

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL Y TECNOLOGÍA DE CARNES**

**RESPUESTA PRODUCTIVA Y METABOLICA DE TERNEROS ALIMENTADOS  
CON TRES SUSTITUTOS LÁCTEOS COMERCIALES.**

Memoria de Título presentada como parte de  
los requisitos para optar al **TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO.**

**JOSÉ ANTONIO BORKERT VARGAS.**

**VALDIVIA - CHILE**

**2005**

**PROFESOR PATROCINANTE** : \_\_\_\_\_  
**Dr. Rubén Pulido F.**

**PROFESOR COPATROCINANTE** : \_\_\_\_\_  
**Dr. Fernando Wittwer M.**

**PROFESORES CALIFICADORES** : \_\_\_\_\_  
**Dr. Néstor Tadich B.**

: \_\_\_\_\_  
**Dr. Bruno Twele W.**

**FECHA DE APROBACIÓN** : **28 de Marzo del 2005**

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. SUMMARY</b> .....	<b>2</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>8</b>
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>11</b>
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>21</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>27</b>
<b>9. AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>33</b>

*A mis padres, esposa e hija con cariño*

## 1. RESUMEN.

### RESPUESTA PRODUCTIVA Y METABOLICA DE TERNEROS ALIMENTADOS CON TRES SUSTITUTOS LÁCTEOS COMERCIALES.

Para comparar la productividad animal y las variaciones de parámetros energéticos y proteicos de perfiles metabólicos de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos comerciales (SLC), treinta terneros Frisón Negro fueron asignados aleatoriamente en un diseño completamente al azar, dentro de tres tratamientos de diez animales cada uno: T1; sustituto lácteo A, T2; sustituto lácteo B y T3; sustituto lácteo C. Los terneros fueron colocados en jaulas individuales y alimentados con 450 g de SLC reconstituido al 12% de MS por 55 días. Durante el estudio se ofreció un concentrado inicial para terneros, pellet de alfalfa y agua a libre disposición. Para cada ternero se determinó el consumo de materia seca, peso vivo y eficiencia de conversión alimentaria. Además, a la 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana se tomaron muestras de sangre de cada ternero para determinar las concentraciones de glucosa, fructosamina, albúmina y urea.

El peso vivo promedio a la 4<sup>a</sup> semana (60,8; 60,0 y 57,2 kg para T1, T2 y T3, respectivamente) y 8<sup>a</sup> semana de edad (78,8; 77,3 y 74,0 kg para T1, T2 y T3, respectivamente) fue superior para T1 y T2 en comparación a T3 ( $P < 0,05$ ). El consumo de materia seca promedio presentó diferencias según tratamiento a la 4<sup>a</sup> (0,94; 0,92 y 0,87 kg/día para T1, T2 y T3, respectivamente) y a la 8<sup>a</sup> semana de edad (1,23; 1,24 y 1,14 kg/día para T1, T2 y T3, respectivamente) siendo superior para T1 y T2 en comparación a T3 ( $P < 0,05$ ). La eficiencia de conversión alimentaria no presentó diferencias según tratamiento. Las concentraciones plasmáticas promedio de glucosa y fructosamina fueron similares entre tratamientos durante el estudio ( $P > 0,05$ ). Las concentraciones de albúmina (28,2; 29,6 y 30,0 g/L para T1, T2 y T3, respectivamente) fueron inferiores para T1 en comparación a T2 y T3 ( $P < 0,05$ ). Las concentraciones plasmáticas promedio de urea (2,79; 3,09 y 3,53 mmol/L para T1, T2 y T3, respectivamente), fueron inferiores para T1 en comparación a T3, y T2 fue similar a T1 y T3 ( $P < 0,05$ ).

Se concluye que los terneros de lechería alimentados con sustitutos lácteos comerciales criados artificialmente obtuvieron una respuesta productiva y sus concentraciones plasmáticas de indicadores del metabolismo energético y proteico están dentro de los rangos indicados para la especie y edad.

**Palabras claves:** terneros de lechería, metabolitos sanguíneos, perfiles metabólicos.

## 2. SUMMARY.

### ANIMAL PERFORMANCE AND METABOLIC RESPONSE IN DAIRY CALVES FED WITH THREE COMMERCIAL MILK REPLACERS.

With the objective of comparing the performance and the changes in the energy and protein parameters of metabolic profiles of dairy calves fed with three commercial milk replacers were compared (CMR). Thirty Fresian bull calves were assigned to a completely randomized design, into three treatments of ten animals each: T1; milk replacer A, T2; milk replacer B and T3; milk replacer C. The calves were housed individually and fed with 450 g of CMR reconstituted to 12% of DM for 55 days. A commercial calf started, alfalfa pellet and water were available throughout the study. Dry matter intake (DMI), body weight (BW) and feed efficiency were determined. Also, at week 1, 4 and 8 blood samples were taken individually from each calf to determine plasma glucose, fructosamine, albumin and urea concentrations.

Mean BW at week 4 (60.8, 60.0 and 57.2 kg for T1, T2 and T3, respectively) and 8 (78.8, 77.3 and 74.0 kg for T1, T2 and T3, respectively) were higher for treatment T1 and T2 compare to T3 ( $P < 0.05$ ). Mean DMI were affected by treatment at week 4 (0.94, 0.92 y 0.87 kg/day for T1, T2 and T3, respectively) and 8 (1.23, 1.24 y 1.14 kg/day for T1, T2 and T3, respectively) were higher for treatment T1 and T2 compare to T3 ( $P < 0.05$ ). Mean feed conversion efficiency was not affected by treatment. Plasma concentrations of glucose and fructosamine were similar among treatments during the study ( $P > 0.05$ ). The albumin concentrations (28.2, 29.6 and 30.0 g/L for T1, T2 and T3, respectively) were lower for T1 compare to T2 and T3 ( $P < 0.05$ ). Mean plasma concentrations of urea (2.79, 3.09 and 3.53 mmol/L for T1, T2 and T3, respectively), were lower for T1 compare to T3 and T2 was similar to T1 and T3 ( $P < 0.05$ ).

It is concluded that dairy calves fed with commercial milk replacers obtain a performance according to expected and plasma concentrations of energy and protein metabolism indicators were within ranges indicated for the specie and age.

**Key words: dairy calves, blood metabolites, metabolic profile.**

### 3. INTRODUCCIÓN.

#### 3.1. GENERALIDADES.

El objetivo principal de la crianza de terneros es producir con una alta eficiencia productiva a un bajo costo (Hutjens 1985), además de proveer las hembras de reposición y los machos para la producción de carne y futuros reproductores (Etgen y Reaves 1985).

En la crianza artificial de terneros de lechería, sistema de crianza común en el sur de Chile, es frecuente el uso de sustitutos lácteos con la finalidad de disminuir los costos de ésta, permitiendo ahorrar la leche que el ternero consumiría, para dejarla disponible para su comercialización (Vallejos 1999).

La importancia de la suplementación láctea se debe a que los rumiantes al momento del nacimiento poseen un estómago compuesto por cuatro compartimentos, de los cuales sólo el abomaso cumple una función digestiva durante las primeras etapas de vida (Bondi 1989). Es así como el ternero, en la etapa inicial de su vida, se considera como un animal no-rumiante desde el punto de vista digestivo (López y col 1981). Además, en virtud de su limitada capacidad de ingerir materia seca (entre 1,3 á 1,5% del peso vivo), la alimentación durante este período debe ser líquida y nutricionalmente concentrada (Roy 1980).

Los sustitutos lácteos se definen como concentrados de alto valor nutritivo, que se ofrecen en forma líquida una vez terminada la alimentación con calostro (Etgen y Reaves 1985). La composición de los sustitutos lácteos consiste básicamente en leche descremada en polvo y grasa animal o vegetal, pudiendo contener suero de leche deshidratado, una pequeña porción de glucosa, proteína no láctea, harina de cereales, vitaminas y minerales (Roy 1980, Quigley y Wolfe 2002). Además, deben cumplir otros requisitos como son una buena solubilidad, ser capaz de mantenerse en solución, ser palatable para el ternero y que su costo sea menor al de la leche entera (Shinya 1999).

Un sustituto de óptima calidad debe contener base materia seca sobre un 22% de proteína cruda, 10-20% de materia grasa y menos de 1% de fibra cruda (NRC 2001). Las proteínas deben tener un balance adecuado de aminoácidos esenciales, fácilmente digeribles y apetecibles por el ternero (Roy 1980), esto último es muy importante debido a que el ternero es altamente sensible a la calidad de la proteína de su ración líquida. Otro componente de relevancia son los carbohidratos, como la glucosa, la lactosa y la galactosa, los cuales son aportados directamente por la ración para ser utilizados como fuente de energía (Davis y Drackley 1998, Rauprich y col 2000). Los lípidos, por su parte, son el tercer grupo de importancia en los sustitutos lácteos, dentro de éstos el contenido de grasa de 10-20%, permite reducir el riesgo de diarreas, ayuda a un destete precoz y a un mejor desarrollo post-destete de los terneros (Roy 1980, Wijayasinghe y col 1984). A su vez una composición de un

10% de grasa es suficiente para obtener ganancias de peso apreciables que resultan económicamente beneficiosos (Vera 1988, Jaster y col 1992).

Un último grupo de los componentes de los sustitutos lácteos, son las vitaminas y minerales. Debido a que, tanto las vitaminas como los minerales son esenciales para promover un adecuado desarrollo y salud de los animales, siendo requeridos en menor cantidad que los nutrientes energéticos y proteicos (Davis y Drackley 1998). Dentro de éstas se señalan las vitaminas A, D, y E y los minerales calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, cloro y azufre (NRC 2001).

Las diferencias que se producen en los distintos sustitutos lácteos se originan de las materias primas utilizadas y de las tecnologías empleadas en su procesamiento, producto de la constante innovación y del perfeccionamiento que realizan los fabricantes de estos alimentos (López y col 1981). Es necesario destacar que la productividad animal obtenida al utilizar estos alimentos, puede ser el mejor indicador de su calidad (Shinya 1999).

Los terneros que reciben exclusivamente dieta líquida retrasarán el desarrollo de sus estómagos (Bondi 1989). Frente a esta circunstancia es necesario incorporar a la dieta alimentos sólidos a partir de los primeros días de vida del animal de manera que estimulen el desarrollo del retículo-rumen, adelantando el paso de ternero no-rumiante a rumiante. Dentro de estos alimentos sólidos encontramos el concentrado “inicial” que debe contener proteínas de excelente calidad y la energía necesaria para esta etapa, combinado con una elevada palatabilidad y capacidad fermentativa, para promover un rápido desarrollo y funcionalidad del rumen (Franklin y col 2003). Otros alimentos sólidos son la alfalfa (*Medicago sativa*), y otros voluminosos que son elaborados especialmente con el fin de poseer una excelente calidad nutritiva. Por su parte, la alfalfa se ha utilizado en diferentes explotaciones ganaderas con buenos resultados productivos ya sea en forma de heno o pellet (Beharka y col 1998). El agua de bebida debe ser de buena calidad higiénica y entregada diariamente a libre disposición, desde que el ternero comienza a recibir alimento seco (Kertz y col 1984).

Dentro de la crianza artificial de terneros el éxito del proceso dependerá de un adecuado control del hombre y de los factores involucrados en este período productivo (Heinrichs y col 1995). Por consiguiente, es importante tener en cuenta que se deben evaluar las nuevas tecnologías que aparecen disponibles en el mercado, con el fin de poseer mayor información de este proceso productivo tan importante en la ganadería.

### **3.2. PERFILES METABÓLICOS.**

Los perfiles metabólicos son un método de diagnóstico empleado en las enfermedades de la producción, mediante el cual se determina e interpreta, en grupos representativos de animales, la concentración de varios constituyentes orgánicos indicadores del balance de algunas vías metabólicas, que permiten la evaluación de los desordenes metabólicos y el estado nutricional como de salud de los rebaños y comparar sus resultados con los valores de referencia de la población (Wittwer y Böhmwald 1988).

El volumen de reservas de disponibilidad inmediata de un metabolito está dado por su concentración en la sangre, que se mantiene dentro de ciertos límites de variación fisiológica, y que son considerados valores de referencia. Si la variación se escapa de estos rangos en un grupo de animales, nos indica la presencia de un desbalance metabólico nutricional o una alteración orgánica, lo que condicionará una disminución en la capacidad de utilización o biotransformación, por esta razón existen los mecanismos homeostáticos con el fin de equilibrar el aporte y la demanda de casi todos los nutrientes (Herdt 1994).

### **3.2.1. Metabolismo energético.**

La glucosa ocupa el lugar central en el metabolismo energético de los animales, sin embargo, existen grandes diferencias en las vías de obtención de ésta. En los monogástricos, es obtenida como producto final de la digestión de carbohidratos, y es directamente absorbida y distribuida al hígado y a otros tejidos corporales para su uso inmediato o para ser almacenada como grasa o glucógeno. En los rumiantes, la principal fuente de energía proviene de materias vegetales ricas en celulosa, que fermentan en el rumen por acción de los microorganismos allí existentes, produciéndose ácidos grasos volátiles como el ácido acético, propiónico y butírico. Es por ello, que los rumiantes deben sintetizar la glucosa en el hígado a partir del ácido propiónico, aminoácidos glucogénicos provenientes del metabolismo de las proteínas y del glicerol proveniente de la hidrólisis de la grasa (Payne y Payne 1987, Price y col 1989, Donkin y Armentano 1995).

Se debe tener en cuenta que la glucosa se encuentra bajo un severo control homeostático en la sangre, dado por distintas hormonas. Es por esto que, cambios de las concentraciones hormonales pueden ser la causa primaria de variaciones en las concentraciones del metabolito (Price y col 1989, Hostettler-Allen y col 1994). El hígado, por su parte, ocupa un lugar central en el mecanismo de regulación de la concentración plasmática de glucosa, ya que puede suministrar glucosa a través de la producción hepática desde sus precursores como carbohidratos y aminoácidos o remover glucosa que será utilizada como fuente de energía por la mayoría de los tejidos o convertida en otros productos de almacenamiento como el glicógeno (Kaneko y col 1997).

La glucosa no es un indicador del estatus nutricional, pero es de gran ayuda en el diagnóstico de fallas en la homeostasis del organismo que tienen un fuerte efecto sobre la productividad y la salud del animal (Kaneko y col 1997).

Por otra parte, se debe considerar que al tomar una muestra de sangre existen ciertos factores como el estrés, el manejo y la hora del día en que esta es tomada, lo que podría influir en los resultados y confundir su interpretación (Topps y Thompson 1984, Klemm 1993).

La fructosamina es una glucoproteína plasmática que resulta de la fijación no enzimática de moléculas de glucosa a grupos aminados de las albúminas circulantes en la sangre. Como la magnitud de esta glucosilación depende de las concentraciones de glucosa en el plasma, la fructosamina constituye un indicador de hiperglicemia sostenida, reflejando retrospectivamente la tasa plasmática del monosacárido correspondiente a las últimas dos semanas, sin ser afectada por los rápidos cambios de la glicemia. Por lo tanto, una evolución

decreciente de la concentración de fructosamina indica que no han existido hiperglicemias sostenidas, sino episodios hiperglicémicos intermitentes (Kaneko y col 1997, Coppo 2001, Ceballos y col 2002).

### **3.2.2. Metabolismo proteico.**

Los rumiantes poseen una gran ventaja sobre los monogástricos en lo que se refiere al aporte proteico ya que ellos no dependen de un aporte de proteína de alta calidad. Los microorganismos ruminales pueden sintetizar proteína desde fuentes de nitrógeno no proteico. Por la degradación de los compuestos nitrogenados del alimento se obtiene amoníaco, que es removido por la flora ruminal para la síntesis de sus propias proteínas. Estas proteínas son digeridas y absorbidas en forma de aminoácidos al igual que en los monogástricos (Price y col 1989). Una parte del amonio formado pasa por la pared ruminal y llega al hígado vía vena porta, donde es transformado en urea (Payne y Payne 1987).

Durante el día las concentraciones de urea fluctúan dependiendo de la cantidad de nitrógeno proteico y no proteico ingerido y de la velocidad con que son degradados en el rumen (Topps y Thompson 1984). Así, si la ingesta proteica de un animal es alta, la concentración de urea sanguínea aumenta y se eliminará mayor cantidad por la orina, reciclándose también mayor cantidad por la saliva y a través de la pared del rumen (Sykes y Field 1973, Gonzáles y col 1984, Price y col 1989, Waghorn y col 1990).

Aumentos en las concentraciones de urea también están asociados a un mayor catabolismo, ya sea por movilización de proteínas o gluconeogénesis. Deficiencias energéticas o situaciones patológicas con desgaste de tejido, que impiden una eficiente utilización de la proteína, llevan a aumentos en la concentración de urea por incremento de la desanimación. Bajos niveles de urea en la sangre se asocian a dietas pobres en proteína, o a una muy buena utilización de ésta con una escasa desaminación (Church y col 2002).

La albúmina es sintetizada en el hígado a partir de aminoácidos, y es por tanto en algún modo, reflejo de la habilidad del animal para sintetizar y almacenar proteína (Thomas 2000). Se debe tener en cuenta entonces que insuficiencias hepáticas y parásitos gastrointestinales también pueden producir descensos en las concentraciones de albúmina (Topps y Thompson 1984). Tanto en bovinos como en ovinos se ha demostrado que la ingesta de proteína afecta la concentración sanguínea de albúmina, pero con una respuesta menor que en el caso de la urea (Rowlands y col 1980). Si los valores de albúmina están disminuidos podría indicar una insuficiencia proteica o energética (Topps y Thompson 1984, Price y col 1989, Tikofsky y col 2001). La vida media de la albúmina sérica es de 15 á 18 días aproximadamente, por lo tanto un descenso en su concentración podría indicar que el déficit nutricional ocurrió como mínimo dos semanas atrás. Sus concentraciones en sangre tienden a disminuir cuando el animal consume dietas pobres en proteína o los requerimientos son elevados. También se asocian valores bajos del metabolito a pérdidas de proteína corporal. La albúmina puede usarse como indicador del estado nutricional, sobre todo si se complementa con mediciones del peso corporal y con cambios en la ingesta de nutrientes (Kaneko y col 1997, Thomas 2000).

Los metabolismos energético y proteico están estrechamente relacionados en los rumiantes, donde la deficiencia de uno, lleva a una deficiente utilización del otro (Orskov 1997). Un bajo aporte proteico deprime la actividad de la flora ruminal, lo que determina una alteración en la digestión de los carbohidratos. Por otra parte, si la dieta es pobre en hidratos de carbono la flora ruminal es privada de la materia prima requerida para multiplicarse y realizar sus funciones. Además los carbohidratos aportan el carbono, el cual es fundamental en la estructura de los aminoácidos. Por lo tanto, una deficiencia energética puede provocar secundariamente, una deficiencia proteica (Price y col 1989).

Hipótesis: El empleo de tres sustitutos lácteos comerciales en la crianza artificial de terneros permite lograr similares respuestas productivas y concentraciones plasmáticas de indicadores energéticos y proteicos.

### **3.3. OBJETIVOS.**

#### **3.3.1. Objetivo general.**

Evaluar el efecto de tres sustitutos lácteos comerciales, en la crianza artificial de terneros de lechería desde la 1ª semana hasta la 8ª semana de edad, sobre la respuesta productiva y las concentraciones plasmáticas de algunos indicadores del metabolismo energético y proteico.

#### **3.3.2. Objetivos específicos.**

- Determinar la ganancia de peso vivo y la eficiencia de conversión alimentaria a la 1ª, 4ª y 8ª semana de edad en terneros criados con tres sustitutos lácteos.
- Determinar las concentraciones plasmáticas de glucosa y fructosamina como indicadores del metabolismo energético a la 1ª, 4ª y 8ª semana de edad en terneros criados con tres sustitutos lácteos.
- Determinar las concentraciones plasmáticas de albúmina y urea como indicadores del metabolismo proteico a la 1ª, 4ª y 8ª semana de edad en terneros criados con tres sustitutos lácteos.

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS.

### 4.1. MATERIAL.

#### 4.1.1. Ubicación y duración del estudio.

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental “Santa Rosa”, del Centro Experimental de Predios Agrícolas (CEPA), de la Universidad Austral de Chile (UACH), ubicada a 10 km al noreste del límite urbano de la ciudad de Valdivia, Décima Región, Chile. El ensayo se realizó entre Octubre y Diciembre del 2003.

#### 4.1.2. Animales utilizados.

Se utilizaron 30 terneros machos de lechería de la raza Frisón Negro, de partos de primavera. Desde el nacimiento fueron alimentados con calostro y manejados individualmente hasta el quinto día de edad. Previo al inicio del ensayo, se comprobó que los terneros estuvieran clínicamente sanos y con una adecuada inmunidad pasiva (> 19 unidades de turbidez a la prueba del sulfato de zinc). Al quinto día de vida fueron asignados a tres tratamientos.

Los terneros fueron identificados individualmente con autocrotales plásticos, y se incluyó una ficha individual en cada cubículo con los siguientes datos: número, peso al nacimiento, nombre del padre y madre, fecha de inicio del ensayo y tipo de sustituto.

#### 4.1.3. Ambiente.

Al ingreso al sistema de crianza artificial, los terneros fueron distribuidos en jaulas individuales, provistas de comederos para el concentrado de iniciación y pellet de alfalfa y baldes de distintos colores según cada tratamiento para el suministro de sustituto lácteo y agua de bebida. El piso de tierra fue cubierto con viruta, la cual fue reemplazada semanalmente. En este ambiente permanecieron hasta cumplir la 8ª semana de edad.

#### 4.1.4. Alimentación.

La alimentación láctea consistió en 450 g de sustituto lácteo comercial reconstituido al 12% de materia seca y administrado en dos raciones diarias correspondiente a dos litros de sustituto lácteo comercial administrados en la mañana y dos litros en la tarde. Los sustitutos lácteos utilizados para este ensayo se encontraban disponibles en el mercado nacional. Además, se ofreció un concentrado de iniciación<sup>a</sup> y pellet de alfalfa<sup>b</sup>, a libre disposición desde el ingreso al ensayo. A la 8ª semana de edad se destetaron y fueron llevados a jaulas colectivas.

---

<sup>a</sup> Alimentos Cisternas, Chile.

<sup>b</sup> Agropellet Ltda., Chile.

## **4.2. MÉTODOS.**

### **4.2.1. Tratamientos.**

Para este ensayo se consideró un período preexperimental de adaptación de 5 días en que los terneros consumieron sólo calostro. Posteriormente, los terneros fueron asignados según fecha de nacimiento a tres grupos de 10 terneros cada uno. Cada grupo de terneros fue asignado al azar a un tratamiento según el siguiente esquema:

**T1:** ración base más sustituto lácteo A.

**T2:** ración base más sustituto lácteo B.

**T3:** ración base más sustituto lácteo C.

La ración base estuvo constituida por concentrado de iniciación y pellet de alfalfa.

### **4.2.2. Muestras.**

De cada animal se recolectaron muestras de sangre mediante punción de la vena yugular usando tubos al vacío heparinizados en la 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana de edad. Las muestras fueron transportadas dentro del lapso de una hora al Laboratorio de Patología Clínica del Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Universidad Austral de Chile donde fueron centrifugadas para obtener plasma el que fue congelado a -20 °C para su posterior análisis.

Las muestras de cada alimento utilizado (sustitutos lácteos, concentrado inicial y pellet de alfalfa) se recolectaron bisemanalmente para formar una muestra compuesta la cual fue analizada una vez terminado el ensayo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile.

### **4.2.3. Mediciones.**

4.2.3.1. Peso vivo. Se realizaron controles individuales de peso al nacimiento, al inicio del ensayo, luego dos veces por semana hasta finalizar el ensayo. Además se determinó la ganancia de peso vivo para los distintos tratamientos durante el ensayo.

4.2.3.2. Consumo de alimento. Se evaluó diariamente el consumo de concentrado y de pellet de alfalfa de cada uno de los terneros, mediante el cálculo de la diferencia entre lo suministrado y lo rechazado por cada animal, utilizando para ello una balanza con una sensibilidad de 5 gramos.

4.2.3.3. Eficiencia de conversión alimentaria. Se calculó en base a la relación existente entre el consumo de materia seca / kilogramo de ganancia de peso.

### **4.2.4. Análisis bioquímicos sanguíneos.**

En las muestras de plasma se determinaron las concentraciones de los siguientes metabolitos:

- Glucosa: mediante el método colorimétrico enzimático GOD – PAP (Glucosa Sys 1 Roche).
- Fructosamina: mediante el método colorimétrico de reducción de azul de nitrotetrazolio, NBT (Fructosamina Sys 1 de Roche).
- Urea: mediante el método colorimétrico cinético enzimático, (Urea LiquiUV de Human).
- Albúmina: mediante el método colorimétrico de verde de bromocresol, BCG (Albumin liquicolor de Human).

Los análisis colorimétricos se efectuaron en un autoanalizador Cobas Mira Plus<sup>®</sup> de Roche.

#### **4.2.5. Análisis de alimentos.**

Los análisis realizados para los sustitutos lácteos, concentrado inicial y pellet de alfalfa fueron: materia seca (MS), cenizas totales (CT), proteína bruta (PB), fibra cruda (FC), energía metabolizable (EM) y extracto etéreo (EE).

#### **4.2.6. Análisis de datos.**

Los resultados fueron evaluados mediante estadística descriptiva ( $\bar{X} \pm EE$ ), las diferencias entre grupos y períodos fueron analizadas mediante ANDEVA balanceado, empleando el programa estadístico Minitab v.13.32. y se utilizó como nivel de significación el 95%.

## 5. RESULTADOS.

### 5.1. ANÁLISIS DE ALIMENTOS.

Los tres sustitutos lácteos presentaron valores similares de energía metabolizable y proteína cruda (Tabla 1). Sin embargo, el extracto etéreo fue superior en el sustituto C, luego en el sustituto B y finalmente en el sustituto A.

**Tabla 1.** Composición nutricional de los alimentos utilizados en el ensayo con tres grupos de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos.

Alimentos	MS (%)	CT (%)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	EM Mcal/kg
Concentrado inicial <sup>a</sup>	87,0	7,50	19,6	3,50	6,80	3,03
Pellet alfalfa <sup>b</sup>	87,7	9,11	18,2	1,64	29,7	2,27
Sustituto lácteo A	95,7	8,16	19,4	14,4	0,01	3,94
Sustituto lácteo B	95,3	11,2	20,4	17,6	0,33	3,97
Sustituto lácteo C	94,3	11,2	20,7	18,4	0,01	4,02

*a: Alimentos Cisternas, Chile.*

*b: Agropellet Ltda., Chile.*

### 5.2. PESO VIVO, CONSUMO DE ALIMENTO, EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTARIA Y GANANCIA DE PESO VIVO.

Al inicio del ensayo, con cinco días de edad los terneros presentaron un peso vivo promedio similar de 43 kg para los tres tratamientos ( $P>0,05$ ; Tabla 2). A la cuarta semana de edad los terneros de T1 y T2 alcanzaron un promedio de 60 kg de peso vivo, siendo superior ( $P<0,05$ ) a los 57 kg de peso vivo observado para T3. Esta diferencia se mantiene hasta la octava semana de edad, donde T1 y T2 promediaron los 78 kg de peso vivo a diferencia de T3 con un valor de 74 kg de peso vivo ( $P<0,05$ ; Tabla 2).

El consumo de alimento desde la primera hasta la cuarta semana de edad fue superior en un 6% ( $P<0,05$ ) para T1 y T2 en relación a T3, con un consumo de alimento promedio de 0,93 kg diarios, manteniéndose esta situación hasta la octava semana de edad, llegando a consumir 1,23 kg de alimento promedio día ( $P<0,05$ ; Tabla 2).

La eficiencia de conversión alimenticia fue similar para los tres tratamientos con un valor promedio de 1,8<sup>c</sup> para la cuarta semana y de 1,9<sup>d</sup> para la octava semana de edad. Por su parte, la ganancia de peso vivo fue similar para los tres tratamientos, con ganancias de 0,51 kg promedio diarios a la cuarta semana y de 0,66 kg promedio diarios a la octava semana de edad ( $P>0,05$ ; Tabla 2).

**Tabla 2.** Promedio de peso vivo, ganancia de peso vivo, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3) y su error estándar (EE).

	T1	T2	T3	EE
<b>Periodo inicial hasta la 4ª semana</b>				
Peso vivo inicial (kg)	43,2 <sup>a</sup>	42,7 <sup>a</sup>	43,6 <sup>a</sup>	0,94
Ganancia de peso vivo (kg/día)	0,55 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>	0,07
Peso vivo a la 4ª semana (kg)	60,8 <sup>a</sup>	60,0 <sup>a</sup>	57,2 <sup>b</sup>	0,66
Consumo de alimento (kg/día)	0,94 <sup>a</sup>	0,92 <sup>a</sup>	0,87 <sup>b</sup>	0,02
Eficiencia conversión alimenticia *	1,80 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	0,39
<b>Periodo inicial hasta la 8ª semana</b>				
Ganancia de peso vivo (kg/día)	0,67 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,07
Peso vivo a la 8ª semana (kg)	78,8 <sup>a</sup>	77,3 <sup>a</sup>	74,0 <sup>b</sup>	0,94
Consumo de alimento (kg/día)	1,23 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,14 <sup>b</sup>	0,02
Eficiencia conversión alimenticia*	1,93 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>	0,72

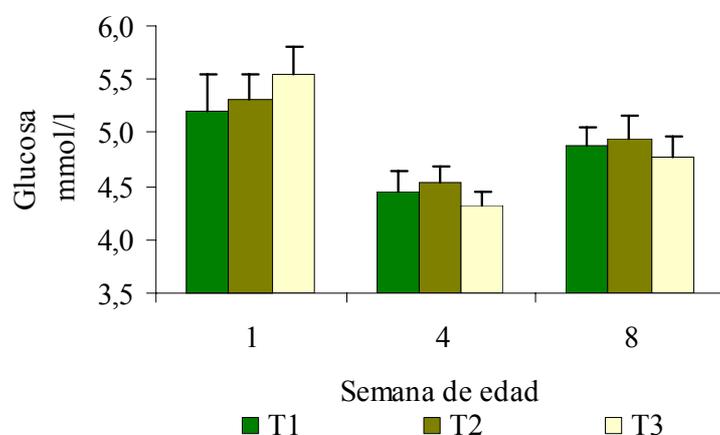
\* Consumo de materia seca / kilogramo de ganancia de peso.  
Letras distintas señalan diferencias entre tratamientos,  $P<0,05$ .

### 5.3. PERFILES BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS.

#### 5.3.1. Perfil Energético.

5.3.1.1. Glucosa. Las concentraciones plasmáticas de glucosa fueron similares ( $P>0,05$ ) para los tres tratamientos con un valor promedio de 4,88 mmol/L (Tabla 3; Gráfico 1). Sin embargo, al considerar los tres tiempos de muestreo la concentración plasmática de glucosa presentó un descenso de un 17% desde la primera hacia la cuarta semana para posteriormente ascender en un 10% a la octava semana de edad ( $P<0,05$ ; Tabla 4).

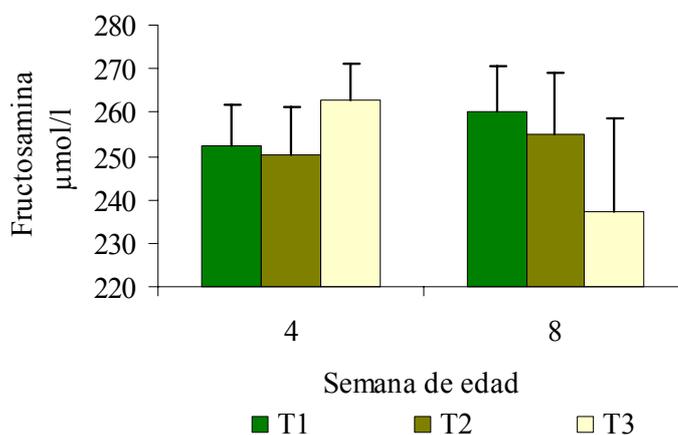
<sup>c, d</sup> Consumo de materia seca / kilogramo de ganancia de peso.



*Diferencias entre tratamientos en un período,  $P > 0,05$ .*

**Gráfico 1.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de glucosa a la 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana de edad de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

5.3.1.2. Fructosamina. Las concentraciones plasmáticas de fructosamina fueron similares ( $P > 0,05$ ) para los tres tratamientos con un valor promedio de 253  $\mu\text{mol/L}$  (Tabla 3). Además, no se observaron cambios en las concentraciones plasmáticas de fructosamina en relación a las semanas de edad al considerar los tiempos de muestreo (Gráfico 2; Tabla 4).



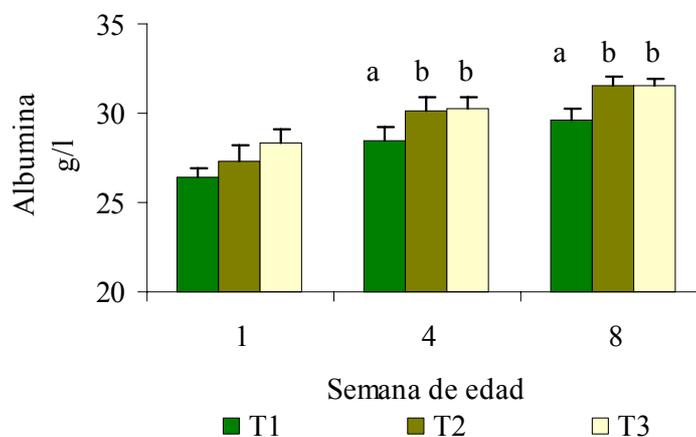
*Diferencias entre tratamientos en un período,  $P > 0,05$ .*

**Gráfico 2.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de fructosamina a la 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana de edad de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

### 5.3.2. Perfil Proteico.

5.3.2.1. Albúmina. La concentración plasmática de albúmina fue un 6% inferior para T1 en relación al valor promedio obtenido por T2 y T3 de 30 g/L ( $P < 0,05$ ; Tabla 3). La concentración de albúmina por tiempo de muestreo presentó un incremento de un 11% desde de la primera hasta la octava semana de edad ( $P < 0,05$ ; Tabla 4).

Al relacionar los tratamientos con los tiempos de muestreo, se obtuvo que en la primera semana de edad las concentraciones plasmáticas de albúmina fueron similares con un valor promedio de 27,3 g/L ( $P > 0,05$ ). Sin embargo, a la cuarta semana de edad se obtuvieron valores superiores en un 6% para T2 y T3 respecto a T1 ( $P < 0,05$ ), relación que se mantuvo hasta la octava semana de edad (Gráfico 3).



*Letras distintas señalan diferencias entre tratamientos en un período,  $P < 0,05$ .*

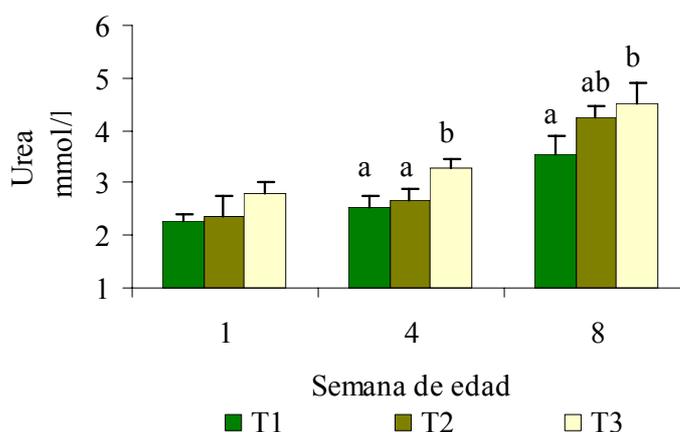
**Gráfico 3.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de albúmina a la 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana de edad de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

5.3.2.2. Urea. El promedio de la concentración plasmática de urea por tratamiento fue un 21% inferior ( $P < 0,05$ ) para T1 respecto a T3. Por su parte, el valor de T2 fue similar a T1 y T3 ( $P > 0,05$ ; Tabla 3).

Al analizar la concentración plasmática de urea tanto para la primera como para la cuarta semana de edad presentó valores similares; sin embargo, a la octava semana de edad presentó un incremento de un 40% ( $P < 0,05$ ; Tabla 4) respecto de la primera semana de edad.

Al relacionar los tratamientos con los tiempos de muestreo se determinó que en la primera semana de edad las concentraciones plasmáticas de urea fueron similares para los tratamientos con un valor promedio de 2,48 mmol/L ( $P > 0,05$ ). En la cuarta semana de edad los valores obtenidos para T1 como para T2 fueron similares ( $P > 0,05$ ). No obstante, T3

presentó una concentración de urea un 21% mayor a T1 ( $P<0,05$ ) para este periodo con un valor de 3,29 mmol/L. A la octava semana de edad la concentración de urea para T1 fue inferior a la obtenida para T3 ( $P<0,05$ ), sin embargo la concentraciones obtenidas para T2 fueron similares a lo obtenido para T1 y T3 respectivamente (Tabla 3; Gráfico 4).



*Letras distintas señalan diferencias entre tratamientos en un periodo,  $P<0,05$ .*

**Gráfico 4.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de urea a la 1ª, 4ª y 8ª semana de edad de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

**Tabla 3.** Concentraciones plasmáticas ( $\bar{X} \pm EE$ ) de glucosa, fructosamina, albúmina y urea de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos, desde la 1ª hasta la 8ª semana de edad.

Parámetro	T1 (n=10)	T2 (n=10)	T3 (n=10)
Glucosa (mmol/L)	4,84 <sup>a</sup> ± 0,15	4,93 <sup>a</sup> ± 0,13	4,88 <sup>a</sup> ± 0,14
Fructosamina (μmol/L)	256 <sup>a</sup> ± 6,80	253 <sup>a</sup> ± 8,55	250 <sup>a</sup> ± 11,7
Albúmina (g/L)	28,2 <sup>a</sup> ± 0,43	29,6 <sup>b</sup> ± 0,55	30,0 <sup>b</sup> ± 0,44
Urea (mmol/L)	2,79 <sup>a</sup> ± 0,18	3,09 <sup>ab</sup> ± 0,22	3,53 <sup>b</sup> ± 0,20

*Letras distintas señalan diferencias entre tratamientos,  $P<0,05$ .*

**Tabla 4.** Concentraciones plasmáticas ( $\bar{X} \pm EE$ ) de glucosa, fructosamina, albúmina y urea de terneros de lechería alimentados con tres sustitutos lácteos, a la 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana de edad.

<b>Parámetro</b>	<b>1<sup>o</sup> semana</b>	<b>4<sup>o</sup> semana</b>	<b>8<sup>o</sup> semana</b>
Glucosa (mmol/L)	5,36 <sup>a</sup> ± 0,16	4,43 <sup>b</sup> ± 0,10	4,86 <sup>c</sup> ± 0,11
Fructosamina (μmol/L)	*	255 <sup>a</sup> ± 5,29	251 <sup>a</sup> ± 9,14
Albúmina (g/L)	27,3 <sup>a</sup> ± 0,47	29,6 <sup>b</sup> ± 0,43	30,8 <sup>c</sup> ± 0,35
Urea (mmol/L)	2,48 <sup>a</sup> ± 0,16	2,84 <sup>a</sup> ± 0,12	4,10 <sup>b</sup> ± 0,20

\*= No analizada

Letras distintas señalan diferencias entre periodos,  $P < 0,05$ .

## **6. DISCUSIÓN.**

### **6.1. ANÁLISIS DE ALIMENTOS.**

Los valores obtenidos de proteína cruda, energía metabolizable y extracto etéreo de los tres sustitutos lácteos como de los concentrados utilizados para este estudio están dentro de los rangos sugeridos por el NRC (2001) y Roy (1980).

### **6.2. PESO VIVO, CONSUMO DE ALIMENTO, EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTARIA Y GANANCIA DE PESO VIVO.**

Al inicio del ensayo los terneros de los distintos tratamientos presentaron un peso vivo inicial promedio de 43 kg (Tabla 2) siendo éste acorde a su madurez fisiológica para la especie, raza y sexo (Ungerfeld y col 1998) y similar a los registros de peso presentes en el predio (Moreno 1992, Gaete 1993, Opazo 1993, Toledo 1994, UACH 1995 y Aroca 1996).

El peso vivo promedio obtenido tanto a la cuarta como a la octava semana de edad fue el adecuado para terneros alimentados con sustitutos lácteos como dieta líquida durante las primeras semanas de vida (Shinya 1999, Vallejos 1999).

El menor peso vivo obtenido por T3 a la cuarta como a la octava semana de edad ( $P<0,05$ ) en relación a T1 y T2 se podría relacionar al mayor consumo de alimento por parte de los terneros de T1 y T2, respecto a T3, tanto a la cuarta como a la octava semana de edad ( $P<0,05$ ). Si bien, los tres tratamientos utilizados en la alimentación de los terneros contienen una cantidad similar de proteína esto no descarta que la dieta utilizada por T3 aporte una menor calidad energía al rumen, debido al menor consumo de materia seca por parte de estos terneros y por lo tanto una parte de los suministros de proteína no serían utilizados de forma eficiente por los terneros (Cañas 1998, Spanski y col 1997). Por otra parte, al aumentar los niveles de grasa en los sustitutos lácteos de un 12 á un 20% incrementarían los índices de crecimiento en los terneros que no dispongan de suplementación sólida, sin embargo, en este caso los terneros tuvieron acceso a un concentrado inicial y pellet de alfalfa de buena calidad (Tabla 1), y el mayor nivel de grasa de T3 podría tender a disminuir el consumo de concentrado retrasando los índices de crecimiento (Lammers y col 1998, Blome y col 2003) (Tabla 2).

El mayor consumo de alimento sólido desde el periodo inicial hasta la octava semana de edad por parte de T1 y T2 ( $P<0,05$ ; Tabla 2) podría estar asociado al aumento de tamaño del retículo – rumen dado por el mayor consumo de concentrado y pellet de alfalfa (Anexo 6) lo que resulta en una mayor producción de ácidos grasos volátiles que promueven el desarrollo ruminal e incrementan el consumo de materia seca (Quigley y Wolfe 2002).

La eficiencia de conversión alimenticia, así como la ganancia de peso vivo, fue similar para los tres tratamientos, durante todo el período ( $P>0,05$ ; Tabla 2), lo que indicaría que los tres sustitutos lácteos utilizados aportan los nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo. Además, al comparar los resultados obtenidos con trabajos anteriormente realizados en el mismo predio no se encontraron diferencias en relación a la ganancia de peso vivo (Shinya 1999), sin embargo, la eficiencia de conversión alimenticia fue menor en el ensayo realizado por Vallejos (1999) debido a un cuadro diarreico infeccioso que presentaron sus terneros durante el ensayo, lo que repercutió en el peso vivo final obtenido por los terneros.

### **6.3. PERFILES BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS.**

#### **6.3.1. Perfil Energético.**

6.3.1.1. Glucosa. Durante el transcurso del ensayo la concentración plasmática de glucosa no presentó diferencias ( $P>0,05$ ) entre los tres tratamientos (Tabla 3) y mostró valores dentro de los rangos de referencia para la especie y edad reportados por diversos autores (Anexo 5) lo que indicaría un aporte energético adecuado de los tres sustitutos lácteos (Monke y col 1998, Knowles y col 2000, Hammon y col 2002, Blome y col 2003).

El comportamiento de la concentración plasmática de glucosa de los tres tratamientos fue similar ( $P>0,05$ ), con una disminución a la cuarta semana y un incremento a la octava semana de edad pero con valores inferiores a los obtenidos en la primera semana ( $P<0,05$ ; Tabla 4) lo que podría asociarse a la etapa de transición de los terneros, en donde estos dejan de utilizar la glucosa producto de la digestión de los carbohidratos de la dieta láctea como substrato energético primario, para utilizar los productos finales de la fermentación ruminal como fuente de energía a partir del propionato, el cual pasa a suplir los requerimientos de glucosa por los rumiantes (Beitz 1993).

Los mamíferos han desarrollado un sistema eficiente de control hormonal de la glicemia destinado a evitar cuadros de hipo o hiperglicemia que alteren el metabolismo e integridad celular. Esta situación limita la sensibilidad de la determinación de la concentración sanguínea de glucosa para el monitoreo nutricional (Kaneko y col 1997, Church y col 2002). Por lo anterior, sólo se observarían cambios de la glucosa sanguínea fuera de los rangos de referencia, cuando existe un manifiesto déficit energético lo cual se manifestaría como una hipoglicemia lo que no sucedió en este ensayo (Topps y Thompson 1984, Payne y Payne 1987, Price y col 1989, Stanley y col 2002). El estrés que se produce en algunos animales por el manejo de la obtención de la muestra condiciona una hiperglicemia transitoria (Kaufhold 2000), por lo cual, el manejo realizado en este ensayo fue orientado a minimizar las situaciones estresantes para los animales, por esta razón los muestreos se realizaron en solo tres oportunidades durante el transcurso del ensayo y en instantes previos a la administración de la ración láctea para evitar el aumento de la concentración sanguínea de glucosa que ocurre después de la alimentación (Hammon y Blum 1998).

6.3.1.2. Fructosamina. Es descrito en la literatura que la determinación de la fructosamina permite monitorear las concentraciones de la glucosa plasmática a un mediano y largo plazo, ya que la concentración de fructosamina refleja retrospectivamente el promedio de la

concentración plasmática de glucosa correspondiente a las últimas dos o tres semanas (Coppo 2001, Ceballos 2002). En relación a lo anterior, se puede indicar que no se presentaron episodios prolongados de hipo o hiperglicemia en los terneros de este ensayo debido a que la concentración plasmática de fructosamina se mantuvo constante, dentro del rango de valores sugeridos por Coppo (2001) y no presentó diferencias ( $P>0,05$ ) entre los tres tratamientos durante el transcurso del ensayo (Tabla 4).

Los tres sustitutos lácteos permiten un aporte adecuado de energía en la dieta (Kuehn y col 1994) y los resultados sugerirían que no hubo diferencia en el metabolismo energético de los tres grupos de terneros utilizados.

### **6.3.2. Perfil Proteico.**

6.3.2.1. Albúmina. La concentración plasmática de albúmina presentó valores dentro de los rangos de referencia para la especie y edad reportados por diversos autores (Anexo 5) (Knowles y col 2000, Hammon y col 2002, Nussbaum y col 2002).

Las concentraciones plasmáticas de albúmina obtenidas como resultado de la alimentación con los distintos sustitutos lácteos fueron las adecuadas para promover un desarrollo fisiológico durante este ensayo (Tikofsky y col 2001). Sin embargo, la concentración plasmática de albúmina fue inferior para T1 en relación a los demás tratamientos ( $P<0,05$ ), lo que podría indicar un mejor aprovechamiento del nitrógeno de los alimentos por T1, lo cual según Smith (1974) se vería reflejado en un mayor peso vivo obtenido al finalizar el ensayo, lo cual ocurrió con T1. Además, la menor concentración de albúminas podría relacionarse a la mayor demanda aminoacídica para satisfacer la mayor ganancia de peso vivo por los terneros de T1 (Rowlands y col 1980).

Desde la primera hasta la octava semana de edad la concentración plasmática de albúmina presentó un aumento sostenido ( $P<0,05$ ). Este aumento se puede atribuir a los cambios fisiológicos que ocurren durante el desarrollo de los terneros asociado principalmente al cambio de una dieta líquida a una sólida y por el aumento de volumen del aparato digestivo (Roy 1980), lo que permitiría un mayor consumo de materia seca por parte de los terneros (Funaba y col 1994). Por lo anterior, una mayor ingesta de nitrógeno y una mayor síntesis de proteína microbiana podrían producir un aumento de aminoácidos disponibles para la síntesis hepática, y por lo tanto un incremento de la concentración plasmática de albúmina (Ralston 1974, Kaneko y col 1997).

6.3.2.2. Urea. Los valores de la concentración plasmática de urea estuvieron dentro de los rangos de referencia para la especie y edad reportados por diversos autores (Anexo 5) (Knowles y col 2000, Hammon y col 2002, Nussbaum y col 2002).

La concentración plasmática de urea fue inferior para T1 ( $P<0,05$ ) lo que podría estar influenciado por una buena utilización del nitrógeno de la dieta con una escasa desaminación, logrando así de esta manera un mayor peso vivo por T1 tanto a la cuarta como a la octava semana de edad (Tabla 2) (Altamirano 1982, Sanz 1994, Church y col 2002).

La concentración plasmática de urea durante la primera semana de edad representa el hecho de que el ternero en esta etapa, es un animal no-rumiante desde el punto de vista digestivo (López y col 1981) y por esta razón la producción de amoniaco ruminal es muy baja lo que resulta en una menor formación de urea por parte del hígado (Abdelgadir y col 1996). Además, muchos de los aminoácidos absorbidos, no captados por el hígado, serían utilizados para el crecimiento muscular (Sanz 1994).

A la octava semana de edad la concentración plasmática de urea se incrementó en un 40% ( $P < 0,05$ ; Gráfico 4) para T2 y T3 respecto a T1, lo que podría relacionarse al mayor consumo de nitrógeno proveniente del alimento seco, como también al inicio de la actividad microbiana del rumen, lo que aumentaría la concentración de amonio ruminal, resultando finalmente en una mayor síntesis hepática de urea asociado a un incremento en su concentración plasmática (Reece y Wahlstrom 1972, Sykes y Field 1973, Gonzáles y col 1984, Waghorn y col 1990).

#### **6.4. CONCLUSIONES.**

Se acepta la hipótesis que el empleo de tres sustitutos lácteos comerciales en la crianza artificial de terneros permite lograr similares respuestas productivas y concentraciones plasmáticas de indicadores energéticos y proteicos.

Se concluye que: las dietas evaluadas permitieron un adecuado desarrollo de los terneros en cuanto a la ganancia de peso vivo y eficiencia de conversión alimenticia.

Las concentraciones plasmáticas de glucosa y fructosamina como indicadores del metabolismo energético, fueron similares para los terneros alimentados con tres sustitutos lácteos.

Las concentraciones plasmáticas de albúmina y urea como indicadores del metabolismo proteico, mostraron diferencias producidas por el consumo de distintos sustitutos lácteos.

Los terneros alimentados con distintos sustitutos lácteos mantuvieron las concentraciones de sus metabolitos sanguíneos dentro de los rangos señalados como fisiológicos para su especie y edad.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

- Abdelgadir IE, Morrill J, Higgins J. 1996. Ruminal availabilities of protein and starch: effects on growth and ruminal and plasma metabolites of dairy calves. *J Dairy Sci* 79, 283-290.
- Altamirano LE. 1982. Valores séricos de algunas pruebas de funcionalidad hepática en terneros. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Aroca Y. 1996. Evaluación de un concentrado proteico de licor de maíz (CPLM) como fuente de proteína en la fabricación de sustitutos lácteos. *Tesis de grado*, Escuela de Agronomía, Universidad Austral de Chile.
- Beharka AA, Nagaraja T, Morrill J, Kennedy G, Klemm R. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *J Dairy Sci* 81, 1946-1955.
- Beitz DC. 1993. Carbohydrate Metabolism. In: Swenson MJ, Reece W (eds) *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. Pp 437-452. 7<sup>th</sup> ed. Cornell University Press. Ithaca, USA.
- Blome RM, Drackley J, McKeith F, Hutjens M, McCoy G. 2003. Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. *J Anim Sci* 81, 1641-1655.
- Bondi AA. 1989. *Nutrición Animal*. Acribia. Zaragoza, España.
- Cañas R. 1998. *Alimentación y Nutrición Animal*. 2<sup>a</sup> ed. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ceballos A, Villa N, Andaur M, Gomez P, Velez M, Escobar D, Osorio M, Loaiza J, Wittwer F. 2002. Serum fructosamine concentration during the transitional period in Holstein and Brahman cows. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> Congress of the International Society of Animal clinical Biochemistry for Animal Clinical Biochemistry*, Gainesville, Florida, USA, pp 105-107.
- Coppo JA. 2001. Evolution of fructosaminaemia and glucaemia during the growth of unweaned and early weaned half-bred zebu calves. *Vet Res Commun* 25, 449-459.
- Church DC, Pond W, Pond K. 2002. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. 2<sup>a</sup> ed. Noriega, Guadalajara, México.

- Davis CL, Drackley J. 1998. The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Donkin SS, Armentano L. 1995. Insulin and glucagons regulation of gluconeogenesis in preruminating and ruminating bovine. *J Anim Sci* 73, 546-551.
- Etgen WM, Reaves P. 1985. Ganado Lechero, Alimentación y Administración. Limusa, México.
- Franklin ST, Amaral-Phillips D, Jackson J, Campbell A. 2003. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrums and were fed one of three physical forms of starter. *J Dairy Sci* 86, 2145-2153.
- Funaba M, Kagiyama K, Iriki T, Abe M. 1994. Changes in nitrogen balance with age in calves weaned at 5 or 6 weeks of age. *J Anim Sci* 72, 732-738.
- Gaete P. 1993. Comparación del crecimiento de terneros alimentados con calostro ácido, sustituto de leche y sustituto de leche con probiótico. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- González JS, Robinson J, McHattie Y. 1984. The effect of level of feeding on the response of lactating ewes to dietary supplements on fish meal. *Anim Prod* 40, 39-45.
- Hammon HM, Blum J. 1998. Metabolic and endocrine traits of neonatal calves are influenced by feeding colostrums for different durations or only milk replacer. *J Nutr* 128, 624-632.
- Hammon HM, Schiessler G, Nussbaum A, Blum J. 2002. Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. *J Dairy Sci* 85, 3352-3362.
- Heinrichs AJ, Wells S, Losinger W. 1995. A study of the use of milk replacers for dairy calves in the United States. *J Dairy Sci* 78, 2831-2837.
- Herdt T. 1994. Fisiología gastrointestinal/metabolismo. En: Cunningham JG (ed). *Fisiología Veterinaria*. Pp 277-404. McGraw – Hill Interamericana, Mexico.
- Hostettler-Allen RL, Tappy L, Blum J. 1994. Insulin resistance, hyperglycemia, and glucosuria in intensively milk-fed calves. *J Anim Sci* 72, 160-173.
- Hutjens MF. 1985. Nutritional management of calves. *Modern Veterinary Practice* 66, 451-454.
- Jaster EH, McCoy G, Spanski N, Tomkins T. 1992. Effect of extra energy as fat or milk replacer solids in diets of young dairy calves on growth during cold weather. *J Dairy Sci* 75, 2524-2531.

- Kaneko JJ, Harvey J, Bruss M. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5<sup>th</sup> ed. Academic Press, San Diego, USA.
- Kaufhold JN, Hammon H, Bruckmaier R, Breier B, Blum J. 2000. Nutrition, feeding, and calves: postprandial metabolism and endocrine status in veal calves fed at different frequencies. *J Dairy Sci* 83, 2480-2490.
- Kertz AF, Reutzel L, Mahoney J. 1984. Ad libitum water intake by neonatal calves and its relationship to calf starter intake, weight gain, feces score and season. *J Dairy Sci* 67, 2964-2969.
- Klemm WR. 1993. Behavioral Physiology. In: Swenson MJ, Reece W (eds) *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. Pp 908-925. 7<sup>th</sup> ed. Cornell University Press. Ithaca, USA.
- Knowles TG, Edwards J, Bazeley K, Brown S, Butterworth A, Warriss P. 2000. Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Vet Rec* 147, 593-598.
- Kuehn CS, Otterby D, Linn J, Olson W, Chester-Jones H, Marx G, Barmore J. 1994. The effect of dietary energy concentration on calf performance. *J Dairy Sci* 77, 2621-2629.
- Lammers BP, Heinrichs A, Aydin A. 1998. The effect of whey protein concentrate or dried skim milk in milk replacer on calf performance and blood metabolites. *J Dairy Sci* 81, 1940-1945.
- López A, González M, García C, Martínez M. 1981. Un sustituto lácteo para la crianza de terneros: respuesta productiva de animales en crecimiento. *Arch Med Vet* 13, 61-66.
- National Research Council NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7<sup>th</sup> ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Nussbaum A, Schiessler G, Hammon H, Blum J. 2002. Growth performance and metabolic and endocrine traits in calves pair-fed by bucket or by automate starting in the neonatal period. *J Anim Sci* 80, 1545-1555.
- Monke DR, Kociba G, DeJarnette M, Anderson D, Ayars W. 1998. Reference values for selected hematologic and biochemical variables in Holstein bulls of various ages. *Am J Vet Res* 59, 1386-1391.
- Moreno G. 1992. Comparación del crecimiento de terneros Holstein Friesian, Frisón Negro y diferentes cruas Holstein Friesian-Frisón Negro. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.

- Opazo A. 1993. Eficiencia de crecimiento de terneros hasta los 120 días de edad, en base a dos tipos diferentes de alimentación: método tradicional y método con destete precoz. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Orskov ER. 1997. Recent avances in protein and energy nutrition in ruminants and its practical implications. *Rev Arg Prod Anim* 17, 191-195.
- Payne JM, Payne S. 1987. *The Metabolic Profile Test*. Oxford University Press, New York, USA.
- Price P, Bedford G, Sutton J. 1989. *Metabolic and Nutritional Diseases of Cattle*. The Alpen Press, Oxford, England.
- Quigley JD, Wolfe T. 2002. Effects of spray-dried animal plasma in calf milk replacer on health and growth of dairy calves. *J Dairy Sci* 86, 586-592.
- Ralston AT. 1974. Nutrición de las crías de los rumiantes. En: Church DC (ed). *Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes*. Pp 386-404. Acribia, Zaragoza, España.
- Rauprich AB, Hammon H, Blum J. 2000. Influence of feeding different amounts of first colostrums on metabolic, endocrine, and health status and on growth performance in neonatal calves. *J Anim Sci* 78, 896-908.
- Reece WO, Wahlstrom J. 1972. Variations in plasma composition of calves: relationship of electrolyte, glucose, and urea nitrogen concentration to calf age, ration, and feeding time. *Am J Vet Res* 33, 2175-2178.
- Rowlands GJ, Manston R, Stark A, Russell A, Collis K, Collis S. 1980. Changes in albumin, globulin, glucose and cholesterol concentrations in the blood of dairy cows in late pregnancy and early lactation and relationships with subsequent fertility. *J Agric Sci Camb* 94, 517-527.
- Roy JH. 1980. *The Calf*. 4<sup>th</sup> ed. Butterworths, London, England.
- Sanz E. 1994. Metabolismo proteico y valoración de las proteínas. En: Buxadé C (ed). *Zootecnia, Bases de Producción Animal, Reproducción y Alimentación*. Pp 235-248. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Shinya M. 1999. Evaluación de tres sustitutos lácteos comerciales sobre algunos parámetros productivos en terneros criados artificialmente. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Smith GE. 1974. Metabolismo energético y metabolismo de los ácidos grasos volátiles. En: Church DC (ed). *Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes*. Pp 242-274. Acribia, Zaragoza, España.

- Spanski NA, Drackley J, Davis C, Jaster E. 1997. Utilization of supplemental triglycerides or free fatty acids by calves from 4 to 10 weeks of age. *J Dairy Sci* 80, 573-585.
- Stanley CC, Williams C, Jenny B, Fernández J, Bateman H, Nipper W, Lovejoy J, Gantt D, Goodier G. 2002. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves. *J Dairy Sci* 85, 2335-2343.
- Sykes AR, Field A. 1973. Effects of dietary deficiencies of energy, protein and calcium on the pregnant ewe. *J Agric Sci Camb* 80, 29-36.
- Thomas JS. 2000. Overview of plasma proteins. In: Feldman BF, Zinkl J, Jain N (eds). *Schalm's Veterinary Hematology*. Pp 891-898. 5<sup>th</sup> ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA.
- Tikofsky JN, Van Amburgh M, Ross D. 2001. Effect of varying carbohydrate and fat content of milk replacer on body composition of Holstein bull calves. *J Anim Sci* 79, 2260-2267.
- Toledo A. 1994. Efecto de la adición de un probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) sobre algunos parámetros productivos de terneros lactantes criados artificialmente. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Topps JH, Thompson J. 1984. Blood Characteristics and the Nutrition of Ruminants. Her Majesty's Stationery Office, London, England.
- Ungerfeld E, Díaz R, Dellazoppa C. 1998. Comparación de dos sustitutos lácteos en desleche precoz de terneros Holando. *Arch Latinoam Prod Anim* 6, 131-140.
- Universidad Austral de Chile-Fondo de Investigaciones Agropecuarias. 1995. Composición de alimentos para el ganado de la zona sur. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Vagher JP, Pearson B, Blatt S, Kaye M. 1973. Biochemical and haematological values in male Holstein-Frisian calves. *Am J Vet Res* 34, 273-277.
- Vallejos FE. 1999. Evaluación del uso de un sustituto lácteo con un hidrolizado de pescado como fuente de proteína para la crianza de terneras de reemplazo. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Vera A. 1988. Evaluación de dos sustitutos lácteos de origen importado en crianza artificial de terneros. *Tesis de grado*, Escuela de Agronomía, Universidad Austral de Chile.
- Waghorn GC, Smith J, Ulyatt M. 1990. Effect of protein and energy intake on digestion and nitrogen metabolism in wethers and on ovulation in ewes. *Anim Prod* 51, 291-300.

Wijayasinghe MS, Smith N, Baldwin R. 1984. Growth, health, and blood glucose concentrations of calves fed high-glucose or high-fat milk replacers. *J Dairy Sci* 67, 2949-2956.

Wittwer F, Böhmwald H. 1988. Manual de Patología Clínica Veterinaria. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

## 8. ANEXOS.

**ANEXO 1.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de glucosa a la 1ª, 4ª y 8ª semana de edad de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

Tratamiento	Semana 1		Semana 4		Semana 8	
	mmol/L	EE	mmol/L	EE	mmol/L	EE
1	5,21	0,33	4,44	0,20	4,87	0,18
2	5,31	0,24	4,53	0,16	4,94	0,23
3	5,55	0,25	4,31	0,14	4,77	0,19

*Diferencias entre tratamientos en un período,  $p > 0,05$ .*

**ANEXO 2.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de fructosamina a la 4ª y 8ª semana de edad de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

Tratamiento	Semana 4		Semana 8	
	umol//L	EE	umol//L	EE
1	253	9,04	260	10,7
2	250	10,7	255	14,2
3	263	8,37	237	21,7

*Diferencias entre tratamientos en un período,  $p > 0,05$ .*

**ANEXO 3.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de albúmina a la 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana de edad de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

Tratamiento	Semana 1		Semana 4		Semana 8	
	g/L	EE	g/L	EE	g/L	EE
1	26,4 <sup>a</sup>	0,52	28,5 <sup>a</sup>	0,75	29,6 <sup>a</sup>	0,60
2	27,3 <sup>a</sup>	0,96	30,1 <sup>b</sup>	0,79	31,5 <sup>b</sup>	0,58
3	28,3 <sup>a</sup>	0,86	30,3 <sup>b</sup>	0,60	31,5 <sup>b</sup>	0,48

*Letras distintas señalan diferencias entre tratamientos en un periodo,  $p < 0,05$*

**ANEXO 4.** Concentración plasmática ( $\bar{X} \pm EE$ ) de urea a la 1<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 8<sup>a</sup> semana de edad de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

Tratamiento	Semana 1		Semana 4		Semana 8	
	mmol/L	EE	mmol/L	EE	mmol/L	EE
1	2,27 <sup>a</sup>	0,15	2,56 <sup>a</sup>	0,22	3,54 <sup>a</sup>	0,36
2	2,36 <sup>a</sup>	0,39	2,67 <sup>a</sup>	0,21	4,25 <sup>ab</sup>	0,22
3	2,81 <sup>a</sup>	0,23	3,29 <sup>b</sup>	0,15	4,51 <sup>b</sup>	0,38

*Letras distintas señalan diferencias entre tratamientos en un periodo,  $p < 0,05$*

**ANEXO 5.** Valores bioquímicos de glucosa, fructosamina, albúmina y urea de terneros Holstein-Friesian desde la primera hasta la duodécima semana de edad.

<b>Parámetro</b>	<b>Promedio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Glucosa (mmol/l) <sup>a</sup>	5,21	3,64	7,00
Fructosamina (μmol/l) <sup>b</sup>	259,00	215,00	303,00
Albúmina (g/l) <sup>a</sup>	26,00	18,00	32,00
Urea (mmol/l) <sup>a</sup>	3,07	1,79	5,36

<sup>a</sup> Según Vagher y col 1973, Monke y col 1998, Knowles y col 2000, Hammon y col 2002, Blome y col 2003.

<sup>b</sup> Según Coppo 2001.

**ANEXO 6.** Promedio de consumo diario de concentrado inicial y pellet de alfalfa según tratamiento y periodo del ensayo, de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

	<b>T1</b>		<b>T2</b>		<b>T3</b>	
	<b>Concentrado kg</b>	<b>Pellet kg</b>	<b>Concentrado kg</b>	<b>Pellet kg</b>	<b>Concentrado kg</b>	<b>Pellet kg</b>
<b>Semana 1</b>	0,041	0,040	0,035	0,057	0,040	0,036
<b>Semana 4</b>	0,446	0,266	0,447	0,267	0,421	0,223
<b>Semana 8</b>	1,240	0,524	1,247	0,533	1,166	0,453

**ANEXO 7.** Concentraciones plasmáticas de albúmina, urea y glucosa a la primera semana de edad de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

<b>Tratamiento</b>	<b>Ternero</b>	<b>Albúmina g/L</b>	<b>Urea mmol/L</b>	<b>Glucosa mmol/L</b>
<b>T1</b>	1	29	1,62	4,18
	2	25	2,52	4,89
	3	24	2,61	4,51
	4	24	2,50	5,34
	5	27	2,76	5,00
	6	27	1,65	5,75
	7	28	2,49	5,77
	8	26	1,53	4,23
	9	27	2,32	4,67
	10	27	2,68	7,75
<b>T2</b>	1	25	1,54	5,04
	2	26	2,12	4,79
	3	23	3,94	3,66
	4	27	1,39	5,93
	5	29	2,51	5,81
	6	25	1,60	5,76
	7	28	1,72	4,71
	8	26	1,61	5,45
	9	31	5,19	6,01
	10	33	1,99	5,97
<b>T3</b>	1	31	2,63	4,94
	2	25	1,83	5,44
	3	23	3,96	4,86
	4	31	2,41	5,36
	5	27	1,78	5,26
	6	28	2,44	4,77
	7	29	3,03	5,22
	8	30	3,49	7,04
	9	28	3,31	6,84
	10	31	3,18	5,74

**ANEXO 8.** Concentraciones plasmáticas de albúmina, urea, glucosa y fructosamina a la cuarta semana de edad de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

Tratamiento	Ternero	Albúmina g/L	Urea mmol/L	Glucosa mmol/L	Fructosamina μmol/L
<b>T1</b>	1	33	2,28	3,41	252
	2	26	2,06	4,49	*
	3	26	3,53	3,56	229
	4	26	3,11	4,84	286
	5	31	3,21	5,29	280
	6	28	1,34	5,12	*
	7	30	2,20	4,92	*
	8	27	2,37	4,43	*
	9	29	3,28	3,88	255
	10	29	2,18	4,50	222
<b>T2</b>	1	28	1,52	4,69	*
	2	27	2,06	4,27	248
	3	30	1,95	3,91	243
	4	30	3,14	4,15	220
	5	35	2,39	5,13	*
	6	29	2,95	4,80	242
	7	33	3,58	4,46	226
	8	28	2,95	4,13	272
	9	29	3,37	5,54	*
	10	32	2,75	4,25	302
<b>T3</b>	1	32	2,90	3,78	258
	2	27	2,68	4,27	241
	3	29	3,50	4,56	294
	4	34	3,15	4,70	*
	5	30	3,95	4,24	268
	6	31	3,93	3,38	233
	7	29	2,76	4,62	258
	8	30	2,95	4,76	*
	9	31	3,26	4,64	*
	10	30	3,78	4,19	286

\* = No analizada.

**ANEXO 9.** Concentraciones plasmáticas de albúmina, urea, glucosa y fructosamina a la octava semana de edad de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos (T1, T2 y T3).

Tratamiento	Ternero	Albúmina g/L	Urea mmol/L	Glucosa mmol/L	Fructosamina μmol/L
<b>T1</b>	1	30	3,19	5,17	257
	2	28	2,98	5,29	*
	3	28	5,98	4,76	250
	4	29	3,56	5,32	272
	5	30	4,10	4,69	301
	6	30	2,52	4,69	*
	7	31	3,10	5,47	*
	8	28	2,91	4,74	285
	9	34	4,79	3,49	220
	10	28	2,30	5,07	235
<b>T2</b>	1	32	3,66	5,34	*
	2	31	4,84	3,36	313
	3	29	3,47	4,88	209
	4	33	4,61	4,94	288
	5	31	4,45	6,34	*
	6	30	3,88	4,65	241
	7	34	4,50	5,24	253
	8	32	3,05	5,09	215
	9	34	4,84	4,80	*
	10	29	5,15	4,72	264
<b>T3</b>	1	31	3,84	3,94	213
	2	31	3,82	5,28	268
	3	31	4,32	5,60	295
	4	34	7,70	4,71	*
	5	30	3,88	5,37	240
	6	29	3,91	4,16	125
	7	33	4,60	4,88	285
	8	33	5,01	4,20	*
	9	32	3,83	5,24	*
	10	31	4,20	4,33	234

\* = No analizada.

## **9. AGRADECIMIENTOS.**

Es necesario expresar el agradecimiento a la Sociedad Colectiva Comercial Jorge y Mario Meyer Buschmann por el financiamiento otorgado para realizar este estudio, así como al CEPA por ceder el personal, infraestructura y animales utilizados.

También debo agradecer al Dr. Rubén Pulido, profesor patrocinante y al Dr. Fernando Wittwer, profesor copatrocinante quienes fueron de gran ayuda para la realización de este trabajo.