimo día cada 24 horas. El calostro desgrasado fue centrifugado a 14300 rpm por tres minutos, posteriormente el suero calostrado fue nuevamente centrifugado dos veces más por 30 minutos a 13200 rpm. La determinación de la actividad de  $\gamma$ -GT en el suero sanguíneo y calostrado se realizó mediante la utilización de un kit comercial MPR2 (Lab. Boehringer Mannheim). Las inmunoglobulinas séricas y calostrales fueron determinadas mediante el Test de Turbidez del Sulfato de Cinc, las proteínas totales séricas y calostrales se midieron mediante refractometría. Para el análisis estadístico se utilizó estadística descriptiva, prueba de "t" de Student y correlaciones entre los diferentes métodos utilizados.

Existió un aumento significativo ( $P < 0,05$ ) de la actividad de  $\gamma$ -GT en el suero de los terneros hasta las 24 horas de vida, para luego disminuir significativamente ( $P < 0,05$ ) hasta las 60 horas y posteriormente mantenerse constantes durante la primera semana de vida, con valores superiores al rango de referencia de la especie. Las correlaciones entre la actividad de  $\gamma$ -GT en el calostro y suero de los terneros fueron bajas y no significativas ( $P > 0,05$ ). Posterior al consumo de calostro, y principalmente hasta las 48 horas, existió una alta y significativa correlación entre la actividad de  $\gamma$ -GT y valores de inmunoglobulinas ( $r = 0,81$ ) y la actividad de  $\gamma$ -GT y proteínas totales ( $r = 0,87$ ) en el suero de los terneros. La determinación de la actividad sanguínea de  $\gamma$ -GT, durante la primera semana de vida de los terneros, especialmente durante las primeras 48 horas, es un adecuado indicador del consumo de calostro e indirectamente de la adquisición de inmunidad pasiva.

Palabras claves: Calostro, Inmunoglobulinas,  $\gamma$ -GT.

## 2. SUMMARY

Colostrum intake during the first hours of the calf's life is a very important source of energy, but mainly immunoglobulins. For this reason several and inexpensive methods for determining an early intake of colostrum and acquisition of passive immunity in newborn calf have been developed. The aim of this study was to evaluate the use of the serum activity of the enzyme  $\gamma$ -GT as an indicator of the intake of colostrum in newborn calf.

Eleven multiparous Friesian cows between four and nine years old and their calves were used. The cows were individually bled once a week before calving. The calves were bled immediately after birth and before they suckled colostrum, and subsequently every 12 hours during the first week of life. The blood samples were collected in 10 ml vacutainer tubes and then centrifuged at 2500 rpm for 10 min and stored at  $-20^{\circ}$  C for subsequent analysis. Colostrum samples were obtained from the cows immediately after calving before the calves suckled and every 12 hours during the first five days and every 24 h on days six and seven. Colostrum fat was removed and the whey separated by centrifugation at 14300 rpm for 3 m. Colostrum whey was centrifuged twice at 13200 rpm for 30 min.

The determination of  $\gamma$ -GT activity in serum and colostrum whey was performed using a commercial kit MPR2 (Lab. Boehringer Mannheim). Colostral and serum immunoglobulins were determined by Cinc Sulphate Turbidity Test and total proteins were determined by refractometry. Descriptive statistics, Student's "t" test and correlations were used when appropriate.

There was a significant ( $P < 0,05$ ) increase in the  $\gamma$ -GT activity in the sera of the calves during the first 24 h of life. After that there was a significant decrease ( $P < 0,05$ ) up to 60 h. Subsequently after this time the activity of the enzyme remained constant until the end of the first week of life, with higher activity values to those reported for the species. Low and non significant ( $P > 0,05$ ) correlations were found between the  $\gamma$ -GT activity in the colostrum and serum of the calves. Positive and significant ( $P < 0,05$ ) correlations after colostrum intake and mainly at 48 h between the  $\gamma$ -GT serum activity and the immunoglobulins values ( $r = 0,81$ ) and total proteins ( $r = 0,87$ ), were found. Determination of the  $\gamma$ -GT serum activity during the first week of life, especially during the first 48 h, is a good indicator of colostrum intake and indirectly of the acquisition of passive immunity in calves.

Key words: Colostrum, Immunoglobulins and  $\gamma$ -GT

### 3. INTRODUCCION

Se denomina calostro a la primera secreción de la glándula mamaria de la vaca, después del parto, siendo éste el único alimento que dispone el ternero en sus primeros días de vida; sus propiedades nutritivas, laxantes y de defensa, por su alto contenido en inmunoglobulinas, lo convierten en un elemento de vital importancia para la sobrevivencia del ternero recién nacido (Lanuza y Stehr, 1977; Zurita, 1994).

La importancia del calostro en la salud del ternero recién nacido se ha reconocido por muchos años (Hoerlein y Jones, 1977). Por largo tiempo se ha estudiado el rol fundamental que cumple el calostro en la transferencia de inmunidad pasiva hacia los terneros, mencionándose factores importantes para que esta sea adecuada, tales como edad de la madre, lactancias previas de ésta, adecuada cantidad ingerida por el ternero y tiempo oportuno para ingerirlo, entre otros (Rogers y Capucille, 2000).

Idealmente, la inmunidad debiera ser transferida in-útero, de la madre al feto, de tal manera que el ternero tenga protección contra algunos microorganismos al nacer, hasta que su propio sistema inmune sea capaz de defenderlo (Fischer, 1980). En la vaca esto no sucede debido al tipo de placentación (epitelio corial cotiledonar), por lo que el ternero, recién nacido es esencialmente agamaglobulinémico (McEwan y col., 1970; Fetcher y col., 1983; Bradley y Nulo, 1985). Así, el ternero depende de los anticuerpos que su madre pueda entregarle en forma pasiva por medio de la ingestión de calostro (Banks, 1982; Norcross, 1982; Burton y col, 1989; Tyler y Ramsey, 1991).

La glándula mamaria lactante es un tejido secretor altamente activo que extrae grandes cantidades de aminoácidos desde el plasma para su uso en la síntesis de proteínas lácteas (Braumrucker y Pocius, 1978; Braumrucker, 1979). Las inmunoglobulinas se transfieren a la secreción calostrual durante las últimas semanas de gestación a partir de dos fuentes: humoral, provenientes de la circulación sanguínea de la vaca y local, sintetizadas por plasmocitos ubicados junto al epitelio secretor de la glándula mamaria (Larson y col, 1980; Nickerson, 1989).

Se describen cuatro tipos principales de inmunoglobulinas (Ig) en los animales: IgG, IgM, IgA e IgE (Bjotvedt, 1981). La principal Ig de la sangre bovina es la IgG con sus dos subclases: IgG1 e IgG2. El calostro de la vaca normalmente contiene entre 50 a 150 mg/ml de inmunoglobulinas de las cuales la IgG comprende alrededor del 85 a 90 %, IgM alrededor del 7 % e IgA alrededor del 5 %. La IgG1 considera alrededor de un 80 a 90 % de la IgG (Larson y col, 1980).

El ternero recién nacido tiene la habilidad para absorber macromoléculas en forma intacta principalmente en sus primeras veinticuatro horas de nacido a través de su pared intestinal (Bush y Staley, 1980; Braun y col, 1982; Fetcher y col, 1983; Ferino y col, 1993). Esta absorción se realiza por medio de un mecanismo de transporte macromolecular transitorio, de tipo no selectivo, a través del epitelio de absorción de la

pared intestinal, el cual ingresa estas macromoléculas junto con la linfa intestinal al conducto torácico y posteriormente a la circulación sanguínea (Besser y Gay, 1985).

Se reconoce que para obtener una protección óptima del neonato, éste debiera consumir una cantidad de calostro equivalente al 10 % de su peso corporal, dentro de las primeras veinticuatro horas de nacido y al menos la mitad de esta cantidad debiera aportarse en las primeras seis horas de nacido (Lanuza y Stehr, 1977; Zurita, 1994)

Diversos métodos se han desarrollado para estimar en forma cuantitativa y semicuantitativa los niveles de inmunoglobulinas alcanzados pasivamente por el ternero a través de la ingestión de calostro (Ferino y col., 1993). Estos métodos varían en exactitud, rapidez, equipamiento necesario, facilidad de uso, costo y localización al momento de realizarlo (terreno o laboratorio) (Besser y Gay, 1985).

Los métodos más utilizados son:

- Proteínas totales: este método utiliza un refractómetro, instrumento utilizado que mide el índice de refracción de una solución basado en su concentración, la cual está dada por las proteínas presentes en el suero de las cuales las inmunoglobulinas representan un tercio de las proteínas totales (McBeath y col, 1971).
- Coagulación del glutaraldehído: basado en la capacidad del glutaraldehído de condensarse con las inmunoglobulinas y formar un polímero gelatinoso, esta reacción se mide en tiempo y éste es inversamente proporcional a la concentración de inmunoglobulinas que estén en la muestra (Sandholm, 1974).
- Turbidez del sulfato de cinc ( $ZnSO_4$ ): basado en una correlación existente entre la cantidad de inmunoglobulinas y la intensidad de la reacción de turbidez de la solución de  $ZnSO_4$  (Mullen, 1975). Este test puede verse afectado por el tiempo y temperatura de la reacción, por la cantidad de dióxido de carbono disuelto en la solución de  $ZnSO_4$  y por la presencia de hemólisis en el suero (Pfeiffer y col, 1977).

Existen algunas ventajas presentes en estos métodos como el hecho de su facilidad de realización y bajo costo, pero también presentan ciertas limitaciones como el verse afectados por la hemoconcentración, lo que puede suceder en animales deshidratados, moribundos o con pérdida de proteínas por alguna enteropatía; esto tiene mayor relevancia para los métodos de refractometría y turbidez del  $ZnSO_4$  (McBeath y col., 1971; Naylor y Kronfeld, 1977; Pfeiffer y col, 1977).

Inmunodifusión radial: este método utiliza anticuerpos antiinmunoglobulinas específicas bovinas, las cuales al estar presentes en una capa de agar sobre una placa, reaccionan con el suero problema formando un anillo de precipitación proporcional a la cantidad de inmunoglobulinas (Besser y Gay, 1985). Entre sus ventajas, esta prueba presenta una alta sensibilidad y especificidad, detectando incluso inmunoglobulinas en cantidades pequeñas como microgramos; pero su mayor limitación es su alto costo (Pfeiffer y col, 1977).

En los últimos años se ha señalado que la enzima Gamma Glutamil Transferasa ( $\gamma$ -GT) puede ser utilizada como indicador del consumo de calostro en terneros, debido a que su actividad sérica es alta durante la primera semana de vida en animales con un adecuado consumo de él (Bogin, 1999<sup>1</sup>).

El calostro de las vacas contiene una gran cantidad de  $\gamma$ -GT, la cual junto con las inmunoglobulinas son absorbidas desde el lumen intestinal del recién nacido hacia su circulación sanguínea (Kramer y Hoffman citado por Kaneco y col, 1997; Tessman y col, 1997). Esta enzima se cree está asociada al metabolismo del glutatión y al transporte de aminoácidos; se encuentra principalmente en membranas celulares, primariamente en células con activo metabolismo de aminoácidos tal como riñón, hígado e intestino. La  $\gamma$ -GT también se encuentra en páncreas, próstata, vesícula seminal, glándula salival, glándula mamaria y cerebro (Center y col, 1991; Thompson y Pauli, 1981). Esta enzima que se utiliza habitualmente para determinar problemas hepáticos, está concentrada en el calostro de los rumiantes al cual llegaría como transportador de aminoácidos, y también es secretada por el epitelio de la glándula mamaria. Del calostro es absorbida directamente a través de la pared intestinal del neonato debido a su bajo peso molecular (90.000 Dalton) comparado con el peso molecular de la IgG (160.000 Dalton), encontrándose en gran cantidad en el suero del ternero recién nacido. Consecuentemente, terneros con una adecuada transferencia de inmunidad pasiva tendrían una alta actividad sérica de  $\gamma$ -GT (Braumrucker y Pocius, 1978; Ferino y col, 1993; Tessman y col, 1997).

En terneros la actividad sérica de  $\gamma$ -GT antes de ingerir calostro, es comparable con la de un adulto clínicamente sano de la misma especie (Thompson y Pauli, 1981; Perino y col, 1993) con un valor menor a 39 U/L (Schmid y Forstner, 1985). Thompson y Pauli (1981), Boediker (1991), Perino y col. (1993), informaron que 24 horas después de ingerir calostro este valor aumenta 60, 160 y 26 veces, respectivamente, sobre el valor de un recién nacido antes de amamantarse. La alta actividad sérica de  $\gamma$ -GT en los terneros después de consumir calostro, disminuye rápidamente durante la primera semana posterior al nacimiento, seguido esto por una disminución gradual y continua entre las cinco a doce semanas siguientes; tiempo en el cual la  $\gamma$ -GT alcanza el valor de un adulto normal. Debido a esta actividad, en terneros jóvenes se invalida su uso diagnóstico como indicador de algún problema hepatobiliar durante las primeras 12 semanas de vida (Thompson y Pauli, 1981; Bouda y col, 1980; Center y col, 1991; Ferino y col., 1993).

Por lo anteriormente señalado, la actividad de  $\gamma$ -GT en el plasma sanguíneo del ternero recién nacido puede ser una prueba fácil y de bajo costo, en comparación a la inmunodifusión radial, para medir la ingesta de calostro en el neonato, e indirectamente ser un indicador para estimar la calidad de la transferencia de inmunidad pasiva (Braun y col, 1982; Ferino y col., 1993; Tessman y col, 1997).

---

<sup>1</sup> Bogin, E. Comunicación personal, Kimron Veterinary Instituto, Bet Dagan, Israel.

Según lo expuesto anteriormente, se formularon las siguientes hipótesis:

1. Ho: No existe correlación entre la actividad de  $\gamma$ -GT presente en el calostro y la actividad de  $\gamma$ -GT presente en el suero de los terneros durante la primera semana de vida.

Ha: Existe correlación entre la actividad de  $\gamma$ -GT calostrual y la actividad de  $\gamma$ -GT presente en el suero de los terneros durante la primera semana de vida.

2. Ho: No existe correlación entre la actividad de  $\gamma$ -GT y las concentraciones de Inmunoglobulinas y Proteínas Totales presentes en el suero de terneros durante la primera semana de vida.

Ha: Existe correlación entre la actividad de  $\gamma$ -GT y las concentraciones de Inmunoglobulinas y Proteínas Totales presentes en el suero de terneros durante la primera semana de vida.

Para esto se plantearon las siguientes objetivos:

#### Objetivo General

- Utilizar la actividad sérica de  $\gamma$ -GT en terneros recién nacidos como indicador del consumo de calostro.

#### Objetivos Específicos

1. Determinar la actividad sérica de  $\gamma$ -GT en vacas de una semana pre-parto y en el calostro y leche durante la primera semana post-parto.
2. Determinar la actividad sérica de  $\gamma$ -GT en terneros desde el nacimiento hasta los 7 días de edad.
3. Correlacionar la actividad de  $\gamma$ -GT en suero calostrual con la actividad de  $\gamma$ -GT en suero sanguíneo, en terneros recién nacidos.
4. Correlacionar la actividad sérica de  $\gamma$ -GT con la concentración de inmunoglobulinas, obtenidos con el test de Sulfato de Cinc y proteínas totales mediante Refractometría, en terneros recién nacidos.

## 4. MATERIAL Y METODO

### 4.1 MATERIAL

#### Material Biológico

##### Animales

En este estudio se utilizaron 11 vacas multíparas de la raza Frisón Negro entre 4 y 9 años de edad, identificadas con autocrotales del número 1 al 11 en orden correlativo y cuya fecha de parto era el mes de agosto de 1999. Las vacas permanecieron estabuladas en el Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile y fueron alimentadas con una ración base (concentrado y heno).

##### Muestras de sangre y calostro

Para la obtención de los valores de proteínas, inmunoglobulinas y actividad de  $\gamma$ -GT sérica se utilizaron muestras de sangre de las vacas pre parto, calostro de éstas y muestras de sangre de sus terneros.

### 4.2 METODO

Muestras de sangre de las vacas se obtuvieron en forma individual, semanalmente antes del parto. Las muestras de sangre de los terneros fueron obtenidas al momento de su nacimiento antes de amamantarse y posteriormente cada 12 horas durante siete días.

Muestras de sangre de vacas y terneros fueron centrifugadas a 2500 rpm por 10 minutos en una centrífuga Heraeus modelo Labofuge GL, el suero obtenido fue almacenado en tubos Eppendorf a  $-20^{\circ}$  C.

El calostro de las vacas se recolectó inmediatamente posterior al parto, antes de que el ternero mamara y posteriormente cada 12 horas por cinco días, y en el sexto y séptimo día, cada 24 horas.

Muestras de calostro se refrigeraron para separar la grasa; el calostro semidesgrasado fue centrifugado en tubos Eppendorf a 14300 rpm por tres minutos en una centrífuga Sigma modelo 20 Im, para separar la grasa restante y posteriormente ser congeladas a  $-20^{\circ}$  C.

Una vez terminado el período de muestreo, las muestras de suero fueron descongeladas a baño maría por cinco minutos, posteriormente, se determinó la actividad de  $\gamma$ -GT (U/L) mediante la utilización de un kit comercial MPR2 del laboratorio Boehringer Mannheim, en un autoanalizador COBAS MERA PLUS de Roche.

La determinación de inmunoglobulinas (UT) se realizó mediante el método de el test de Turbidez del Sulfato de Cinc (McEwan y col., 1970), con un espectrofotómetro

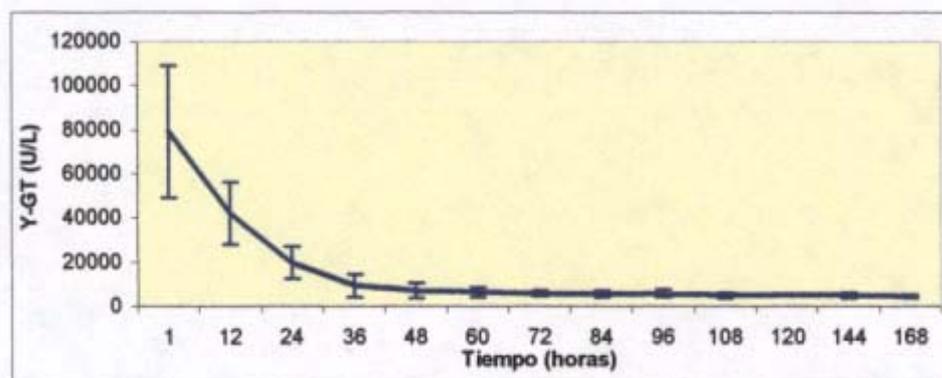
modelo 4010 de Boehringer Mannheim con filtro de 492 nm y proteínas totales (g/100 ml), (McBeath y col, 1971), con un refractómetro Atago modelo SPR-T2.

Las muestras de calostro fueron descongeladas mediante baño maría por cinco minutos, para posteriormente ser centrifugadas por 30 minutos y el suero calostrado obtenido, fue nuevamente centrifugado por 30 minutos más, todo esto a 13200 rpm (16.1G) en una centrifuga Eppendorf modelo 5415D. La determinación de la actividad de  $\gamma$ -GT (U/L) se realizó mediante la utilización de un kit comercial MPR2 del laboratorio Boehringer Mannheim, descrito anteriormente, con un espectrofotómetro Hitachi 4020 de Boehringer Mannheim. Las concentraciones de inmunoglobulinas (UT) fueron determinadas mediante el test de Turbidez del Sulfato de Cinc, con un espectrofotómetro modelo 4010 de Boehringer Mannheim con filtro de 492 nm y las proteínas totales (g/100 ml), con un refractómetro Atago modelo SPR-T2, descritos anteriormente.

Para el análisis estadístico de los resultados del presente trabajo se utilizó estadística descriptiva. Se determinó la normalidad de los datos, se calcularon correlaciones entre los diferentes métodos utilizados y se realizó prueba de "t" de student para determinar diferencias estadísticas; utilizando el programa computacional Graph Pad Prism 3.00 para Windows (Graph Pad software, San Diego California USA, 1999).

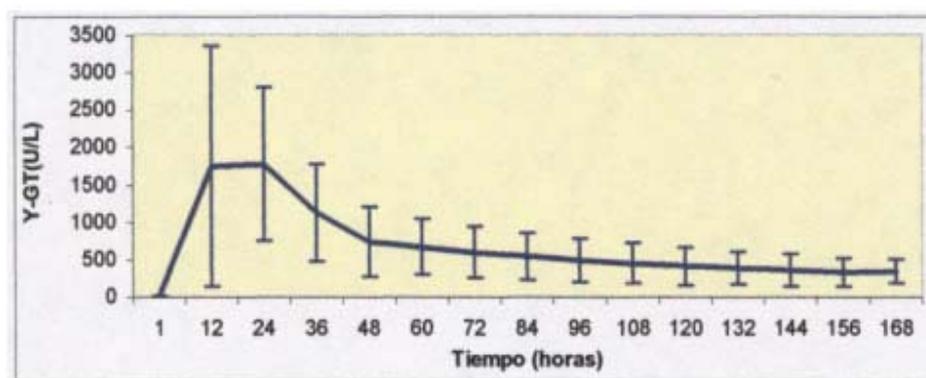
## 5. RESULTADOS

En el gráfico 1, se observa que al momento del parto la actividad de  $\gamma$ -GT en el suero calostroal fue de 80000 U/L, la que disminuyó en forma significativa ( $P < 0.0001$ ) hasta las 48 horas post parto, para luego disminuir en forma gradual y continua hasta las 168 horas post parto (anexo 11).



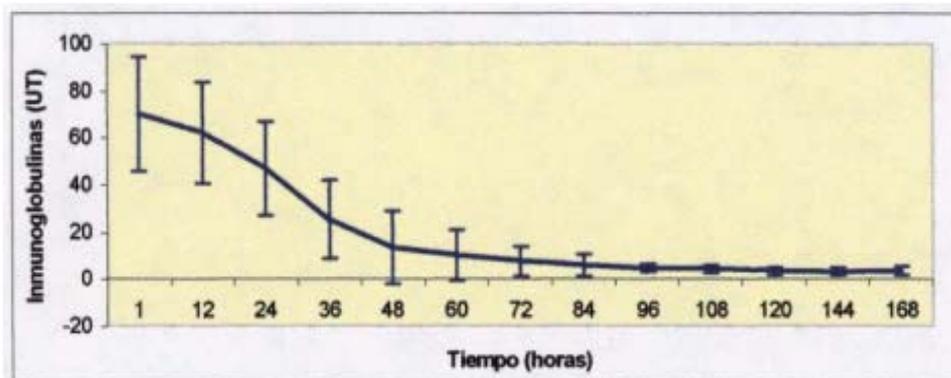
**Gráfico 1.** Actividad de  $\gamma$ -GT (promedio  $\pm$  d.e.) en el suero calostroal de vacas desde el parto hasta las 168 horas post parto.

En el gráfico 2, se observa que al momento del nacimiento los terneros presentaban un valor de actividad de la enzima cercano a cero, el que aumentó en forma significativa ( $P < 0.05$ ) hasta llegar a un máximo de 1773 U/L a las 24 horas de vida, para luego decaer significativamente ( $P < 0.001$ ) hasta las 48 horas de vida y luego mantener una disminución gradual y continua por sobre el valor normal ( $< 39$  U/L) hasta las 168 horas (anexo 11).



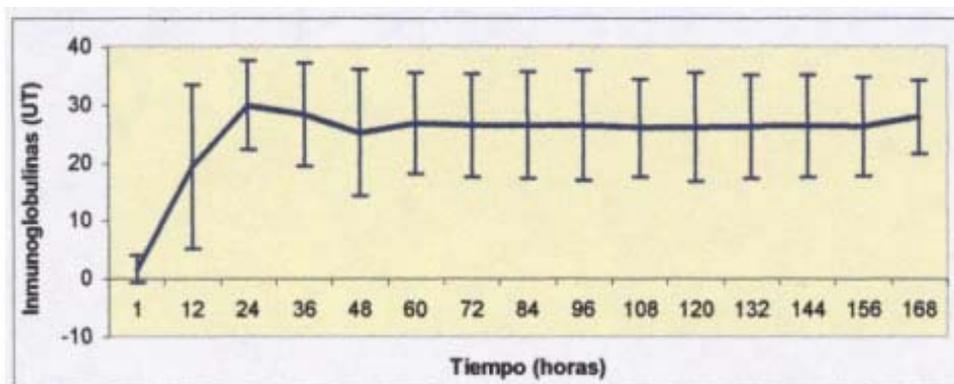
**Gráfico 2.** Actividad de  $\gamma$ -GT (promedio  $\pm$  d.e.) en el suero de terneros desde el nacimiento hasta las 168 horas días de vida.

El gráfico 3, presenta las concentraciones de Inmunoglobulinas (UT) en el suero calostrar al momento del parto. Se observa una disminución significativa ( $P < 0.0001$ ) hasta las 48 horas post parto; para luego disminuir en forma gradual y continua hasta las 168 horas post parto (anexo 12).



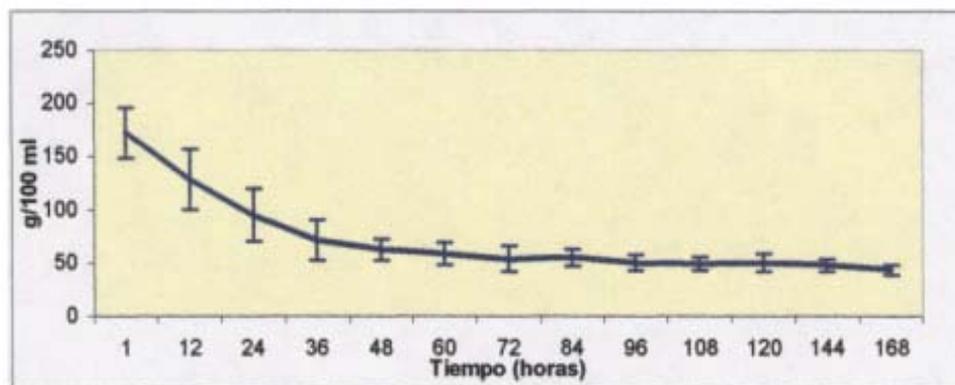
**Gráfico 3. Valores de Inmunoglobulinas (promedio  $\pm$  d.e) en el suero calostrar de las vacas desde el parto hasta las 168 horas post parto.**

En el gráfico 4, se observan las concentraciones de Inmunoglobulinas séricas que los terneros tuvieron al nacimiento, las que aumentaron significativamente ( $P < 0.0001$ ) hasta alcanzar una concentración máxima de 30 UT a las 24 horas de vida; posteriormente hubo una disminución no significativa ( $P > 0.05$ ) hasta las 48 horas de vida, para luego mantenerse de manera constante hasta las 168 horas de vida (anexo 12).



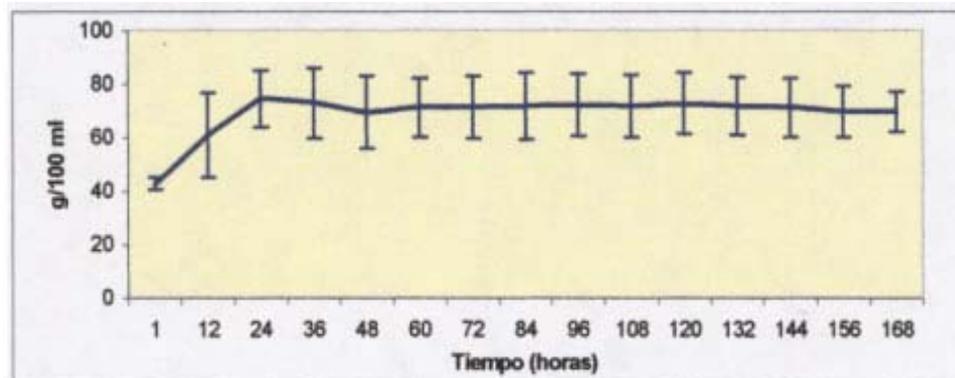
**Gráfico 4. Valores de Inmunoglobulinas (promedio  $\pm$  d.e.) en el suero de los terneros recién nacidos hasta las 168 horas de vida.**

En el gráfico 5, se observa al momento del parto una concentración promedio de Proteínas Totales en el suero calostracional de 172 g/100 ml, la que disminuyó significativamente ( $P < 0.0001$ ) hasta las 48 horas post parto, para luego disminuir en forma lenta pero continua hasta las 168 horas post parto (anexo 13).



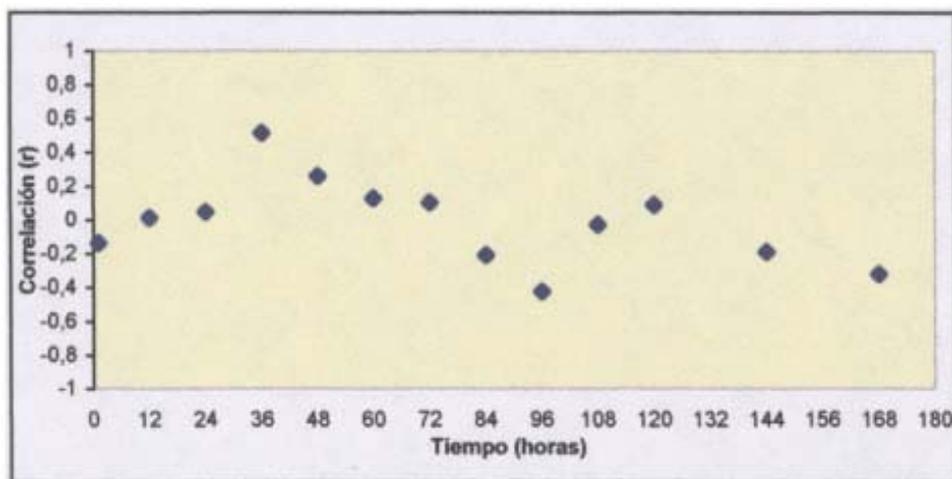
**Gráfico 5. Valores de Proteínas Totales (promedio  $\pm$  d.e.) en el suero calostracional de las vacas desde el parto hasta las 168 horas post parto.**

En el gráfico 6, se observa un valor promedio de Proteínas Totales séricas en los terneros al momento del parto de 43 g/100ml, el que aumenta en forma significativa ( $P < 0.0001$ ) hasta alcanzar una concentración máxima de 74 g/100ml a las 24 horas de vida, para luego mantenerse de manera constante hasta las 168 horas de vida (anexo 13).



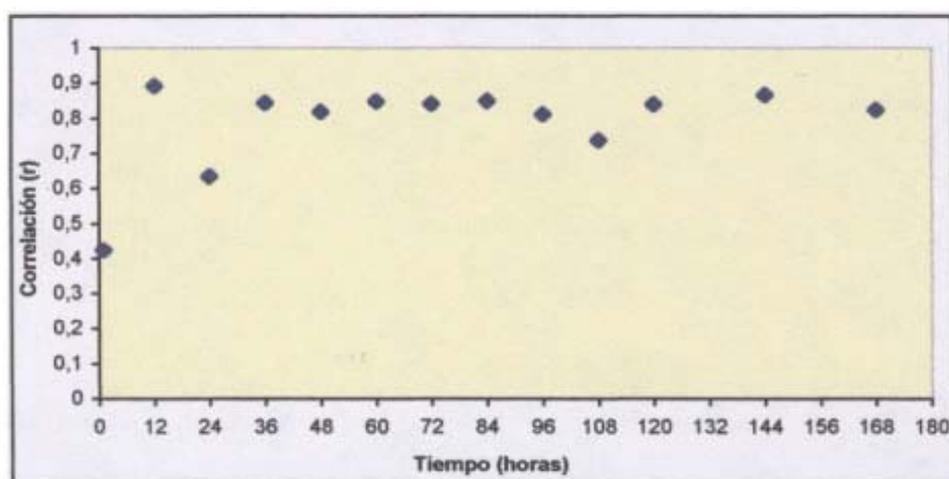
**Gráfico 6. Valores de Proteínas Totales (promedio  $\pm$  d.e.) en el suero de los terneros desde el nacimiento hasta las 168 horas de vida.**

En el gráfico 7, se observa que al correlacionar la actividad promedio de la enzima  $\gamma$ -GT en el suero de los terneros durante las primeras 168 horas de vida, con la actividad promedio de  $\gamma$ -GT en el suero calostroal de las vacas durante las primeras 168 horas post parto, no se obtuvieron valores altos de correlación, siendo estos estadísticamente no significativos ( $P>0.05$ ) (anexo 7).



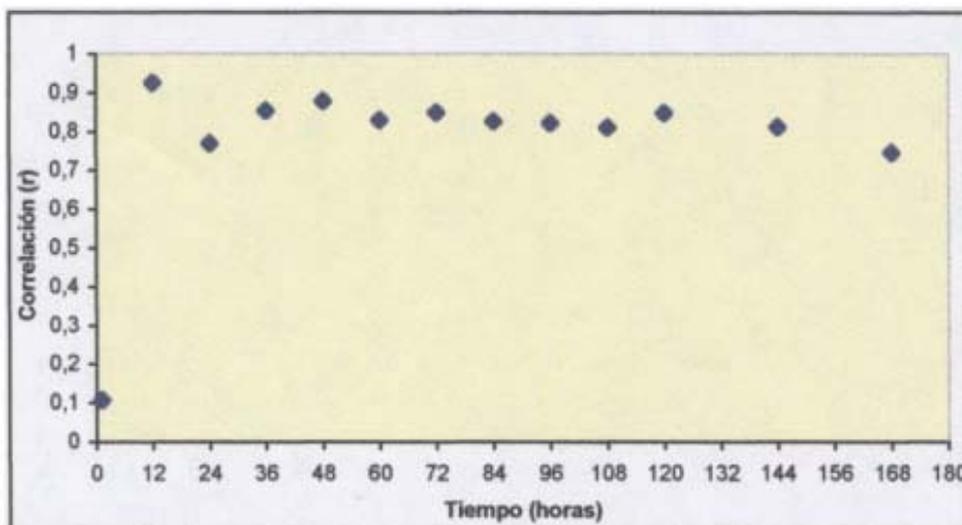
**Gráfico 7. Correlaciones entre  $\gamma$ -GT sérico en terneros y  $\gamma$ -GT calostroal en vacas durante las primeras 168 horas de vida y post parto respectivamente.**

En el gráfico 8, se observa que al correlacionar la actividad promedio de  $\gamma$ -GT y los valores promedio de Inmunoglobulinas en el suero de los terneros en sus primeras 168 horas de vida, a la primera hora de vida éste es bajo y no significativo ( $P>0.05$ ), posteriormente a partir de la hora 12 y hasta las 168 horas de vida se observan valores de correlación altos y estadísticamente significativos ( $P<0.05$ ) (anexo 8).



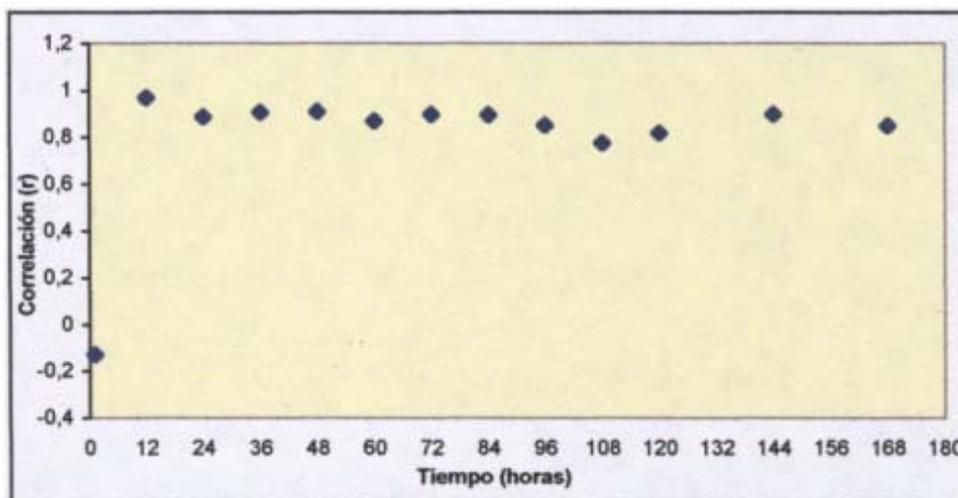
**Gráfico 8. Correlaciones entre  $\gamma$ -GT y concentraciones de inmimoglobulinas séricas en terneros durante las primeras 168 horas de vida.**

En el gráfico 9, se observan los valores de correlación entre la actividad promedio de  $\gamma$ -GT y los valores promedio de Proteínas Totales en el suero de los terneros en sus primeras 168 horas de vida, a la primera hora de vida éste es bajo y no significativo ( $P>0.05$ ), posteriormente a partir de la hora 12 y hasta las 168 horas de vida se observan valores de correlación altos y estadísticamente significativos ( $P<0.05$ ) (anexo 9).



**Gráfico 9. Correlaciones entre  $\gamma$ -GT y concentraciones de Proteínas Totales en suero de terneros durante las primeras 168 horas de vida.**

En el gráfico 10, se observa que al correlacionar los valores promedio de Inmunoglobulinas con los valores promedio de Proteínas Totales en el suero de los terneros en sus primeras 168 horas de vida, a la primera hora de vida éste es negativo y no significativo ( $P>0.05$ ), posteriormente a partir de la hora 12 y hasta las 168 horas de vida se observan valores de correlación altos y estadísticamente significativos ( $P<0.05$ ) (anexo 10).



**Gráfico 10. Correlaciones entre concentraciones de Inmunoglobulinas y Proteínas totales en suero de terneros durante las primeras 168 horas de vida.**

## 6. DISCUSION

La actividad promedio de  $\gamma$ -GT en el suero calostrado (gráfico 1) al momento del parto fue 5000 veces mayor a la actividad sérica promedio de la enzima en las vacas y fue 250 veces mayor, a los 7 días post parto (168 horas) cuando la secreción mamaria ya tiene las características de la leche, demostrando la presencia de la enzima en la leche pero en cantidades menores que en el calostro. El rol funcional de esta alta actividad de la enzima en el calostro y leche no tiene hasta ahora una explicación clara, sin embargo, se postula que cumpliría un rol transportador de aminoácidos, indispensables para la síntesis proteica (Braumrucker y Pocius, 1978; Braumrucker, 1979; Lombardi y col, 2000).

Al nacer los terneros presentaron una actividad promedio de  $\gamma$ -GT en el suero similar a la actividad sérica promedio de  $\gamma$ -GT de las madres,  $15.64 \pm 5.39$  y  $15.45 \pm 3.64$ , respectivamente. Esto coincide con lo informado por Thompson y Pauli (1981) y Perino y col. (1993), que determinaron que los valores séricos de la enzima en terneros antes de consumir calostro eran similares a los de un bovino adulto. Según Braun y col. (1982), la presencia de  $\gamma$ -GT en el suero de los terneros tendría un origen hepático y pancreático, ya que la producción de la enzima en éstos órganos es similar en jóvenes y adultos.

El aumento significativo ( $P < 0.05$ ) de la actividad sérica de  $\gamma$ -GT observada en los terneros 24 horas post amamantamiento (gráfico 2), concuerda con lo reportado por Bouda y col. (1980), Thompson y Pauli (1981), Boediker (1991) y Perino y col. (1993), los que informaron aumentos séricos de la enzima posterior al consumo de calostro de 16, 60, 160 y 26 veces respectivamente por sobre el valor normal para la especie ( $< 39$  U/L). Esto coincide también con valores altos de  $\gamma$ -GT posterior al consumo de calostro reportados para ovinos y caninos (Thompson y Pauli, 1983; Center y col, 1991).

A pesar de disminuir la actividad sérica de la enzima posterior a las 24 horas de vida en los terneros (gráfico 2), estos valores se mantuvieron altos (21 veces mayor a la actividad determinada previo al consumo de calostro) aún a los siete días de vida (168 horas), concordando con lo informado por Bouda y col. (1980), Thompson y Pauli (1981) y Braun y col. (1982), quienes encontraron valores altos de la enzima, con respecto a los valores normales ( $< 39$  U/L), aún después de la primera semana de vida. Esto se debería a que la enzima  $\gamma$ -GT disminuye rápidamente durante la primera semana de vida, para posteriormente ir disminuyendo en forma gradual y continua entre las cinco a doce semanas siguientes, tiempo en el cual el valor de la enzima no diferiría significativamente del valor normal para un animal adulto (Bouda y col, 1980; Thompson y Pauli, 1981; Perino y col, 1993).

La baja correlación observada para la enzima  $\gamma$ -GT en el gráfico siete, coincide con lo informado por Braun y col. (1982), quienes correlacionaron valores séricos de terneros con valores calostrales de vacas para las primeras 24 horas, donde la actividad de  $\gamma$ -GT sérica y calostrado eran máximas, no obteniendo una correlación significativa entre ellas. Esta ausencia de correlación significativa ( $P > 0.05$ ) se debería al hecho que mientras la

enzima disminuye en el calostro, se produce un aumento de  $\gamma$ -GT en el suero de los terneros.

Los métodos utilizados para medir actividad de  $\gamma$ -GT, concentraciones inmunoglobulinas y proteínas totales en el suero calostroal presentaron dificultades debido a la excesiva concentración y turbidez que éste presentaba, teniendo que diluir las muestras correspondientes a las 1, 12 y 24 horas post parto varias veces para poder analizarlas. No obstante, estos valores sirven para reflejar las tendencias de la enzima, inmunoglobulinas y proteínas totales durante el transcurso de la primera semana post parto (gráficos 1, 3 y 5).

Los altos valores de inmunoglobulinas calostrales obtenidos principalmente durante las primeras 48 horas post parto (gráfico 3), confirman lo señalado en la literatura (Michanek, 1994; Zurita 1994), acerca de la necesidad de que los terneros ingieran la mayor cantidad de calostro en este lapso de tiempo, aprovechando así la mayor cantidad de inmunoglobulinas presentes en el calostro y la gran permeabilidad del intestino del ternero. Debido a esta gran permeabilidad en las primeras 48 horas de vida a moléculas de alto peso molecular como las inmunoglobulinas, la absorción de  $\gamma$ -GT presente en el calostro, hacia la sangre del ternero se facilitaría debido a su menor peso molecular; esto según Braun y col. (1982), podría explicar la correlación existente entre la  $\gamma$ -GT y las inmunoglobulinas presentes en el suero de los terneros.

La concentración de inmunoglobulinas séricas en los terneros (gráfico 4) se mantuvo alta y constante posterior a las 24 horas de vida. Esto se debería a que una proporción de las inmunoglobulinas maternas se mantiene circulando en el torrente sanguíneo del ternero durante las primeras cuatro semanas de vida, tiempo en el cual terminaría de madurar su sistema inmune y el animal sería capaz de defenderse por si sólo (Herbert, 1972; Tizard, 1982).

La correlación significativa (gráfico 8) encontrada entre la actividad de  $\gamma$ -GT y la concentración de inmunoglobulinas séricas medidas a través del test de turbidez del sulfato de cinc en los terneros, concuerda con lo informado por Bogin y col. (1993) y Lombardi y col (1996) quienes encontraron una buena correlación al segundo y tercer día posterior al consumo de calostro entre  $\gamma$ -GT y globulinas totales y  $\gamma$ -GT e inmunoglobulinas respectivamente, usando para medir  $\gamma$ -GT cintas de química seca "Reflotron" (Boehringer Mannheim) y separación electroforética, para globulinas totales e inmunoglobulinas. También, la alta correlación observada concuerda con lo informado por Romdhane y col. (1997) quien obtuvo una correlación significativa entre  $\gamma$ -GT e inmunoglobulinas en terneros a las 24 horas de edad. En otra especie como el ovino, se obtuvo una correlación significativa entre inmunoglobulinas y  $\gamma$ -GT a las 24 horas de vida, en el suero de corderos posterior al consumo de calostro (Thompson y Pauli, 1983).

Las concentraciones séricas de proteínas totales e inmunoglobulinas (gráficos 4 y 6) presentaron una tendencia similar durante la primera semana de vida, esto debido a que las inmunoglobulinas representan aproximadamente un tercio de las proteínas totales (McBeath y col, 1971).

La alta correlación ( $P < 0.05$ ) (gráfico 9) encontrada entre la actividad de  $\gamma$ -GT y la concentración de proteínas totales séricas medidas a través de refractometría en los terneros posterior al consumo de calostro, concuerdan con lo informado por Bogin y col. (1993) y por Lombardi y col. (1996) quienes también obtuvieron valores de correlación significativos al segundo y tercer día posterior al consumo de calostro para proteínas totales.

La alta correlación ( $P < 0.05$ ) (gráfico 10) encontrada entre las concentraciones séricas de inmunoglobulinas y proteínas totales posterior al consumo de calostro, a través de los métodos del test de turbidez del sulfato de cinc y refractometría respectivamente, concuerdan con lo informado por Ferino y col. (1993), quienes obtuvieron una correlación significativa en terneros a las 24 horas de vida entre inmunoglobulinas y proteínas totales medidas por inmunodifusión radial y refractometría respectivamente.

La actividad de  $\gamma$ -GT en el suero de terneros posterior al consumo de calostro, no reflejaría exactamente la cantidad de calostro consumido, sino, sólo aportaría información de que lo habrían ingerido. Debido a que la actividad de  $\gamma$ -GT se mantiene alta aún después de la primera semana de vida, el valor diagnóstico de  $\gamma$ -GT para determinar lesiones hepáticas estaría limitado durante las primeras 12 semanas para un ternero que ha recibido una adecuada cantidad de calostro (Bouda y col., 1980; Thompson y Pauli, 1981; Perino y col, 1993).

## **Conclusiones**

- Se acepta la hipótesis nula número uno.
- Se acepta la hipótesis alterna número dos.
- La alta actividad de  $\gamma$ -GT presente en el suero de los terneros, principalmente hasta las 48 horas de vida, serviría como un adecuado indicador del consumo de calostro, e indirectamente como un indicador de transferencia de inmunidad pasiva de la madre al ternero.
- Los métodos utilizado para medir  $\gamma$ -GT, inmunoglobulinas y proteínas totales en el suero de los terneros se correlacionaron alta y positivamente entre ellos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- BANKS, J. 1982. Host Defense in the Newborn Animal. *J. Am. Vet. Med Assoc.* 181: 1053-1056.
- BESSER, T. y C. GAY. 1985. Septicemic Colibacillosis and Failure of Passive Transfer of Colostral Immunoglobulin in Calves. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 1: 445-459.
- BJOTVEDT, G. 1981. The Immune System: a practitioner's overview. *Veterinary Medicine / Small Animal Clinician.* 76: 1557-1561.
- BOEDIKER, R. 1991. Gamma-GT Concentrations in Calf Serum as an Indicator of Receipt of Colostrum. *Tierärztl Umschau.* 46: 190-194. Abstract
- BOGIN, E., Y. AVIDAR, S. SHENKLER, BA. ISRAELI, N. SPIEGEL, R. COHEN. 1993. A rapid field test for the determination of colostrum ingestion by calves, based on Gamma-Glutamyltransferase. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 31: 695-699.
- BOUDA, J., V. DVORAK, E. MINKSOVA, R. DVORAK. 1980. The activities of GOT, Gamma-GT, Alkaline Phosphatase in Blood Plasma of Cows and their Calves Fed From Buckets. *Acta Vet. Brno.* 49: 193-198.
- BRADLEY, J. y L. NILO. 1985. Immunoglobulin Transfer and Weight Gains in Suckled Beef Calves Force-Fed Stored Colostrum. *Can. J. Comp. Med.* 49: 152-155.
- BRAUN, J., D. TAINURIER, C. LAUGIER, P. BENARD, J. THOUVENOT, A. RICO. 1982. Early Variations of Blood Plasma Gamma-Glutamyl Transferase in Newborn Calves-A test of Colostrum Intake. *J.Dairy Sci* 65: 2178-2181.
- BRAUMRUCKER, C. 1979.  $\gamma$ -Glutamyl Transpeptidase of Bovine Milk Membranes: Distribution and Characterization. *J. Dairy Sci.* 62: 253-258.
- BRAUMRUCKER, C. y P. POCIUS. 1978.  $\gamma$ -Glutamyl Transpeptidase in Lactating Mammary Secretory Tissue of Cow and Rat *J. Dairy Sci.* 61: 309-314.
- BURTON, J., B. KENNEDY, E. BURNSIDE, B. WILKIE. 1989. Variation in Serum Concentrations of Immunoglobulins G, A and M in Canadian Holstein Friesian Calves. *J. Dairy Sci.* 72: 135-149.
- BUSH, L. y T. STALEY. 1980. Absorption of Colostral Immunoglobulins in Newborn Calves. *J. Dairy Sci.* 63: 672-680.

- CENTER, Sh., J. RANDOLPH, T. WARREN, M. SLATER. 1991. Effect of Colostrum Ingestion on Gamma-Glutamyltransferase and Alkaline Phosphatase Activities in Neonatal Pups. *Am. J. Vet. Res.* 52: 499-504.
- FETCHER, A., C. GAY, T. McGUIRE, D. BARBEE, S. PARISH. 1983. Regional Distribution and Variation of Globulin Absorption from the Small Intestine of the Neonatal Calf. *Am. J. Vet. Res.* 44: 2149-2154.
- FISCHER, E. 1980. Neonatal Survival. *Br. Vet. J.* 136: 585-589.
- HERBERT, W. 1972. *Inmunología Veterinaria*. Editorial Acribia España.
- HOERLEIN, A. y D. JONES. 1977. Bovine Immunoglobulins Following Induced Parturition. *J. Am. Vet. Med Assoc.* 170: 325-326.
- KANECO, J., J. HARVEY, M. BRUSS. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Fifth Edition by Academic Press, San Diego, California.
- LANUZA, F. y G. STEHR. 1977. Calostro, el mejor sustituto de leche en la crianza artificial de terneros. Temuco, Chile. INIA Carillanca. Boletín divulgativo N° 2.
- LARSON, B., H. HEARY, JR. Y J. DEVERY. 1980. Immunoglobulin Production and Transport by the Mammary Gland. *J. Dairy Sci.* 63: 665-671.
- LOMBARDI, P., L. AVALLONE, A. D'ANGELO, E. BOGIN. 1996. Gamma-Glutamyltransferasa and serum protiens in bufalo calves following colostrum ingestion. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 34: 965-968.
- LOMBARDI, P., L. AVALLONE, A. PELAGALLI, U. PAGNINI, ME. PERO, E. BOGIN 2000. The correlation between Gammaglutamyltransferase and Proteins in raw milk from Bovine and Buffalo cows. IX<sup>th</sup> Congress International Society of Animal Clinical Biochemistry.
- McBEATH, D., W. PENHALE, E. LOGAN. 1971. An Examination of the Influence of Husbandry on the Plasma Immunoglobulin Level of the Newborn Calf, Using a Rapid Refractometer Test for Assessing Immunoglobulin Content. *Vet. Rec.* 88: 266-270.
- McEWAN, A., E. FISCHER, I. SELMAN, W. PENHALE. 1970. A Turbidity Test for the Estimation of Immunoglobulin Levels in Neonatal Calf Serum. *Clin. Chem. Acta.* 27: 155-163.
- MICHANEK, P. 1994. Transfer of Colostral Immunoglobulin to Newborn Dairy Calves. Effects of housing on suckling patterns and consequences for the intestinal transmission of macromolecules. Dissertation. Swedish University of Agricultural Science Department of Agricultural Biosystems and Technology. Sweden.
- MULLEN, P. 1975. Zinc Sulphate Turbidity Test as an Aid to Diagnosis. *The Vet. Annual.* 15: 451-455.

- NAYLOR, J. y D. KRONFELD. 1977. Refractometry as a Measure of the Immunoglobulin Status of the Newborn Dairy Calf: Comparison with the Zinc Sulfate Turbidity Test and Single Radial Immunodiffusion *Am. J. Vet. Res.* 38: 1331-1333.
- NICKERSON, S. 1989. Immunological Aspects of Mammary Involution. *J. Dairy Sci.* 72: 1665-1678.
- NORCROSS, N. 1982. Secretion and Composition of Colostrum and Milk. *J. Am. Vet. Med Assoc.* 181: 1057-1060.
- PERINO, L., L. SUTHERLAND, N. WOOLLEN. 1993. Serum  $\gamma$ -Glutamyltransferase Activity and Protein Concentration at Birth and After Suckling in Calves with Adequate and Inadequate Passive Transfer of Immunoglobulin G. *Am. J. Vet. Res.* 54: 56-59.
- PFEIFFER, N., T. MCGUIRE, R. BENDEL, J. WEIKEL. 1977. Quantitation of Bovine Immunoglobulins: Comparison of Single Radial Immunodiffusion, Zinc Sulfate Turbidity, Serum Electrophoresis, and Refractometer Methods. *Am. J. Vet. Res.* 38: 693-698.
- ROGERS, G y D. CAPUCILLE. 2000. Colostrum Management: Keeping Beef Calves Alive and Performing. *Food Animal.* 22: 6-13.
- ROMDHANE, S., D. KHIARI, J. MAKRAM, M. ROMDANE, H. LOUZIR, A. BAZAA. 1997. Estimation of colostrum immunity transfer in newborn calves through determination of GGT and protein levels in serum. *Revue de Médecine Veterinaire.* 148: 627-632.
- SANDHOLM, M. 1974. A Preliminary Report of a Rapid Method for the Demonstration of Abnormal Gammaglobulin Levels in Bovine Whole Blood. *Res. Vet. Sci.* 17: 32-35.
- SCHMID, M. y VON FORSTNER. 1985. Laboratory Testing in Veterinary Medicine Diagnosis and Clinical Monitoring. Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim. Tercera edición Germany.
- TESSMAN, R., J. TYLER, S. PARISH, D. JOHNSON, R. GANT, H. GRASSESCHI. 1997. Use of Age and Serum  $\gamma$ -Glutamyltransferase Activity to Assess Passive Transfer Status in Lambs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 211: 1163-1164.
- THOMPSON, J. y J. PAULI. 1981. Colostral Transfer of Gamma Glutamyl Transpeptidase in Calves. *New Zealand Veterinary Journal* 29: 223-225.
- THOMPSON, J y J. PAULI 1983. Colostral Transfer of Gamma Glutamyl Transferase in lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 31: 150-151
- TIZARD, L 1982. An Introduction to Veterinary Immunology. W.B. Saunders Company Second Edition London, England.
- TYLER, H. y H. RAMSEY. 1991. Hypoxia in Neonatal Calves: Effect on Intestinal Transport of Immunoglobulins. *J. Dairy Sci.* 74: 1953-1956.

ZURITA, L. 1994. Calostro, Fuente de Vida del Recién Nacido. *Chile Agrícola*. 20: 286-288.

## 8. ANEXOS

**ANEXO 1. Valores de P y significancia estadística a la prueba de "t" durante las primeras 60 horas post parto.  $\gamma$ -GT en suero catastral.**

Horas	P	Significancia
1-12	0.0006	***
12-24	<0.0001	***
24-36	0.0004	***
36-48	0.0101	*
48-60	0.3580	ns

ns: no significativo                      \*: significativo  
 \*\* : muy significativo                \*\*\*: extremadamente significativo

**ANEXO 2. Valores de P y significancia estadística a la prueba de "t" durante las primeras 60 horas de vida.  $\gamma$ -GT Sérico.**

Horas	P	Significancia
1-12	0.0052	**
12-24	0.9233	ns
24-36	0.0142	*
36-48	0.0019	**
48-60	0.3756	ns

ns: no significativo                      \*: significativo  
 \*\* : muy significativo                \*\*\*: extremadamente significativo

**ANEXO 3. Valores de P y significancia estadística a la prueba de "t" durante las primeras 60 horas post parto. Inmunoglobulinas en suero calostralo.**

Horas	P	Significancia
1-12	0.0032	**
12-24	0.0008	***
24-36	0.0003	***
36-48	0.0015	**
48-60	0.1132	ns

ns: no significativo                      \*: significativo  
 \*\* : muy significativo                \*\*\*: extremadamente significativo

**ANEXO 4. Valores de P y significancia estadística a la prueba de "t" durante las primeras 60 horas de vida. Inmunoglobulinas Séricas.**

<b>Horas</b>	<b>P</b>	<b>Significancia</b>
<b>1-12</b>	0.0017	**
<b>12-24</b>	0.0150	*
<b>24-36</b>	0.4680	ns
<b>36-48</b>	0.1829	ns
<b>48-60</b>	0.5129	ns

ns: no significativo                      \*: significativo  
 \*\* : muy significativo                \*\*\*: extremadamente significativo

**ANEXO 5. Valores de P y significancia estadística a la prueba de "t" durante las primeras 60 horas post parto. Proteínas Totales en suero calostrál**

<b>Horas</b>	<b>P</b>	<b>Significancia</b>
<b>1-12</b>	<0.0001	***
<b>12-24</b>	0.0023	**
<b>24-36</b>	0.0003	***
<b>36-48</b>	0.0476	*
<b>48-60</b>	0.1872	ns

ns: no significativo                      \*: significativo  
 \*\* : muy significativo                \*\*\*: extremadamente significativo

**ANEXO 6. Valores de P y significancia estadística a la prueba de "t" durante las primeras 60 horas de vida. Proteínas Totales Séricas.**

<b>Horas</b>	<b>P</b>	<b>Significancia</b>
<b>1-12</b>	0.0028	**
<b>12-24</b>	0.0026	**
<b>24-36</b>	0.5080	ns
<b>36-48</b>	0.1986	ns
<b>48-60</b>	0.4864	ns

ns: no significativo                      \*: significativo  
 \*\* : muy significativo                \*\*\*: extremadamente significativo

**ANEXO 7. Tabla de correlaciones entre  $\gamma$ -GT sérico en terneros y  $\gamma$ -GT en suero calostrado, durante los primeros siete días (168 hours).**

<b>Tiempo</b>	<b>Valor “r “</b>	<b>Significancia</b>
<b>Hora 1</b>	-0,1337	ns
<b>Hora 12</b>	0,01429	ns
<b>Hora 24</b>	0,04703	ns
<b>Hora 36</b>	0,5153	ns
<b>Hora 48</b>	0,2605	ns
<b>Hora 60</b>	0,1286	ns
<b>Hora 72</b>	0,1027	ns
<b>Hora 84</b>	-0,2063	ns
<b>Hora 96</b>	-0,4219	ns
<b>Hora 108</b>	-0,02426	ns
<b>Hora 120</b>	0,09117	ns
<b>Hora 144</b>	-0,1880	ns
<b>Hora 168</b>	-0,3192	ns

ns: no significativo

**ANEXO 8. Tabla de correlaciones entre actividad de  $\gamma$ -GT (U/L) y valores de Inmunoglobulinas (UT) en suero de terneros, durante las primeras 168 horas de vida.**

<b>Tiempo</b>	<b>Valor " r "</b>	<b>Significancia</b>
<b>Hora 1</b>	0,4239	ns
<b>Hora 12</b>	0,8919	***
<b>Hora 24</b>	0,6351	*
<b>Hora 36</b>	0,8435	**
<b>Hora 48</b>	0,8181	**
<b>Hora 60</b>	0,8478	***
<b>Hora 72</b>	0,8405	**
<b>Hora 84</b>	0,8489	***
<b>Hora 96</b>	0,8111	**
<b>Hora 108</b>	0,7363	**
<b>Hora 120</b>	0,8399	**
<b>Hora 144</b>	0,8668	***
<b>Hora 168</b>	0,8243	**

ns: no significativo

\*\*\*: <0.001

\*: 0.01 a 0.05

\*\* : 0.001 a 0.01

**ANEXO 9. Tabla de correlaciones entre  $\gamma$ -GT (U/L) y Proteínas Totales (g/100ml) en suero de terneros, durante las primeras 168 horas de vida.**

<b>Tiempo</b>	<b>Valor " r "</b>	<b>Significancia</b>
<b>Hora 1</b>	0,1079	ns
<b>Hora 12</b>	0,9249	***
<b>Hora 24</b>	0,7687	**
<b>Hora 36</b>	0,8537	***
<b>Hora 48</b>	0,8776	***
<b>Hora 60</b>	0,8292	**
<b>Hora 72</b>	0,8489	***
<b>Hora 84</b>	0,8265	**
<b>Hora 96</b>	0,8221	**
<b>Hora 108</b>	0,8105	**
<b>Hora 120</b>	0,8483	***
<b>Hora 144</b>	0,8130	**
<b>Hora 168</b>	0,7464	**

ns: no significativo    \*: 0.01 a 0.05    \*\*: 0.001 a 0.01  
 \*\*\*: <0.001

**ANEXO 10. Tabla de correlaciones entre Inmunoglobulinas (UT) y Proteínas Totales (g/100ml) en suero de terneros, durante las primeras 168 horas de vida.**

<b>Tiempo</b>	<b>Valor " r "</b>	<b>Significancia</b>
<b>Hora 1</b>	-0,1288	ns
<b>Hora 12</b>	0,9693	***
<b>Hora 24</b>	0,8868	***
<b>Hora 36</b>	0,9071	***
<b>Hora 48</b>	0,9098	***
<b>Hora 60</b>	0,8699	***
<b>Hora 72</b>	0,8984	***
<b>Hora 84</b>	0,8973	***
<b>Hora 96</b>	0,8508	***
<b>Hora 108</b>	0,7787	**
<b>Hora 120</b>	0,8188	**
<b>Hora 144</b>	0,8998	***
<b>Hora 168</b>	0,8484	***

ns: no significativo: \* : 0.01 a 0.05 \*\* : 0.001 a 0.01  
 \*\*\* : <0.001

## ANEXO 11

**Actividad de  $\gamma$ -GT (U/L) en suero calostrado**

Vacas													
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Media	d.e.
1	4997	12680	121484	93896	49368	33759	66187	93412	93291	84095	58080	79123,0	30198,1
12	3654	67639	43681	47311	19239	47916	50336	47311	49973	31218	21054	42020,0	14097,8
24	1766	26620	23595	16819	8228	33154	15609	26136	18029	15851	12100	19437,0	7217,18
36	5170	22022	7293	11407	3399	10703	14399	8074	8976	5038	4752	9203,00	5389,96
48	3597	15851	6248	8811	3278	5203	8382	6479	6358	5060	5720	6817,00	3442,03
60	3861	11253	4048	7249	5269	5324	6127	8558	6358	6303	4059	6219,00	2203,41
72	4829	5621	3267	5104	6259	6666	6028	7612	5522	6259	4378	5595,00	1184,02
84	4587	5555	3069	6831	4972	4675	6325	8371	5786	5071	5610	5532,00	1366,28
96	4543	6138	3894	4554	4895	5049	7139	8525	5566	4004	7755	5642,00	1559,13
108	5137	3014	3729	7293	4521	3828	4961	4906	3179	6182	5313	4733,00	1283,61
120	4312	5456	3751	5126	5269	6369	4851	5126	4906	4202	5016	4944,00	696,65
144	3036	3696	3784	3993	6028	5984	3443	6908	5027	5907	5709	4865,00	1313,99
168	3388	4103	3388	3058	4675	4719	4268	4895	5500	3344	5291	4239,00	849,19

**Actividad de  $\gamma$ -GT (U/L) sérica**

Terberos													
Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Media	d.e.
1	17	7	16	23	22	9	16	21	9	17	15	15,64	5,39
12	496	8	922	2370	22	2805	3410	23	3135	4620	1329	1740,00	1607,65
24	2862	887	829	1504	979	3069	2629	446	2167	3190	937	1772,64	1029,57
36	1459	1967	503	921	150	1798	1409	403	1238	1958	556	1123,82	654,59
48	1082	1175	397	732	98	1304	884	315	231	1404	403	729,55	465,60
60	901	872	335	645	76	1100	715	211	864	1205	342	660,55	372,55
72	822	777	310	571	61	1008	575	173	790	1098	296	589,18	343,62
84	733	714	273	519	59	910	543	152	728	1021	271	538,45	315,77
96	686	634	234	498	56	846	466	141	640	931	232	487,64	290,81
108	603	604	224	450	51	777	414	124	608	834	206	445,00	265,25
120	554	542	196	322	46	727	385	120	568	833	192	407,73	257,05
132	535	521	175	392	43	674	343	110	531	681	184	380,82	226,31
144	486	468	167	377	40	656	319	96	428	662	156	350,45	215,15
156	440	457	156	334	39	610	297	98	394	569	143	321,55	192,85
168	398	402	130	441	334	551	279	87	368	553	135	334,36	161,75

## ANEXO 12

## Inmunoglobulinas (UT) en suero calostroal

		Vacas												
Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Media	d.e.	
1	57,4	82,6	59,6	56,4	8,3	83,52	97,8	85,14	81,9	79,5	79,9	70,19	24,36	
12	54,2	78,8	55,4	54,8	5,36	79,72	78,5	78,28	72,44	66,7	57,52	61,97	21,56	
24	43,2	63,2	49,2	49,8	2,74	70,14	68,24	61,06	37,92	43,2	26,52	46,83	19,87	
36	16	61,6	29	26,3	0,65	37,96	35,25	22,1	26,08	8,42	14,12	25,23	16,45	
48	5,6	55	22,6	18,5	0,48	4,61	14,21	3,75	12,79	2,71	4,7	13,18	15,59	
60	2	40,8	10,5	12,7	6,32	4,79	7,48	5,92	12,11	2,37	5,01	10,00	10,82	
72	12,2	20,8	2,3	8,4	3,43	4,4	3,81	4,2	16,11	2,98	3,2	7,44	6,25	
84	4,2	11,2	2,9	4,5	6,64	3,63	3,07	3,43	18,01	2,59	3,25	5,77	4,76	
96	3,4	6	7	3,5	3,16	3,32	5,1	2,89	7,14	2,87	4,18	4,41	1,63	
108	5,8	6	4,5	4,6	6,52	1,74	2,48	3,79	4,79	3,11	2,46	4,16	1,59	
120	5,6	5,2	4,2	2,7	0,24	3,09	1,94	2,07	4,38	3,48	2,62	3,23	1,56	
144	7,2	3,4	2,9	3,3	2,3	0,4	1,96	2,53	3,88	3,05	3,84	3,16	1,66	
168	6,6	6,6	2,5	4	1,98	0,22	2,07	4,92	4,33	2,28	2,75	3,48	2,01	

## Inmunoglobulinas (UT) en suero

		Terberos												
Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Media	d.e.	
1	0,5	1,1	1,9	8,7	1,1	1,1	0,4	0,7	0,8	0,6	0,9	1,62	2,38	
12	6,1	1,5	25,8	27,1	1	30,1	28,1	0,3	26,9	38,9	26,1	19,26	14,04	
24	32,8	29,7	30,6	30,9	32,8	34,3	30	8,8	30,9	39,8	27,8	29,85	7,66	
36	32,7	35,3	30	28,9	9,7	34,8	28,2	14,2	31	39,5	27,1	28,31	8,90	
48	29,7	34,9	30,3	29,5	8,3	32,3	27,1	13	5,6	37,5	27,8	25,09	10,91	
60	30,5	33,3	28,2	29,7	8,4	31,1	26,7	11,9	31,5	36,7	26,2	26,75	8,75	
72	29,8	32,6	28,8	28	6,6	30,8	27,1	12,4	30,1	37,5	26	26,34	8,96	
84	29,4	32	27,7	29	6,2	31,7	28,3	11,4	31,6	37	26,3	26,42	9,24	
96	28,5	35,8	28,8	27,4	8	32,6	27,5	8,8	29,7	36,2	26,3	26,33	9,46	
108	30,4	35,1	29,5	29,7	7,1	32,2	25,1	13,4	30	27,3	25	25,89	8,38	
120	27,8	36,2	29,6	26,8	8,2	34	23,5	11,6	28,8	37,6	22,7	26,07	9,32	
132	26,2	36,6	28	28,1	7,8	32,8	25,6	12,7	27	36,8	26,2	26,16	8,90	
144	26,3	35,5	25,3	28,9	10	34,1	27,1	10,9	30,2	36,6	24,8	26,34	8,83	
156	31,3	32,9	29,5	28	9,3	30,7	26	11,2	29,1	35,8	24	26,16	8,49	
168	29,9	34	25,3	25,9	26,6	33	27,2	13	30,6	36,3	24,1	27,81	6,28	

## ANEXO 13

**Proteínas Totales (g/100 ml) en suero calostrado**

<b>Vacas</b>													
<b>Horas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Media</b>	<b>d.e</b>
<b>1</b>	164	148	160	216	154	176	164	216	176	176	144	172,18	24,24
<b>12</b>	148	92	148	156	104	164	132	156	120	104	84	128,00	28,51
<b>24</b>	85	132	106	98	68	126	110	106	76	81	50	94,36	24,92
<b>36</b>	60	118	77	82	61	83	74	62	62	56	48	71,18	19,12
<b>48</b>	59	75	66	74	50	64	74	60	60	61	42	62,27	10,19
<b>60</b>	64	78	54	60	65	65	58	56	54	50	37	58,27	10,38
<b>72</b>	42	88	58	50	49	53	53	52	49	48	44	53,27	12,32
<b>84</b>	56	78	52	51	54	54	53	50	46	57	50	54,64	8,33
<b>96</b>	43	64	44	43	50	48	55	50	46	60	43	49,64	7,23
<b>108</b>	48	57	45	51	60	48	54	48	46	46	36	49,00	6,48
<b>120</b>	44	70	44	50	48	52	49	44	50	61	40	50,18	8,59
<b>144</b>	42	60	42	49	48	48	51	42	46	52	39	47,18	5,96
<b>168</b>	41	48	42	36	47	44	44	40	43	52	37	43,09	4,72

**Proteínas Totales (g/100 ml) en suero**

<b>Terneros</b>													
<b>Horas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Media</b>	<b>d.e</b>
<b>1</b>	40	40	42	42	44	44	47	44	44	41	41	42,64	2,16
<b>12</b>	42	41	63	63	43	75	76	44	68	85	68	60,73	15,74
<b>24</b>	75	74	70	72	71	84	84	49	74	90	76	74,45	10,55
<b>36</b>	73	80	69	68	46	85	86	54	77	88	74	72,73	13,17
<b>48</b>	72	79	69	66	49	86	82	54	50	84	72	69,36	13,40
<b>60</b>	71	79	69	66	50	81	84	54	75	82	71	71,09	11,09
<b>72</b>	74	81	69	64	48	84	81	56	73	84	71	71,36	11,65
<b>84</b>	73	83	69	64	46	82	84	56	74	85	71	71,55	12,42
<b>96</b>	78	81	66	67	50	81	86	58	70	86	70	72,09	11,57
<b>108</b>	72	84	69	65	50	81	83	56	72	86	70	71,64	11,59
<b>120</b>	72	78	67	68	50	81	85	60	76	91	71	72,64	11,53
<b>132</b>	76	81	65	66	50	81	82	57	78	81	72	71,73	10,90
<b>144</b>	73	78	70	68	49	84	82	56	69	83	70	71,09	11,00
<b>156</b>	72	79	69	64	52	81	80	56	70	76	66	69,55	9,55
<b>168</b>	71	76	63	66	67	80	78	55	67	77	66	69,64	7,57

## AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Néstor Tadich B., por su gran disposición y amistad.
- Al Laboratorio de Patología Clínica del Hospital Veterinario por facilitarme su infraestructura para la realización de este trabajo y en especial a la Señora Helga Böhmwald por su ayuda desinteresada.
- A mis familiares y amigos, que de una u otra forma colaboraron para el éxito de este trabajo.