



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**Facultad de Ciencias Veterinarias**  
**Instituto de Zootecnia**

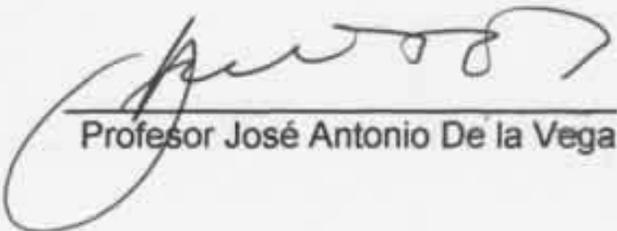
**Evaluación del uso de un sustituto lácteo con un hidrolizado de pescado como  
fuente de proteína para la crianza de terneras de reemplazo**

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

**Francisco Enrique Vallejos Wohlgemuth**  
**Valdivia Chile 1999**

Profesor patrocinante :   
Dr. Rubén Pulido F.

Profesores calificadores :   
Dr. Wolfgang Stehr W.

  
Profesor José Antonio De la Vega

Fecha de aprobación : Abril 16 de 1999

## INDICE

	Páginas
1. RESUMEN-----	1
2. SUMMARY-----	2
3. INTRODUCCION-----	3
4. MATERIAL Y METODO-----	12
5. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS-----	15
6. DISCUSION-----	30
7. BIBLIOGRAFIA-----	38

## 1. RESUMEN

Un total de 18 terneras Frisón Negro Chileno, distribuidas al azar en tres grupos experimentales, fueron utilizadas para evaluar el uso de una fuente de proteína no láctea en un sustituto lácteo sobre el crecimiento, consumo y eficiencia de conversión. La fuente de proteína utilizada fue un hidrolizado de pescado que reemplazó un 37,5% de la proteína de origen lácteo.

Los grupos experimentales fueron: 1) sustituto lácteo importado; 2) sustituto lácteo nacional y 3) sustituto lácteo con hidrolizado proteico de pescado.

La ganancia de peso vivo diaria promedio en los períodos 0-28, 28-56 y 0-56 días de ensayo fue de 0.293, 0.754, 0.523 kg/d para el grupo 1; 0.345, 0.589, 0.462 kg/d para el grupo 2; y 0.236, 0.654, 0.445 kg/d para el grupo 3, respectivamente. El promedio de consumo de sustituto y concentrado (kg materia seca) para los mismos períodos fue 16.71, 49.75, 60.01 para el grupo 1; 15.81, 43.42, 53.49 para el grupo 2; 15.79, 43.89, 54.18 para el grupo 3, respectivamente. No se registraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los grupos 1, 2 y 3 para las variables anteriormente señaladas, ni tampoco para el peso final (kg) 69.50, 64.33, 64.10 ; altura a la cruz final (cm) 81.94, 81.24, 80.47; perímetro torácico final (cm) 94.80, 92.25, 93.00 y eficiencia de conversión (kg aumento de peso/kg de alimento consumido) 0.484, 0.516, 0.466, respectivamente.

Con esto podemos concluir que es factible la utilización de sustitutos lácteos que reemplacen un 37,5% de la proteína láctea por proteína proveniente de un hidrolizado proteico de pescado, para la crianza de terneras de reemplazo, siempre y cuando la diferencia en costo lo justifique.

**Palabras claves:** Terneras, sustituto lácteo, hidrolizado proteico de pescado.

## 2. SUMMARY

To evaluate the use of a source of non-milk protein in a milk replacer, 18 female Chilean Black Friesian calves were used. The animals were randomly distributed in three experimental groups. Growth, dry matter intake and feed conversion were evaluated. The source of non-milk protein in evaluation was a hidrolized fish meal which replaced 37.5% of the milk protein.

The experimental groups were: 1.- imported milk replacer; 2.- chilean milk replacer and 3.- milk replacer with the hidrolized fish meal.

The daily average of weight gain between periods 0-28, 28-56 and 0-56 were 0.293, 0.754, 0.523 kg/d for group 1; 0.345, 0.589, 0.462 kg/d for group 2; and 0.236, 0.654, 0.445 kg/d for group 3, respectively. The dry matter intake, milk replacer and starter (kg) in the same periods was 16.71, 49.75, 60.01 for group 1; 15.81, 43.42, 53.49 for group 2 and 15.79, 43.89, 54.18 for group 3, respectively. No statistical differences ( $P>0.05$ ) were observed between groups 1, 2 and 3, neither for final weight (kg) 69.50, 64.33, 64.10 ; rump height (cm) 81.94, 81.24, 80.47; thoracic perimeter (cm) 94.80, 92.25, 93.00 and for feed conversion (kg weight gain/kg dry matter intake) 0.484, 0.516, 0.466.

It can be concluded that it is possible to use a milk replacer with 37.5% of the protein from a hidrolized fish-meal for dairy replacement calves, if the relation cost-benefit is justified.

**Key Words:** calves, milk replacer, fish-meal protein.

### 3. INTRODUCCION

#### 3.1- ANTECEDENTES GENERALES:

Uno de los aspectos de mayor preocupación que se genera en cualquier explotación lechera, es la necesidad del reemplazo de vacas para dar paso a hembras jóvenes de mayor potencial genético. El futuro de cualquier operación lechera dependerá entonces de un programa adecuado para criar esas terneras y vaquillas que constituirán los reemplazos. Dicho programa debe cumplir con el objetivo de permitir ritmos de crecimientos que aseguren lograr en las hembras un peso de 340-363 kg y de 122 a 127 cm de alzada al primer encaste alrededor de los 14 a 15 meses de edad para hembras de raza Holstein (Heinrichs, 1998). Además, es importante lograr un ritmo de crecimiento de los terneros que garanticen el logro de adecuados pesos por la influencia que éstos tienen sobre las funciones productivas y reproductivas futuras (Eichholz, 1975; Chacón y Pedraza, 1982).

Una de las etapas claves en este programa lo constituye la crianza artificial de la ternera. Esta etapa consiste en la separación del recién nacido de su madre, después del parto, alimentándolo con cantidades controladas de leche, heno y concentrados, en un lugar especialmente habilitado (Bath y col., 1987).

Dentro de esta etapa, la alimentación líquida juega un rol muy importante y comienza con el oportuno suministro de calostro inmediatamente después de ocurrido el parto (Bath y col., 1987). Posterior a los días en que el ternero recibe calostro y hasta el momento del destete, las alternativas de alimentación líquida según Owen (1986) son las siguientes:

- 1.- Leche entera de vaca.
- 2.- Sustituto de leche .
- 3.- Calostro fermentado.
- 4.- Leche mastítica o leche de vacas tratadas con antibióticos (leche de desecho)
- 5.- Combinación de dos o más de los anteriores.

Para el mismo investigador, la determinación del nivel apropiado de alimentación líquida resulta crítico debido a :

- Los requerimientos del ternero deben ser satisfechos en una cantidad mínima que aseguren su bienestar y crecimiento normal.
- Cantidades excesivas de alimento pueden causar trastornos digestivos y diarrea, especialmente cuando se utilizan sustitutos lácteos.
- El margen entre cubrir las necesidades nutricionales y la subalimentación es muy estrecho para los terneros más jóvenes.

### **3.1.1 Aspectos de la fisiología digestiva del ternero:**

En una primera etapa el ternero se comporta como un no rumiante desde el punto de vista digestivo. Al nacimiento, el rumen ocupa menos de un 10% del volumen total de los pre-estómagos, siendo el abomaso el compartimento más importante desde el punto de vista estructural y funcional, llegando a ocupar el 80% del total del volumen estomacal. Los otros compartimientos son rudimentarios y no funcionales (Sepúlveda, 1977).

Este estado de desarrollo es el que determina que en las primeras semanas de edad la digestión de los rumiantes sea exclusivamente enzimática, tanto en este compartimento como en el intestino delgado, siendo los principales sitios de absorción en el ternero pre-rumiante (Sepúlveda, 1977).

La eficiente digestión y utilización de nutrientes requiere que el alimento pase a una velocidad adecuada por un tracto digestivo, provisto con enzimas que permitan la hidrólisis de moléculas complejas y mecanismos que permitan la absorción de estos productos (Vera, 1988).

Las proteínas deben ser hidrolizadas a pequeños péptidos o aminoácidos antes de ser absorbidas y su digestión empieza a nivel de abomaso con la secreción de dos enzimas proteolíticas que son la renina y la pepsina (Porter, 1969), además de ácido clorhídrico (Alomar, 1979). Aunque hay bastante variación individual, la renina predomina desde el primer día de vida hasta las cuatro semanas aproximadamente, cuando se llega a establecer un balance entre la renina y la pepsina. Posteriormente, desde las cuatro a ocho semanas tiende a predominar la pepsina (Alomar, 1979). La renina es fundamental en el período de ingesta de leche y la pepsina comienza a adquirir importancia al empezar el consumo de alimentos secos (Radostis y Bell, 1970).

La acción proteolítica de la renina consiste en provocar la coagulación de la caseína de la leche para lo cual es específica. La pepsina también participa en esta degradación, pero es menos específica que la renina ya que puede actuar además sobre otras proteínas, incluso de origen no lácteo. Sin embargo, esta acción se ve limitada por el hecho de que su secreción es más tardía. De allí que el grado de utilización de proteínas no lácteas es limitado en las primeras cuatro semanas de vida (Alomar, 1979). La digestión se continúa a nivel intestinal con la acción de la tripsina y la quimiotripsina (Porter, 1969).

En relación a este aspecto se ha determinado que los niveles de proteasas gástricas son máximos a los ocho días para posteriormente empezar a decrecer. Los niveles de tripsina y quimiotripsina son mínimos con un día de edad e incrementan durante la primera semana para mantenerse relativamente estables hasta las seis semanas (Huber y col., 1968).

Los carbohidratos utilizados como fuente de energía son absorbidos como monosacáridos, mientras los polisacáridos deben ser hidrolizados a los anteriores antes de ser absorbidos (Porter, 1969).

El carbohidrato más importante de la leche es la lactosa (aproximadamente 95% del total de carbohidratos) y durante las primeras cuatro semanas de vida del ternero es el único (junto a la glucosa) que se puede utilizar eficientemente en su nutrición (Roy, 1980).

Las enzimas que participan en la digestión de los carbohidratos son la lactasa, sacarasa, maltasa y amilasa. La lactasa intestinal presenta su actividad máxima en el pre-rumiante y posteriormente decrece a medida que se desarrolla la función ruminal (Alomar, 1979). La maltasa intestinal cuyos niveles son bajos en relación a la lactasa, se mantienen estables desde el nacimiento hasta las seis semanas de edad. La sacarasa intestinal no se detecta en prerumiantes. La amilasa pancreática, al nacimiento, se detecta a niveles mínimos, y se triplica a los ocho días de vida, para mantenerse relativamente estable hasta las seis semanas de edad (Huber y col., 1961).

Los lípidos, a diferencia de los otros nutrientes, comienzan su digestión a nivel de la boca por acción de un grupo de enzimas llamadas colectivamente esterasas pregástricas (PGE), éstas son secretadas por las glándulas palatinas en la saliva y actúan preferentemente sobre los ácidos grasos de cadena corta, presentes en la leche. Su acción se ve limitada sobre otros ácidos grasos presentes en la manteca, el sebo y el aceite vegetal (Roy, 1980; Otterby y Linn, 1981).

Estos mismos autores señalan que la secreción de la PGE se incrementa en terneros alimentados con leche conteniendo triglicéridos con grupos butiratos, y decrece con el consumo de alimentos secos. También se sabe que el acto de mamar estimula en mayor grado la secreción de PGE que si el ternero es alimentado con balde. Ingestiones lentas, como ocurren cuando el ternero obtiene el alimento líquido de una tetina, ocasionan un estímulo mayor (Roy, 1972).

La PGE decrece con la edad y normalmente desaparece a los tres meses de edad. En casos de dietas basadas en leche descremada o con dietas sólidas, esta enzima puede desaparecer o disminuir su presencia antes de los tres meses (Roy, 1977).

La digestión prosigue a nivel del intestino delgado con la acción de la lipasa pancreática, que hidroliza los triglicéridos a ácidos grasos y monoglicéridos, siendo sus niveles mínimos al nacimiento, aumenta en las primeras semanas de vida y se mantiene relativamente estable hasta las seis semanas de edad (Huber y col., 1961)

Para Toullec y col.(1979), la bilis no contiene ninguna enzima pero tiene una importante función en la digestión de los lípidos al emulsificarlos, favoreciendo la acción enzimática y solubilizando aceites insolubles en agua, sin embargo, es desconocida su secreción en relación a la edad y régimen alimentario.

### **3.1.2. Requerimientos nutritivos para los terneros en crecimiento.**

Según el NRC (1989), los requerimientos para terneras de razas grandes y alimentadas solamente con leche o sustituto lácteo son los siguientes:

**CUADRO N° 1: Requerimientos nutricionales diarios para terneros (NRC. 1989).**

<b>Peso Vivo (Kg)</b>	<b>Ganancia (g/d)</b>	<b>Consumo Materia Seca (Kg)</b>	<b>Energía Metabolizable (Mcal)</b>	<b>Proteína Cruda (g)</b>	<b>Minerales</b>		<b>Vitaminas</b>	
					<b>Ca (g)</b>	<b>P (g)</b>	<b>A (1,000 UI)</b>	<b>D (1,000 UI)</b>
40	200	0.48	2.54	105	7	4	1.70	0.26
45	300	0.54	2.86	120	8	5	1.94	0.30

### **3.1.3. Sustitutos Lácteos:**

La leche entera, como es de esperar, es un excelente alimento, sin embargo es la alternativa más costosa cuando se dispone de poca cantidad o cuando su precio es superior al de un sustituto. Es por esta razón, que se puede utilizar un sustituto lácteo de alta calidad para el reemplazo parcial o completo de la leche entera (Sepúlveda 1977). Owen (1986) comparó la alimentación de terneros con leche entera y con sustituto lácteo de alta calidad, obteniendo similares resultados en ganancia de peso diaria. El mismo investigador señala que se obtienen menores tasas de crecimiento al usar sustitutos lácteos mal formulados o mal suministrados.

El 60% de las lecherías en Estado Unidos utilizan sustitutos lácteos dentro del programa de alimentación de las terneras de reemplazo (Heinrich y col., 1995). Las principales razones que promueven el uso de sustitutos lácteos, según Otterby y col. (1981) y Sauterel (1988) son:

- 1.- Economía: el valor de la leche como alimento para el humano hace su uso como alimento para animales relativamente caro.
- 2.- Calidad: nutrición y manejo constante sobre una base diaria. Este manejo disminuye la presentación de diarreas nutricionales debidas a cambios en la composición y temperatura de la ración diaria.
- 3.- Rendimiento: comparable al observado con la alimentación de leche entera y mucho mejor que usar leche mastítica y/o de vacas con tratamiento antibiótico en terneras, especialmente en aquellas menores al mes de edad.

Sin embargo, los factores más relevantes que afectan el costo y la calidad de los sustitutos usados en la crianza artificial de terneros son el nivel y la fuente de proteína utilizada en su formulación. Existen innumerables productos en el mercado, los cuales varían entre 18 y 24 % de proteína bruta, con niveles variables de inclusión de proteína láctea (entre 20 y 100%). Tomkins (1992) comparó la inclusión de proteína láctea en 100, 50, 40 y 30% de la proteína total del sustituto, obteniéndose las siguientes ganancias diarias entre el nacimiento y las dos semanas de edad: 218, 150, 136, y 88 g/d, respectivamente. El NRC (1989) sólo señala una concentración mínima de 22% de proteína para el sustituto lácteo.

Para Jenkins y col., (1982), la utilización de fuentes proteicas diferentes a la láctea es definitivamente menor durante el primer mes de vida del ternero, lo cual

explica menores ganancias de peso durante ese período. Este menor rendimiento se asocia a las siguientes causas:

1.- El perfil aminoacídico de esas proteínas no permite cubrir los requerimientos de animales en crecimiento, o sea, se presenta una deficiencia de ciertos aminoácidos esenciales. En el caso de incorporar harina de pescado en sustitutos lácteos produciría un menor aprovechamiento de la histidina. La histidina es esencial en la formación de glóbulos rojos, y aún más importante en un animal en rápido crecimiento.

2.- La digestibilidad de esa proteína es menor dada una ausencia y/o menor síntesis de enzimas abomasales, como la pepsina, necesarias para una adecuada proteólisis, que a su vez permita la posterior digestión de esa proteína en el intestino. Por otro lado, la presencia de proteína no láctea en el abomaso inhibe la secreción de renina (Alomar, 1979). Esta última es responsable de la degradación de la caseína. De igual forma para Garnot y col. (1977), terneros que son alimentados con sustitutos lácteos sin caseína como principal fuente de proteína disminuye la secreción de quimosina y hay un flujo más rápido de nutrientes a través del abomaso.

3.- La mala coagulación del alimento en el abomaso aumenta la velocidad de tránsito por el tracto digestivo, disminuyendo la digestibilidad de todos los nutrientes de la dieta. Esto puede traducirse en cuadros de diarrea nutricional. Los grumos presentes en el sustituto perjudican la digestión de los nutrientes por un menor tiempo de retención en el abomaso lo cual disminuye la proteólisis perjudicando la formación del cuajo.

4.- Presencia de factores antigénicos u otros que reducen el desarrollo y salud de los terneros.

5.- Deficiencia de Vitamina E y alto contenido de cenizas en el caso de proteína de pescado (Huber, 1975).

Con el propósito de disminuir los costos y/o aumentar los ingresos, existen algunas posibilidades de reemplazo de proteína láctea por otras fuentes alternativas, sin embargo, cualquiera que sea el tipo de proteína que se añada en la fabricación del sustituto, siempre debe existir una proporción más grande de proteína láctea en el sustituto (Quigley, 1996).

**CUADRO N° 2:** Fuentes de proteína clasificadas según su conveniencia de inclusión en sustitutos lácteos (Bath y col., 1987).

<b>Optima</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Discutible</b>
Leche descremada en polvo Polvo de Leche Agria Suero entero Desechado Suero Delactosado Caseína Albúmina de Leche	Proteína de Soya modificada químicamente Concentrado de Soya Producto aislado de Soya	Productos Solubles de Carne Concentrado de Proteínas de Pescado Afrecho de Soya Solubles Secos de orujos de cebada Levadura seca de Cerveza Gluten de Avena Gluten de Trigo

### **3.2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS:**

Los hidrolizados proteicos de pescado son generalmente considerados productos licuados obtenidos por acción de enzimas proteolíticas bajo condiciones aceleradas de digestión. Contienen entre un 80 y un 90% de proteína en su materia seca. Las enzimas usadas en la fabricación del producto puede ser vegetales o bacterianas. Según Toullec y Pastueau-Mirand (1979) es preferible el tratamiento con enzimas vegetales.

Los primeros resultados obtenidos por Huber (1975) indican que los hidrolizados proteicos de pescado pueden aportar hasta 40% de la proteína del sustituto lácteo sin existir una reducción en el comportamiento productivo de los terneros. Sin embargo, al usar niveles de 67 a 100% de reemplazo, los animales sufren severas diarreas, pérdida de peso y alta mortalidad.

Saint Laurent y Brisson (1972), observaron que al reemplazar más de un 60% de la proteína láctea por un hidrolizado proteico de pescado, disminuían las ganancias de peso, alcanzando estas últimas sólo el 80% de los alimentados con sólo proteína láctea. Al reemplazar un 80% de la proteína, las ganancias fueron aproximadamente la mitad de las del grupo control.

Resultados similares fueron obtenidos por Petchey y col (1979), quienes constataron que al usar un hidrolizado proteico de pescado, el cual aportaba un 67%

de la proteína del sustituto lácteo y dado a terneros de menos de 8 días de edad hasta los 28 días como único alimento producía una baja en el desarrollo productivo de los animales. Los mismos autores compararon dos diferentes hidrolizados proteicos, uno húmedo y uno seco, y no encontraron diferencias productivas debidas al nivel de materia seca.

Posteriormente, Jenkins y col. (1982) evaluaron un hidrolizado proteico de pescado como fuente de proteína en dietas líquidas, en sustitutos de leche en terneros y lechales (veal) desde el tercer día de vida hasta las nueve semanas, concluyendo que la proteína proveniente del hidrolizado de pescado puede proveer satisfactoriamente el 50% de la proteína en dietas líquidas para la crianza de reemplazo y terneros lechales con una buena eficiencia de conversión y desarrollo de los animales.

Abarzua (1992) y Goic (1994) evaluaron un hidrolizado proteico de pescado (H-75), fabricado en Chile, utilizado en la fabricación de sustitutos lácteos. Para ello reemplazaron 25 y 50% de la proteína láctea y lo compararon con un sustituto control (100% proteína láctea). Ambos concluyeron que es factible reemplazar hasta un 50% de la proteína láctea por proteína proveniente de un hidrolizado de pescado (H-75) en sustitutos lácteos para terneros de reemplazo, sin afectar el comportamiento productivo (ganancia de peso diario, conversión alimenticia, perímetro torácico).

Dada las limitaciones digestivas de los terneros menores de tres meses de edad, la formulación de ingredientes es crítica para permitir una adecuada digestión, crecimiento y rendimientos. Los sustitutos deben ser procesados por un sistema digestivo no desarrollado de los jóvenes terneros. Dentro de una pocas semanas de edad, la habilidad de los terneros para digerir varios componentes alimenticios mejora mucho en la medida que aumenta y se diversifica la producción de sus enzimas (Quigley, 1996).

La hipótesis del presente proyecto plantea que al someter al ternero desde temprana edad a un sustituto lácteo con un nivel de 37,5% del total de proteína proveniente de un hidrolizado proteico de pescado, no presentaría diferencias en las ganancias de peso vivo, medidas zootécnicas y conversión alimenticia que al alimentarlos con sustitutos lácteos con 100% de proteína láctea.

### **3.3. OBJETIVO:**

**3.3.1.** Evaluar el uso de un hidrolizado de pescado, incorporado como fuente proteica en un sustituto lácteo en una definida proporción a través de la medición de la ganancia de peso vivo (GPV), medidas zootécnicas y consumo de materia seca en terneras de reemplazo, desde los 5 hasta los 60 días de edad.

## 4. MATERIAL Y METODO

### 4.1. LUGAR Y DURACIÓN DEL ENSAYO:

El estudio se llevó a cabo en el Fundo San Isidro, ubicado en Rapaco, comuna de La Unión, entre los meses de diciembre de 1998 y febrero de 1999, desde el nacimiento de las terneras hasta los 60 días de edad.

### 4.2. ANIMALES:

Se utilizaron 18 terneras Frisón Negro Chileno distribuidas al azar en tres grupos experimentales. Al finalizar el ensayo se constató con dos grupos de 5 y un grupo de 6, ya que en dos de los grupos se produjo la muerte de una ternera.

### 4.3. GRUPOS EXPERIMENTALES:

Los grupos experimentales fueron:

Grupo 1: Sustituto lácteo importado<sup>1</sup>.

Grupo 2: Sustituto lácteo nacional<sup>2</sup> (100 % proteína láctea).

Grupo 3: Sustituto lácteo con hidrolizado proteico de pescado (62.5% proteína láctea).

### 4.4. INFRAESTRUCTURA:

Las terneras fueron trasladadas a jaulas individuales a los 5 días de edad, una vez que aprendieron a recibir su dieta líquida en baldes. Las jaulas individuales poseían piso de madera ranurado con comederos y baldes para agua.

---

<sup>1</sup> Denkavit.

<sup>2</sup> Sustituto para terneros COLUN

#### **4.5. ALIMENTACIÓN BASE:**

La alimentación láctea consistió en 400 gramos diarios de sustituto lácteo, el que se distribuía en dos raciones diarias (AM y PM) a partir del día 5 de edad. A los 200 gramos de sustituto se le agregaba un litro de agua aproximadamente a 50° C para disolverlo y luego se completaba los 2 litros con agua tibia, de modo de entregarlo a la temperatura recomendada entre 37 y 39° C. Esto significa que por una parte de sustituto se agregaron nueve partes de agua.

El alimento seco se le suministró desde los 5 días de edad ad-libitum, para lo cual se uso un concentrado de iniciación<sup>3</sup>.

Se ofreció agua en baldes, individualmente, 2 veces al día.

#### **4.6. MEDICIONES REALIZADAS:**

a) Peso vivo (PV): se pesaba cada ternera dentro de las primeras 24 horas de nacida y luego semanalmente cada domingo antes de la ración de la tarde, sin destare, utilizando para ello una romana. Con estos valores se calculó la ganancia de peso diaria (GPV).

b) Consumo de sustituto lácteo: se registraron aquellos casos en que el ternero no consumía su ración.

c) Consumo de concentrado: diariamente se midió el consumo de concentrado a partir de la diferencia entre lo registrado como entregado y lo rechazado.

Una vez conocido la ganancia de peso vivo (GPV, kg) y el consumo total de materia seca (MS, kg), se calculó la conversión alimenticia de cada grupo experimental.

d) Registro de cuadros clínicos: se identificaron cada caso, tratamiento y la evolución del cuadro.

e) Medidas zootécnicas: se midieron semanalmente la altura a la cruz, con un cartabón graduado en centímetros y el perímetro torácico con una huincha graduada con la misma escala.

---

<sup>3</sup> Cosetín. BIOMASTER

#### **4.7 ANÁLISIS Y EXAMENES ESPECIALES.**

a) Análisis de laboratorio: se realizaron los siguientes análisis:

- Composición nutricional de los sustitutos en polvo (materia seca, proteína bruta, fibra cruda, materia grasa, calcio y fósforo).
- Perfil aminoacídico y lipídico de los tres sustitutos en polvo, a través de Cromatografía líquida de alta presión (HPLC), y Cromatografía gaseosa, respectivamente.

b) Observaciones: se consideraron tres variables de tipo subjetivas:

- Palatabilidad: a través de la reacción del ternero frente al consumo del sustituto preparado.
- Solubilidad : grado de dificultad y/o tiempo requerido para prepararlo.
- Apariencia: una vez que se finaliza su preparación y se presenta al ternero.

c) Calidad bacteriológica del agua v de los sustitutos reconstituidos.

#### **4.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se analizaron los datos mediante una descripción estadística basada en parámetros de posición y dispersión (promedios y desviación estándar).

Los datos obtenidos fueron sometidos en una primera instancia a un test de homogeneidad de varianza de Bartlett's, y de acuerdo a esto se realizó el test paramétrico de análisis de varianza, o el no paramétrico de Kruskal - Wallis para detectar diferencia significativa entre los tratamientos, a través del programa estadístico Epiinfo 6, versión 6.04 a (CDC y WHO, 1996).

## 5. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 5.1. RESULTADOS GENERALES DEL ENSAYO.

Los resultados generales del estudio se exponen en el Cuadro N° 3.

**CUADRO N° 3.** Resumen general de resultados

	Grupo experimental		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Número de terneros	5	6	5
Peso inicial (kg)	40,20	38,17	39,20
Peso final(kg)	69,50	64,33	64,10
Ganancia de peso diario (kg/d)	0,523	0,467	0,448
Altura a la cruz inicial (cm)	73,60	72,75	73,10
Altura a la cruz final (cm)	81,94	80,47	81,24
Aumento diario de altura a la cruz (cm/d)	0,149	0,138	0,145
Perímetro torácico inicial (cm)	77,90	76,08	78,40
Perímetro torácico final (cm)	94,80	92,25	93,00
Aumento perímetro torácico diario (cm/d)	0,302	0,288	0,261
Consumo total materia seca (kg MS) (5-60 días de edad)	60,01	53,49	54,18
Eficiencia de conversión (kg peso/kg alimento)	0,484	0,516	0,466
Proceso curativos	5	3	5
Días con diarrea	4	3	5
Mortalidad	1	0	1

\* Cifras acompañadas con letras distintas en la horizontal indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

## **5.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO.**

En el Cuadro N° 4, se presenta la composición química de los sustitutos y del concentrado de iniciación empleados en el ensayo. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Química de Alimentos y Laboratorio de Nutrición del Instituto de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

**CUADRO N° 4.** Composición química de los alimentos (% MS).

<b>Alimento empleado</b>		<b>M.S.*</b>	<b>PB</b>	<b>FC</b>	<b>CT</b>	<b>Ca</b>	<b>P</b>	<b>EE</b>
Sustituto 1	1	94,52	22,54	0,29	8,06	0,46	0,67	13,46
	2	100,00	23,84	0,30	8,52	0,49	0,71	14,24
Sustituto 2	1	96,00	20,40	0,23	7,40	0,40	n.d.	17,09
	2	100,00	21,25	0,24	7,71	0,42	n.d.	17,80
Sustituto 3	1	95,00	19,67	0,23	6,91	0,36	0,77	18,70
	2	100,00	20,70	0,24	7,28	0,38	0,81	19,68
Concentrado iniciación	1	87,00	15,50	12,50	6,98	1,24	0,44	n.d.
	2	100,00	17,82	14,37	7,88	1,39	0,50	n.d.

(1) Base materia fresca.

(2) Base materia seca.

\*Donde MS = materia seca; PB = proteína bruta; FC = fibra cruda; CT = cenizas totales; Ca = calcio; P = fósforo; EE = extracto etéreo y n.d. = información no disponible.

En los cuadros N° 5 y 6 se muestra el perfil de aminoácidos y de ácidos grasos, respectivamente.

**CUADRO N° 5. Perfil de aminoácidos (% de la proteína total).**

<b>Aminoácido</b>	<b>Sustituto 1</b>	<b>Sustituto 2</b>	<b>Sustituto 3</b>
Aspártico	9.1	7.8	9.6
Glutámico	15.8	17.2	15.7
Serina	7.1	7.3	7.8
Histidina	5.0	4.3	5.7
Glicina	4.8	2.7	5.1
Treonina	4.2	4.4	5.1
Arginina	3.5	2.5	3.5
Alanina	4.2	3.4	5.0
Tirosina	1.7	2.1	2.0
Metionina	1.4	1.6	1.9
Valina	3.9	4.8	4.8
Fenilalanina	3.3	3.6	3.4
Isoleucina	3.5	3.9	4.0
Leucina	7.0	7.9	8.0
Usina	7.9	9.0	9.0

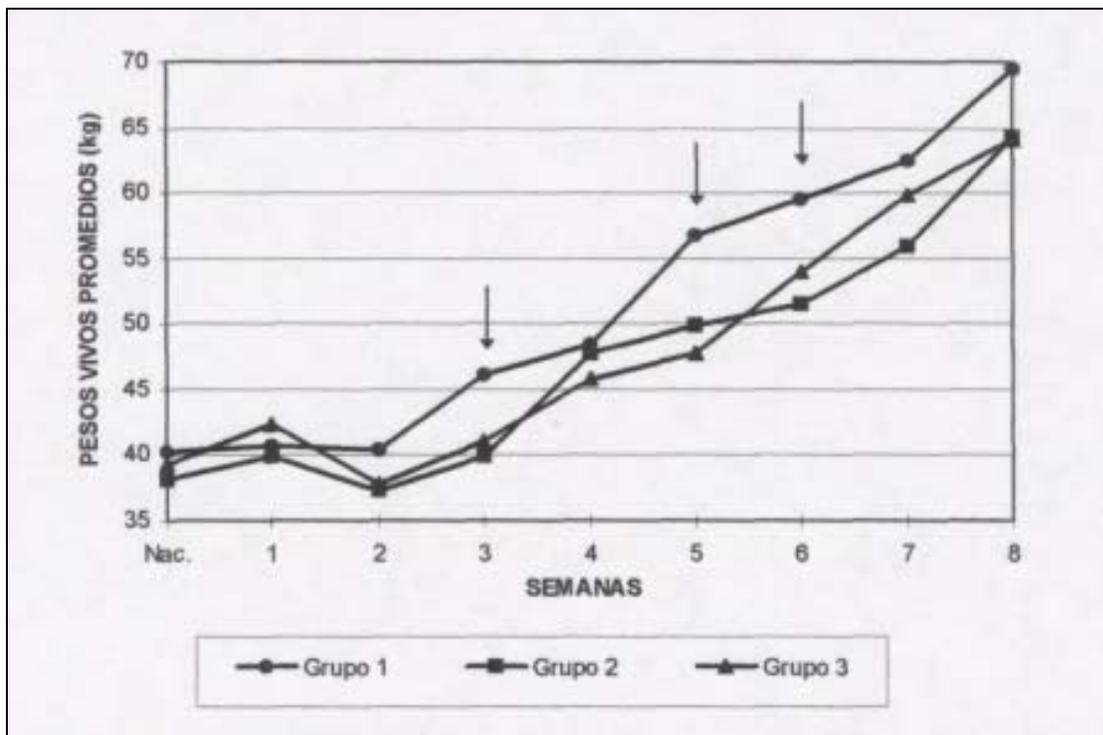
Los tres sustitutos presenta un perfil de aminoácido similar.

**CUADRO N° 6. Perfil de ácidos grasos (% del extracto etéreo).**

Ac. Graso	Sustituto 1	Sustituto 2	Sustituto 3
14:0 Mirístico	7.38	9.98	8.1
15:0 Pentadecanoico	0.76	1.29	1.18
16:0 Palmítico	16.60	23	20.9
16:1n7 Palmitoleico	2.82	2.24	2.46
17:0 Heptadecanoico	0.9	1.51	1.73
16:3n3	0.3	0.53	0.62
18:1n9 Oleico	9.12	18.1	19.4
18:1n7 Petroselinico	15	23.1	21.58
18:2n6 Linoleico	2.12	2.4	2.6
18:3n6	-	-	0.21
18:3n3 Linolénico	0.39	0.82	0.88
20:1n9 Eicosanoico	-	0.53	1.19
20:4n6 Eicosapentanoico	9.18	0.32	0.97
22:0 Eicosanoico	0.3	-	-
20:5n3 Eicosapentanoico (EPA)	15	0.22	1.6
24:0 Lignosérico	0.56	-	-
22:5n3 Docodapentanoico (DPA)	0.64	-	0.49
22:6n3 Docohexanoico (DHA)	0.4	0.15	2.02
No identificados ¿12:0	0.89	11.2	9.25
	-	0.80	0.50
	3.09	0.58	0.52
	-	0.75	0.65
	0.92	0.69	0.60
	-	0.84	0.89
	1.30	0.67	0.90
	2.86	-	-
	2.88	-	-
	1.52	-	-
	3.17	-	-
<b>Ácidos Grasos, %</b>			
Saturados	26.5	35.7	31.9
Monoinsaturados	26.5	44.0	44.6
Poliinsaturados	28.0	4.4	9.46
No identificados	17.6	17.6	13.3

### 5.3. PESO VIVO Y GANANCIAS DE PESO VIVO.

Para clarificar los parámetros de pesos promedios y aumentos de peso diario para cada tratamiento hasta el final del ensayo (día 56), es que se detallan los resultados en los Gráficos 1 y 2, y en el Cuadro N° 7



**GRAFICO N° 1.** Peso vivo promedio según tratamiento durante el ensayo.

El Gráfico N° 1 muestra los pesos promedios de las terneras en función de las semanas de ensayo. Las flecha negras indican que durante las semanas tercera, quinta y sexta se presentó diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ) en favor del grupo 1. Además en él puede observarse que el grupo experimental 1 presentó la tendencia a un mayor desarrollo que lo mostrado por los grupos experimentales 2 y 3, cuyos resultados son similares.

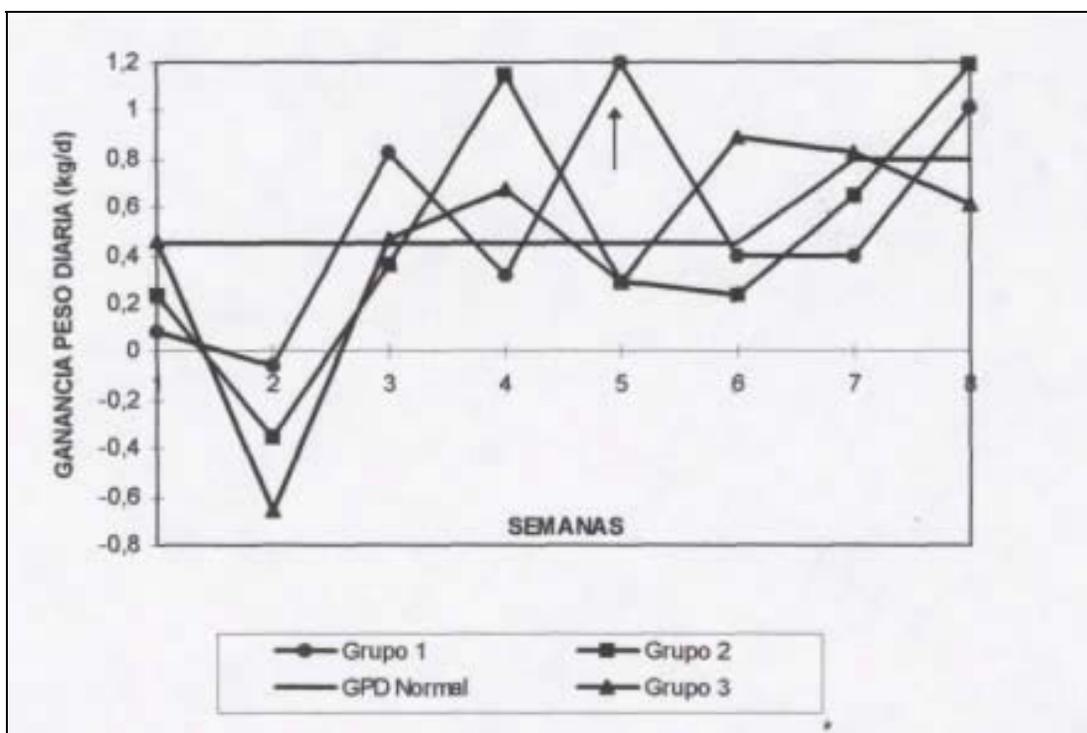
**CUADRO N° 7. Ganancias diarias de peso vivo por tratamiento durante el ensayo (kg/día).**

Período (Días)	Grupo experimental		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0-28	0,293	0,345	0,236
28-56	0,754	0,589	0,654
0-56	0,523	0,462	0,445

\* Cifras acompañadas con letras distintas en la horizontal indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

No se observó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales.

En el Gráfico N° 2 se observa las ganancias diarias de peso de los tres tratamientos en función de las semanas. La flecha indica que en la quinta semana se presentó diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ) en favor del grupo 1.

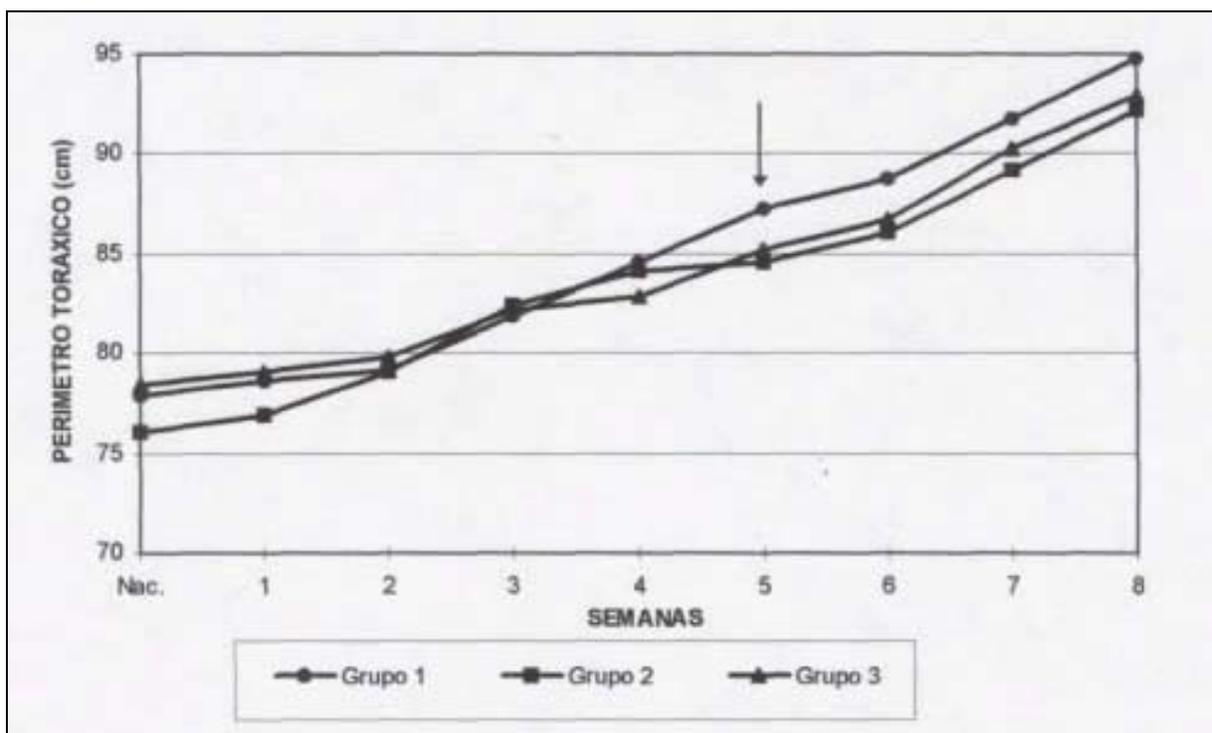


**GRAFICO N° 2. Curvas de ganancia de peso diaria según tratamiento y curva normal de GPD.**

#### **5.4. RESULTADOS DE PERÍMETRO TORÁXICO Y AUMENTO DE PERÍMETRO TORÁXICO.**

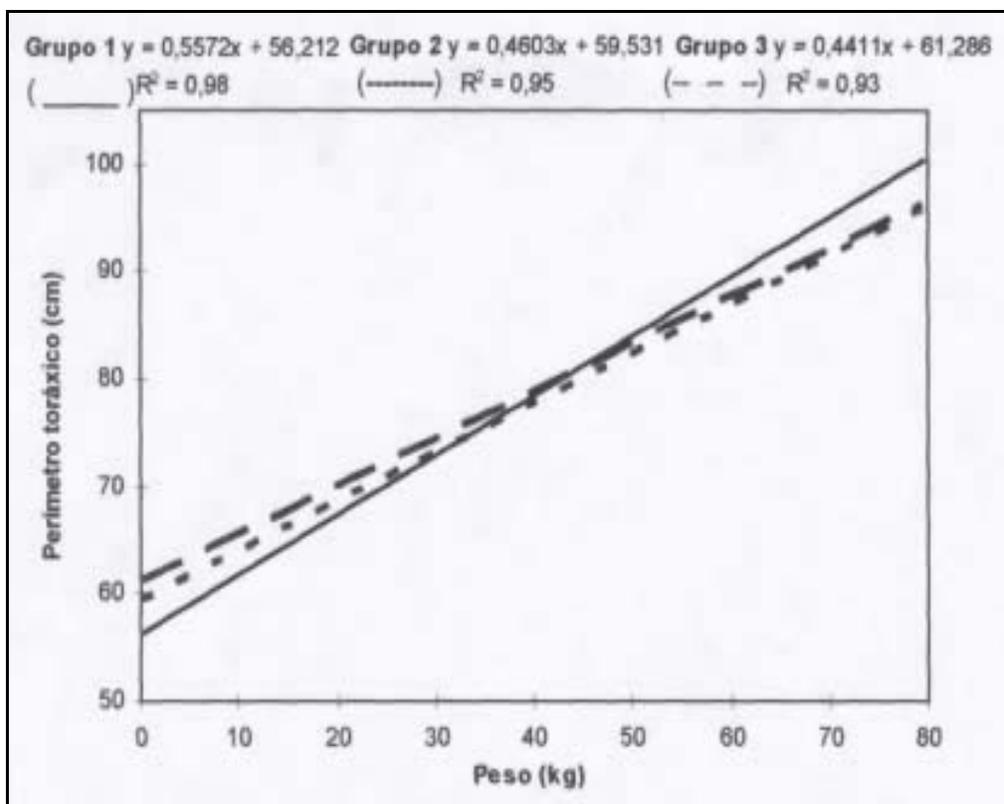
En el Gráfico N° 3 se puede observar (flecha negra) que sólo existe diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ) en la quinta semana entre el grupo experimental 1 y 2, teniendo el primero un mayor perímetro torácico. El grupo 3 sería similar al 1 y al 2.

Como se aprecia en el Gráfico N° 3, al final del período el grupo experimental 1 es levemente superior a los otros grupos, lo que hace mantener la relación entre los pesos y su evolución en cada tratamiento.



**GRAFICA N° 3.** Perímetro torácico según tratamiento durante el ensayo.

El Gráfico N° 4 muestra la estrecha relación que existe entre la evolución del perímetro torácico y el peso, la cual ha sido una importante herramienta para estimar peso corporal a partir de la medición del perímetro torácico (Heinrich, 1998). Sin embargo, para el mismo autor, si bien la relación entre la circunferencia del tórax a la altura del corazón por atrás del codo y peso corporal es muy buena, la conformación de la vaquillas Holstein ha cambiado en los últimos 100 años. Por lo tanto, la ecuación para calcular peso corporal a partir del diámetro torácico ha cambiado.



**GRAFICO N° 4.** Curvas de regresión de los perímetros torácicos por tratamiento en función del peso.

El aumento en perímetro torácico se presenta en el Cuadro N° 8

**CUADRO N° 8.** Aumentos diarios de perímetro torácico por tratamiento durante el ensayo (cm./d).

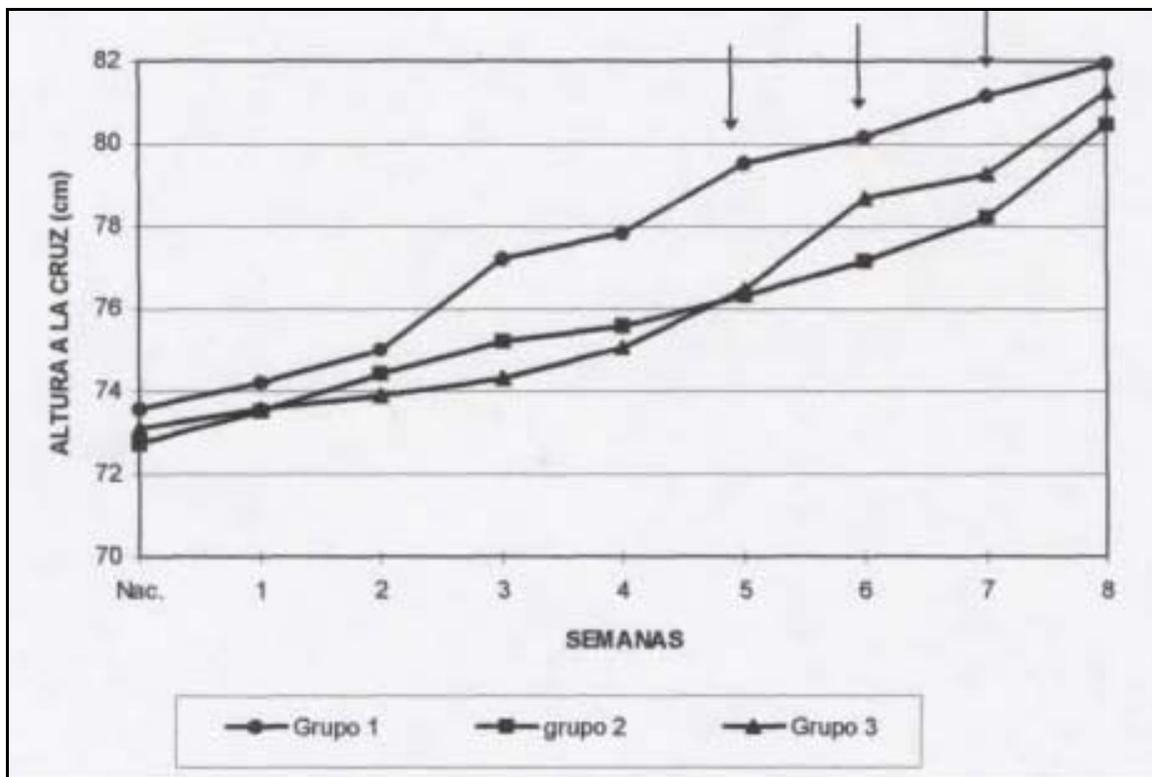
Período (Días)	Grupo experimental		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0-28	0,239 <sup>a</sup>	0,286 <sup>a</sup>	0,157 <sup>b</sup>
28-56	0,364	0,292	0,364
0-56	0,302	0,289	0,264

\* Cifras acompañadas con letras distintas en la horizontal indican diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ).

Como se puede apreciar en el Cuadro N° 8, sólo se produjo diferencia estadísticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ) en el período\* comprendido entre 0-28 días, siendo menor en el grupo experimental 3 que en el 1 y 2.

### 5.5. RESULTADOS DE ALTURA A LA CRUZ Y SU CRECIMIENTO.

El detalle de los resultados promedios de altura a la cruz se muestra en el Gráfico N° 5.



**GRAFICO N° 5.** Altura a la cruz promedio semanales según tratamiento durante el ensayo.

Existe diferencia estadísticamente significativa en las semanas quinta, sexta y séptima (flecha), presentando los mayores valores el grupo experimental 1, lo cual manifiesta el mismo comportamiento que para el peso y el perímetro torácico. Sin embargo, no se aprecia una tendencia tan clara entre ellos, como se observa en el Gráfico N° 5.

Los aumentos diarios de altura a la cruz se presentan en el Cuadro N° 9.

**CUADRO N° 9. Ganancias diarias de altura a la cruz por tratamiento (cm/d).**

Período (Días)	Grupo experimental		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0-28	0,152 <sup>a</sup>	0,101b	0,069b
28-56	0,146 <sup>a</sup>	0,174b	0,221b
0-56	0,149	0,138	0,145

\* Cifras acompañadas con letras distintas en la horizontal indican diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ).

Se presentan diferencias estadísticamente significativas en el período 0 - 28 donde, el grupo experimental 1 tuvo los mayores aumentos en altura a la cruz por día, lo que da como resultado mayor alzada en este grupo en las semanas quinta, sexta y séptima, que luego se compensa en el período 28-56, siendo mayor estadísticamente los aumentos diarios de altura a la cruz para los grupos 2 y 3, lo que se traduce que en el período comprendido entre 0-56 días las ganancias de altura a la cruz sean similares para los distintos grupos. Nuevamente el grupo 1 presentó una tendencia mayor en aumento diario de altura a la cruz, lo que finalmente significó que tuviera la mayor alzada final (Cuadro N°8).

**5.6. CONSUMO DE ALIMENTOS**

El consumo de alimentos está dado por el consumo de sustituto lácteo y de concentrado, los que serán discutidos por separado.

**5.6.1. Consumo de sustituto lácteo.**

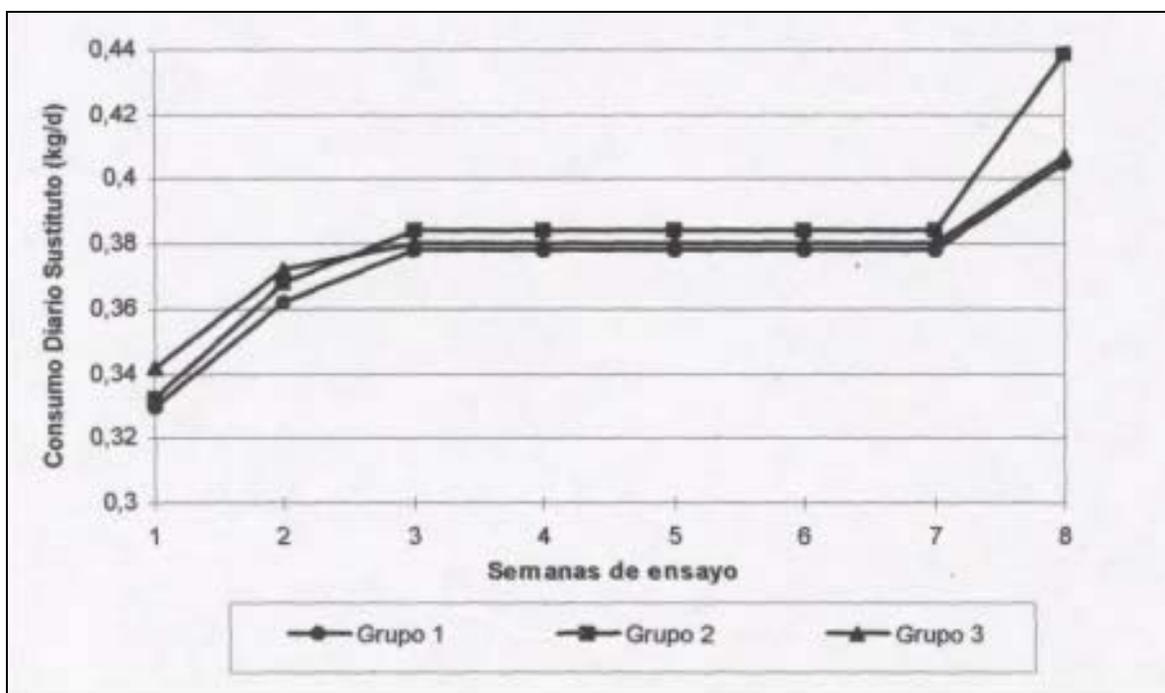
El Cuadro N° 10, presenta el consumo de sustitutos lácteos, base fresca (bf) en litros (l) y base seca (bs) en kilos (kg), en los períodos 0 - 28, 28 - 56, 0 - 56.

Además el Gráfico N° 6 muestra el consumo de sustituto lácteo (Kg. MS/día) para cada tratamiento en función de las semanas. Este demuestra que no existe diferencia estadísticamente significativa ( $P \geq 0,05$ ) entre los tratamientos,

**CUADRO N° 10. Consumo de sustituto lácteo por tratamiento .**

Consumo por Período	Grupos experimentales		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0-28 bf(I)	107,173	106,979	108,632
bs(kg)	10,130	10,270	10,320
Consumo diario bs (kg/día)	0,362	0,367	0,368
28 - 56 bf (I)	141,981	143,646	142,000
bs(kg)	13,420	13,790	13,490
Consumo diario bs (kg/día)	0,479	0,493	0,482
0 - 56 bf (I)	221,223	220,313	220,604
bs(kg)	20,910	21,370	21,150
Consumo diario bs (kg/día)	0,367	0,372	0,371

\* Cifras acompañadas con letras distintas en la horizontal indican diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ).



**GRAFICO N° 6. Consumo diario de sustituto lácteo (Kg. MS/día) según tratamiento durante el ensayo.**

### 5.6.2. Consumo de concentrado de iniciación.

El Cuadro N° 11 presenta los consumos de concentrado (base seca) para los períodos O - 28, 28 -56 y O - 56 días.

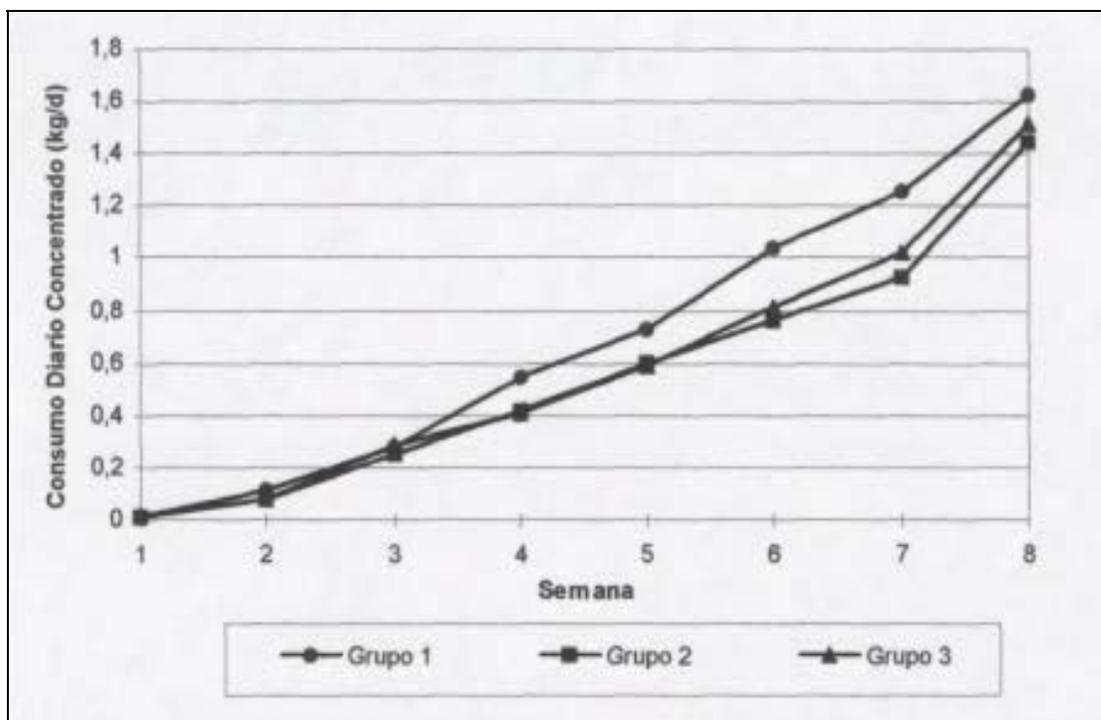
**CUADRO N° 11. Consumo de concentrado de iniciación por tratamiento.**

Consumo por Período	Grupos experimentales		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0-28 bs(kg)	6,576	5,535	5,473
Consumo diario bs (kg/día)	0,235	0,198	0,195
28 - 56 bs(kg)	36,330	29,630	30,400
Consumo diario bs (kg/día)	1,298	1,058	1,086
0 - 56 bs(kg)	39,100	33,120	33,040
Consumo diario bs (kg/día)	0,686	0,548	0,580

\* Cifras acompañadas con letras distintas en la horizontal indican diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ).

Como se aprecia en el Cuadro N° 14 no existen diferencias significativas en los consumos de concentrado en el período O - 28, 28 - 56 y O - 56.

La misma situación se observa para cada semana de vida de las terneras en el Gráfico N° 7



**GRAFICO N° 7.** Consumo diario de concentrado de iniciación (Kg. MS/día) según tratamiento durante el ensayo.

### **5.6.3. Consumo total de alimento y eficiencia de conversión.**

En el Cuadro N° 12 se presenta el total de alimentos consumidos y la eficiencia de conversión de los alimentos durante el ensayo para cada uno de los tratamientos.

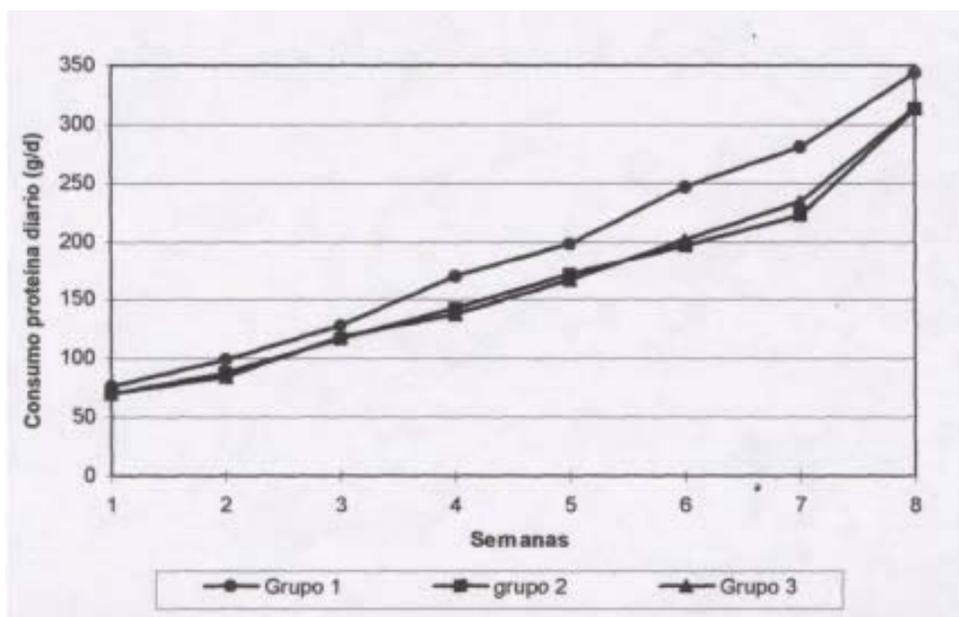
**CUADRO N° 12. Consumo de materia seca total y su eficiencia de conversión por tratamiento.**

Consumo por Período	Grupos experimentales		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0-28 bs(kg)	16,710	15,810	15,790
Aumento peso (kg)	8,200	9,670	6,600
Eficiencia conversión**	0,477	0,629	0,428
28-56 bs(kg)	49,750	43,420	43,890
Aumento peso (kg)	23,300	24,500	23,000
Eficiencia conversión**	0,463	0,588	0,532
0-56 bs(kg)	60,010	53,490	54,180
Aumento peso (kg)	29,300	26,170	24,900
Eficiencia conversión**	0,484	0,516	0,466

\* Cifras acompañadas con letras distintas en la horizontal indican diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ).

\*\* Eficiencia de conversión expresada como kilogramos de aumento de peso / kilogramos de alimento consumido (base seca)

En el Gráfico N° 8 se puede ver los diferencias en el consumo de proteína al día en los diferentes tratamientos.



**GRAFICO N° 8. Consumo diario de proteínas total (g proteína/día) según tratamiento durante el ensayo.**

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P \geq 0.05$ ) para el consumo diario de proteína total.

## 6. DISCUSION

### 6.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

Como se aprecia en el Cuadro N° 4, el sustituto 1 tiene el mayor % de proteína, luego el sustituto 2 y en menor cantidad el sustituto 3, estos dos últimos no estarían cumpliendo con los requisitos dados por el NRC (1989) de un sustituto de calidad, que señala que debería contener un mínimo de 22% de proteína.

Se puede observar que ninguno de los tres sustitutos es limitante en los aminoácidos esenciales, como por ejemplo usina y metionina. Sin embargo, se debe estimar la digestibilidad real, lo cual puede resultar bajo para algunos aminoácidos esenciales como leucina, alanina, aspártico y glicina, sugiriendo que polipéptidos que son ricos en estos aminoácidos de fuentes proteicas como la soya o hidrolizados proteicos de pescados, pueden ser difíciles de digerir por prerumiantes (Wiggans y col., 1988)

Con respecto a la materia grasa, los tres sustitutos estarían dentro de los rangos definidos como adecuados por el NRC (1.989), o sea entre 10 y 20%, de extracto etéreo, ya que con este porcentaje se reduce el riesgo de diarreas en los terneros, permite un destete temprano y un mejor desarrollo post destete (Roy, 1980).

En el Cuadro N° 4 se observa que el grupo 1 presenta el menor porcentaje de materia grasa, pero esto se podría explicar por su mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados, como se ve en el Cuadro N° 6, que como menciona Adams (1959, citado por NRC (1989)), cuando los terneros son alimentados con leche que contiene altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados, presentarían signos similares a los de deficiencia de vitamina E, o sea, distrofias musculares, dificultad para movilizarse, postración; signos que desaparecen cuando estos aceites son hidrogenados.

El concentrado de iniciación utilizado, como se observa en el Cuadro N° 4, presenta menos de 18% de proteína cruda, lo cual estaría por debajo del 20% que señala el NRC (1989), como necesario para cubrir las necesidades nutricionales del ternero, o del 18% que señala Marín (1996). Alomar en cambio indica que el

contenido de proteína debe ser de un 14-15% de proteína digestible. Con respecto a la fibra cruda el límite máximo permisible según Hutjens (1985) es de 5% y Alomar (1979) señala que un 8% de fibra sería excesiva, sin embargo Hulmán (1976), según tablas de la Academia Nacional de Ciencias (USA), indica como máximo hasta un 15%.

## **6.2. PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO VIVO**

Si bien los valores de pesos iniciales promedios se encuentran dentro de los rangos para la raza (Heinrich, 1998; Morril, 1997; Bath y col., 1987), están por debajo de los obtenidos en los ensayos realizados por Abarzúa (1992) y Goic (1994), probablemente debido a que ellos utilizaron machos de la raza Frisón Negro dentro de su diseño experimental, lo que haría aumentar su promedio de peso inicial.

Los pesos finales son similares a los observados en el ensayo realizado por Quigley y Bernard (1996) en terneros machos y hembras Holstein en el cual probó sustitutos lácteos con y sin plasma animal como fuente proteica, pero menores a los ensayos realizados por Abarzúa (1992), Goic (1994), Aroca (1996) y Figueroa (1997). Cabe hacer notar que estos dos últimos autores, al igual que Abarzúa (1992) y Goic (1994) utilizaron machos Frisón Negro dentro de su diseño experimental, lo que de alguna manera puede explicar las diferencias presentadas.

A diferencia de lo observado por otros autores (Abarzúa, 1992; Goic, 1994; Quigley, 1996; Aroca, 1996; Figueroa, 1997), se aprecia en el Gráfico N°1 una inflexión, con baja o pérdida de peso de las terneras menores de dos semanas de edad, en todos los tratamientos. Esto se explica por un brote infeccioso de Rotavirus y Colibacilosis que afectó al plantel, el que incluso llevó a la muerte de dos terneras que formaban parte del ensayo. El cuadro diagnosticado por el Instituto de Microbiología de la Universidad Austral de Chile presentó la sintomatología típica y una evolución de más o menos 3 a 5 días. Una vez finalizado el brote, y a pesar de las variaciones de peso, al final del ensayo se observó una tendencia a alcanzar similares pesos vivos. Según Penno (1994), las tasas de crecimiento de animales jóvenes no necesariamente deben ser constantes, puesto que éstos tienen la capacidad de compensar períodos de subalimentación con períodos de crecimiento compensatorio, el cual le da una cierta flexibilidad al sistema de crianza.

Los pesos finales no presentan diferencias estadísticamente significativas, no obstante, se observó un 8% más de peso a favor del sustituto importado (Grupo 1), lo cual coincide con el mayor consumo de materia seca y

nutrientes. La razón de lo anterior se explica, por la composición química del sustituto importado que presentó un mayor porcentaje de proteína y además una mejor disolución al momento de su preparación, impidiendo la formación de grumos que muchas veces significan pérdidas de nutrientes para el animal.

El menor peso presentado por los grupos experimentales 2 y 3, puede deberse a que durante estos períodos presentaron un menor consumo de materia seca total, determinado por el menor consumo de concentrado de iniciación. Una de las limitantes puede deberse a su mayor porcentaje de materia grasa en su composición, que resulta ser un limitante químico del consumo de materia seca en los terneros (Roy, 1972)

La ganancia de peso vivo diaria (GPV) en el período 0 - 28 día resultan similares a las obtenidas por Quigley y Bernard (1996) que utilizó terneros Holstein, pero menores a los ensayos realizados por Coto (1992) que utilizó un sustituto lácteo con un 25% de la proteína aportado por un concentrado proteico de papa y un 25% por un concentrado proteico de lupino. En este último ensayo también se utilizó terneros machos en su diseño experimental como lo hizo Abarzúa (1992) y Goic (1994).

Las ganancias de peso obtenidas en todo el período son similares al ensayo de Quigley y Bernard (1996), quienes también ensayaron por 56 días.

Con respecto al ganancia de peso vivo diaria (GPD), aun cuando no se presentó diferencia estadísticamente significativa ( $P \geq 0.05$ ) se observa una ganancia numéricamente superior en el grupo experimental 1 respecto a los grupos experimentales 2 y 3 en el período completo. Sin embargo, se aprecia en el período 0 - 28, una tendencia a una menor ganancia de peso en el grupo 3, lo que se atribuiría a las razones fisiológicas descritas.

En el período 28 - 56, el grupo 3 trató de compensar ganancias de peso, al compararlo con el grupo 2; pero a pesar de ello, las ganancias en el período total son menores para ese grupo.

Como se observó en el Gráfico N° 2 todos los grupos experimentales en las dos primeras semanas de vida sufren una fuerte caída, con inclusive pérdida de peso por efecto del cuadro infeccioso, lo cual está por debajo de la curva de ganancia diaria de peso normal para la raza (Morris, 1997), pero que sin embargo a partir de la tercera semana los grupos experimentales 1 y 2 compensan al superar la ganancia

de peso diaria normal, no así el grupo experimental 3 que lo hace a partir de la quinta semana. Se observa que hacia la octava semana las curvas tienden a estabilizarse presentando un comportamiento similar a la ganancia de peso diaria normal para la raza.

La menor ganancia de peso observada para el grupo experimental 3 es atribuible a la proteína de este sustituto que, además de estar en una menor concentración, como se ve en el cuadro N° 4, presenta proteína no láctea que probablemente presentó una menor digestibilidad por la ausencia y/o menor síntesis de enzimas abomasales que presentan los terneros menores de cuatro semanas para una adecuada proteólisis, como menciona Jenkins y col. (1982).

El mismo autor señala que en una situación como la anterior, no es posible una adecuada coagulación del alimento en el abomaso, lo que da como consecuencia una mayor velocidad de tránsito por el tracto digestivo, disminuyendo la digestibilidad de todos los nutrientes de la dieta.

En los grupos experimentales 1 y 2 que presentaron una tendencia a una mejor ganancia de peso vivo durante todo el ensayo se debe a que la presencia de caseína en fuentes proteicas como leche descremada en polvo promueve la formación del cuajo en el abomaso. Este proceso puede alterar la digestibilidad de los sustitutos lácteos, resultando en una mejor eficiencia de conversión y mejorando las tasas de crecimiento (Otterby y col., 1981).

Tanto el peso como la ganancia de peso diaria se ven afectados por una interacción con el peso inicial; es así que terneros con menores pesos iniciales no ganan peso tan rápido como lo hacen los terneros más grandes de similar edad. (Quigley y Bernard, 1996)

### **6.3. PERIMETRO TORAXICO Y SU AUMENTO DIARIO.**

Los perímetros torácicos iniciales y finales están dentro de los rangos dados para la raza (Bath, 1987), no obstante se encuentran en el límite inferior de dicho rango, y son inferiores a los observados en los ensayos realizados por Abarzúa (1992) y Goic (1994), Figueroa (1997), Vera (1988), Sotomayor (1980), Cárcamo (1981), pero como ya se ha mencionado, estos autores incluyeron machos en sus ensayos.

La alta correlación que se mencionó del peso con el perímetro torácico se vio reflejado en que en el sustituto 3 su menor aumento en perímetro torácico coincide con la menor tasa de ganancia de peso vivo diaria

#### **6.4. ALTURA A LA CRUZ Y SU CRECIMIENTO.**

Los valores registrados al inicio del ensayo no muestran diferencias significativas entre los tratamientos, correspondiendo el menor valor promedio al grupo 2, no obstante ello, los valores se enmarcan dentro de los considerados normales para la variable (Heinrichs, 1998), inferiores a los registrados por Aroca (1996) y similares a los de Figueroa (1997).

La alzada al final del período está bajo el límite del rango considerado normal. Sin embargo, actualmente se utiliza muy poco la alzada para evaluar ensayos, posiblemente porque este parámetro tiene gran heredabilidad y demuestra más bien el incremento óseo, y no estaría tan afectado por el plano nutricional (Mella, 1994). Por otro lado, no tenemos patrones normales de la raza Frisón Negro Chileno.

En esta etapa del crecimiento (nacimiento - 8 semana), la altura a la cruz representa menos del 10 % de crecimiento total (Heinrichs, 1998).

#### **6.5. CONSUMO DE SUSTITUTO LÁCTEO.**

Las cantidades de dieta líquida empleada en el presente ensayo son semejantes a las usadas por Figueroa (1997), quien probó dos sustitutos con dos programas de destete, y menores a los de Quigley y Bernard (1996), ya que estos autores alimentaban al 10% de peso vivo al día, cantidad que se ajustaba semanalmente.

Si bien se observa que no existen- diferencias estadísticamente significativas, las mayores diferencias numéricas se observan en el período 0 - 28, que fue el período en el cual se produjo el brote infeccioso anteriormente mencionado, especialmente en la primera semana de vida de las terneras, que como se observa en el Gráfico N° 6 el consumo diario promedio de la primera semana se vio

muy disminuido, debido a que cuando se manifestaba el cuadro clínico, el sustituto lácteo era reemplazado por electrolitos.

La pequeña diferencia que se observa en el Gráfico N° 6 a partir de la tercera semana hasta la séptima, está dada solamente por la desigualdad de materia seca entre los sustitutos (Cuadro N° 4), ya que todas las unidades experimentales consumieron los cuatro litros diarios que les correspondía.

El aumento en el consumo de los tres grupos experimentales y la diferencia en favor del tratamiento 2 en la última semana de ensayo (Gráfico N° 6), se debe a que algunas unidades experimentales dentro de los grupos consumieron sustituto por más de 56 días, lo que influyó en el promedio final.

Con respecto a la **palatabilidad** de los sustitutos no se observaron diferencias, ya que ninguna unidad experimental lo rechazó o demostró mayor o menor agrado frente a la dieta.

En cuanto a la **solubilidad** de los sustitutos si hubo diferencia a la preparación líquida. El sustituto del grupo 1 fue el que presentó mayor facilidad en su preparación el cual en menos de 30 segundos estaba disuelto, seguido por el sustituto del grupo 2, y finalmente el sustituto del grupo 3, el que tomaba más tiempo disolverlo.

En cuanto a la **apariencia**, una vez finalizada su preparación, los sustitutos del grupo 1 y 2 tenían aspecto de leche, con un aroma agradable. El sustituto del grupo 3, presentaba un color plumizo con presencia de grumos café negruzcos en suspensión y con un olor evidente a pescado. Sin embargo, como se mencionó las terneras lo consumían sin problemas.

## **6.6. CONSUMO DE CONCENTRADO DE INICIACIÓN**

Los consumos diarios fueron superiores a los trabajos de Quigley y Bernard (1996), y Aroca (1996), similares a los de Figueroa (1997) y menores que los de Abarzúa (1992) y Goic (1994).

Los aumentos de peso (Gráfico N° 1), las ganancias de peso diario (Cuadro N° 7), el perímetro torácico (Gráfico N° 8) y la altura a la cruz (Gráfico N° 9), son numéricamente mayores, y en algunas ocasiones estadísticamente significativas, en favor del grupo experimental 1, con respecto al grupo 2 y 3. Estas tendencias pueden estar relacionados con el consumo de concentrado, que como se muestra en el Cuadro N° 14 es superior, aunque no estadísticamente diferente, para el grupo 1.

El mayor consumo presentado por el grupo 1, se puede atribuir a una mejor utilización del sustituto lácteo dado una mayor cantidad de proteínas en su composición, característica que se puede aprovechar por la mejor disolución presentada por el sustituto, y por otra parte a su menor inclusión de extracto etéreo.

Entonces, un sustituto lácteo de buena calidad, es decir, que posea la cantidad exigida por el NRC (1989) en todos sus componentes, permite un crecimiento esperado para los terneros y esto nos lleva a un consumo de concentrados antes y en mayor cantidad, como lo muestra el gráfico N° 7

Además el Gráfico N° 7 muestra que el aumento del consumo de concentrado fue lineal con la edad, y alrededor de la sexta semana, la mayoría de los animales del grupo experimental 1 consumían más de 1000 g/día de concentrado.

Es interesante destacar que en el período 28 - 56, en los tres tratamientos, superan los 1000 g/día de consumo de concentrado, lo que sobrepasa notablemente las recomendaciones de Latrille (1988), que señala que el destete puede realizarse cuando los terneros llegan a un consumo de 600 gramos diarios de concentrado por tres días.

Aún cuando el análisis estadístico no arroja diferencias significativas, se observa que numéricamente existe una tendencia en los períodos 28 - 56 y 0 - 56, en favor del grupo experimental 1, con respecto al consumo de materia seca total, y esto debido principalmente al menor consumo de concentrado que presentaron los grupos experimentales 2 y 3.

El mayor aumento de peso en el período 0 - 28 del grupo 1, podría deberse al mayor aporte de la proteína láctea en la dieta líquida (Cuadro N° 4), con respecto al grupo 2 (23% PC v/s 21%) y del grupo 3, que además de tener menos proteína en su composición, el 37,5% es de origen no láctea. Campos y col. (1982) señalan que se producen consumos de materia seca más altos en dietas que

contienen altos porcentajes de proteína láctea, y que los menores consumos se realizan con dietas que contienen proteína de pescado.

### **6.7. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN**

En el Cuadro N° 12 se aprecia que en el período 0 - 28, la mejor eficiencia de conversión se presentó en el grupo 2, que aunque no tuvo el mayor aumento de peso, fue el grupo que se vio menos afectado por el brote infeccioso de Rotavirus y Colibacilosis, que afectó a los animales durante las primeras semanas.

### **6.8. CONSUMO DIARIO DE PROTEINA.**

De acuerdo a las tablas de requerimientos del NRC (1989), el consumo diario de proteína en gramos para el peso que presentaba los animales en las dos primeras semanas está por debajo de lo requerido. Sin embargo a partir de la tercera semana el grupo 1 consume 127 g/día, para un peso promedio de 46,20 kg., lo cual estaría sobre los requerimientos del NRC (1989), que señala que para un ternero de 45 kg. de peso vivo el consumo diario de proteína debe ser de 120 g /día, la misma situación se presenta para los otros tratamientos. Sin embargo, los animales presentan un menor peso a la tercera semana, pero su consumo diario de proteína está dentro del rango exigido.

### **6.9. CONCLUSIÓN**

Del análisis de los resultados obtenidos en el presente ensayo y bajo las condiciones en que se realizó se puede concluir que:

Es factible la utilización de sustitutos lácteos que reemplacen un 37,5% de la proteína láctea por proteína proveniente de un hidrolizado proteico de pescado, para la crianza de terneras de reemplazo, siempre y cuando la diferencia en costo lo justifique.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ABARZÚA, A. 1992.** Evaluación de un hidrolizado de pescado (H-75) como fuente de proteína en la fabricación de sustitutos lácteos. Tesis de Lic. Agr, Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.
- ADAMS, R. S., J.H. SAUTTER, T. GULLICKSON, y J. E. GANDER. 1959.** Some effects of feeding various filled milks to dairy calves. IV. Necropsy findings, electrocardiographic studies, and creatinuria ratios. *J. Dairy Sci.* 42:1580
- ALOMAR, D. 1979.** Crianza de terneros y reemplazos. En: Latrille, ed. Curso FAO-INDAP en producción de leche. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, pp. 1-19.
- 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 Lic. Agr., Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.
- BATH, D., F. DICKINSON, H. TUCKER, y R. APPLEMAN. 1987.** Ganado Lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios. Nueva Editorial Interamericana, S.A. 2ª Edición. México, D.F.
- CAMPOS, O., J. MORRIL, R. BROWNSON, A. DAYTON, H. HARRISON y R. WAGNER. 1982.** Spray-dried fish solubles or soy protein concentrate in milk replacers formulations. *J. Dairy Sci.* 65: 97-104.
- CÁRCAMO, L. 1981.** Alimentación de terneros a base de suero. Tesis de Lic. Agr., Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.
- COTO, S. 1992.** Utilización de un concentrado proteico de papa y de lupino en la formulación de sustitutos lácteos. Tesis de Lic. Agr., Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.
- CHACÓN, A. y C. PEDRAZA. 1982.** ¿Cuánto cuesta producir una vaquilla de reemplazo?. *Investigación y Progreso Agropecuario. La Platina.* 12: 30-12.
- EICHHOLZ, J.P. 1975.** Consideraciones respecto al uso de sistemas de crianza artificial para terneros de lechería en el sur de Chile. *AgroSur (Chile)* 3(1):67-70.

- FIGUEROA, I. 1997.** Evaluación de dos sustitutos lácteos en dos programas de destete de terneros. Tesis Lic. Agr., Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
- GOIC, L. 1994.** Evaluación de un hidrolizado de pescado (H-75) como fuente de proteína en sustitutos lácteos para terneros. Tesis Lic. Agr., Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
- HEINRICH, A.J., S.J. WELLS y W. LOSINGER. 1995.** A study of the use of milk replacers for dairy calves in the United States. J. Dairy Sci. 78: 2831-2837.
- HEINRICH, A.J. 1998.** Estas son las nuevas gráficas de crecimiento para vaquillas Holstein. Hoard's Dairyman en español 10: 615-618.
- HILLMAN, D. 1976.** Nutrient requirements of dairy cattle. Feedstuffs 48 (38): 47-51
- HUBER, J.T., N. JACOBSON, R. ALLEN y P. HARTMANN. 1961.** Digestive enzyme activities in the young calf. J. Dairy Sci. 4: 1494-1501.
- HUBER, J.T., S. NATRAJAN y C. POLAN. 1968.** Varying levels of starch in calf milk replacers. J. Dairy Sci. 51: 1081-1084.
- HUBER, J.T. 1975.** Fish protein concentrate and fish meal in calf milk replacers. J. Dairy Sci. 58:441-446.
- HUTJENS, M. F. 1985.** Nutritional management of calves. Modern Veterinary Practice 66: 451-454.
- JENKINS, K.J., D. EMMONS, E. LARMOND y F. SAUER. 1982.** Soluble, partially hydrolyzed fish protein concentrate in calf milk replacers. J. Dairy Sci. 65: 784-792.
- LATRILLE, L. 1988.** Avances en alimentación y cría de terneros de lechería. En: Latrille. ed. Avances en Producción Animal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, pp 1-23.
- MARÍN, J. 1996.** Nutrición de los reemplazos. Lechero Latino 10: 22-28.
- MELLA, C. 1994.** Concentrados proteicos de papa, lupino, soya y un hidrolizado de pescado en sustitutos lácteos para terneros. Tesis Lic. Agr., Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
- MORRIL, J. L. 1997.** He aquí algunas raciones para vaquillas. Hoard's Dairyman en español 6: 363-364.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989.** Nutrient requirements of dairy cattle. 6\* rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.
- OTTERBY, D. E. y J.G. LINN. 1981.** Advances in nutrition and management of calves and heifers. J. Dairy Sci. 64: 1365-1377.
- OWEN, F.G. 1986.** Feeding the dairy calf II: liquid diets. Youngstock and Calves. The National Dairy Database (1992).
- PENNO, J. 1994.** Growing replacements. Farmers conference proceeding. Ruakura (46). New Zealand. 36-42.
- PETCHEY, A.M., J. B. OWEN, I.M. MACKIE, A. RITCHIE y E. ORSKOU. 1979.** A comparison of undried and dried fish protein hydrolyzate as a protein source for calf milk replacers. Anim. Prod. 28: 191-198.
- PORTER, J. 1969.** Digestion in the pre-ruminant animal. The Proceedings of the Nutrition Society 28: 115-121.
- QUIGLEY, J.D. III y J.K. BERNARD. 1996.** Milk replacers with or without animal plasma for dairy calves. J. Dairy Sci. 79: 1881-1884.
- RADOSTIS, O. y J.M. BELL. 1970.** Nutrition of the pre-ruminant calf with special reference to digestion and absorption of nutrients; a review. Can. J. Anim. Sci. 50: 405-452.
- ROY, J.H.B. 1972.** El ternero, manejo y alimentación. Acribia. Zaragoza, España.
- ROY, J.H.B. 1974.** Symposium on feeding the newborn: comparative problems in animals and man. Problems in the nutrition of the preruminant calf. Proc. Nutr. Soc. 33-79.
- ROY, J.H.B. 1977.** The composition of milk substitute diets and the nutrient requirements of the pre-ruminant calf. Skinfield, England. National Institute for Research in Dairying.
- ROY, J.H.B. 1980.** The calf. 4<sup>th</sup> Edition. Boston, U.S.A. Ed. Butterworths.
- SAINT LAURENT, G. y G.J. BRISSON. 1972.** Nutritive value of a fish protein concentrate for young calves. Can. J. Anim. Sci. 52: 585-589.
- SAUTEREL, P. 1988.** Calostro ácido y distintas raciones de sustitutos de leche en crianza de terneros en distintos predios. Tesis Lic. Med. Vet., Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.

- SEPÚLVEDA, A. 1977.** Crianza artificial de terneros. Chillan, Estación Experimental "Quilamapu", Chile. Boletín Informativo N° 7.
- SOTOMAYOR, F. 1980.** Utilización de suero de queso seco y grasa de cerdo en crianza de terneros. Tesis Lic. Med. Vet., Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.
- STOBO, y. Y J. ROY. 1978.** Empleo de proteínas no lácteas en los sucedáneos de leche para terneros. Revista Mundial de Zootecnia (FAO). 25: 18-24.
- TOMKINS, T. 1992.** New developments in milk replacers for pre-ruminants. Milk Specialties Company, Dundee, IL.
- TOULLEC, R. y P. PASTUEAU - MIRAND. 1979.** Influence du procédé d'hydrolyse des protéines de poisson sur leur utilisation par le veau de boucherie. Comparaison avec les protéines de lait et celles de soja. Annales de Zootechnie 28: 407-422.
- VERA, A. 1988.** Evaluación de dos sustitutos lácteos comerciales de origen importado en crianza artificial de terneros. Tesis Ing. Agr, Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.
- WIGGANS, G. R., I. MISZTAL y L. D. VAN VLECK. 1988.** Animal model evaluation of Ayrshire milk yield with all lactations herd - sire interaction and groups based on unknown parents. J. Dairy Sci. 71 (5): 1319-1329