

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

**COMPARACIÓN DE LOS EFECTOS PRODUCTIVOS Y METABÓLICOS DEL USO
DE DOS SUSTITUTOS LÁCTEOS COMERCIALES EN TERNERAS CRIADAS
ARTIFICIALMENTE**

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

MAURICIO DIDIER SCHMÖLZ MACHADO

VALDIVIA – CHILE

2008

PROFESOR PATROCINANTE:

Dr. Rubén Pulido F.

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES:

Dr. Fernando Wittwer M.

Nombre

Firma

Dr. Juan C. Boggio D.

Nombre

Firma

FECHA DE APROBACIÓN

14 Agosto 2008.

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
5. RESULTADOS.....	19
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	23
7. BIBLIOGRAFIA.....	27
8. ANEXOS.....	34
9. AGRADECIMIENTOS.....	36

1. RESUMEN

Se realizó un estudio en el predio Santa Rosa, de la Universidad Austral de Chile, para comparar la respuesta productiva y metabólica al utilizar dos sustitutos lácteos para la alimentación de terneras de lechería durante 75 días.

Veinte y dos terneras fueron asignadas al azar, a dos tratamientos de once animales cada uno: Tratamiento Control; sustituto lácteo Sprayfo Blue® y Tratamiento Alternativo; sustituto lácteo N. Se ofreció un concentrado inicial para terneros, pellet de alfalfa y agua a libre disposición. Se determinó el consumo de materia seca, peso vivo (PV) y eficiencia de conversión alimenticia (ECA) en forma individual, además, a la 1ª, 4ª y 11ª semana se tomaron muestras de sangre para determinar las concentraciones plasmáticas de glucosa, albúmina y urea. El PV fue registrado en forma semanal y los consumos de alimentos en forma diaria.

Los valores nutricionales de los sustitutos difirieron entre si en valores de proteína bruta y presentan niveles de energía metabolizable bajo los requerimientos señalados por NRC (2001). El concentrado de iniciación presenta valores de materia seca, proteína bruta y extracto etéreo de acuerdo a los requerimientos de NRC (2001), la energía metabolizable es inferior a lo recomendado por NRC (2001).

El PV inicial promedio fue de 39,9 kg siendo éste similar a los registros del predio. A los 21 días de ensayo ambos grupos presentan un PV similar, sin embargo a los 75 días las terneras bajo tratamiento N presentaron un PV mayor. La ganancia de PV fue similar para los primeros 21 días de ensayo. Durante el segundo período, la ganancia de peso (GP) de las terneras sometidas al tratamiento N presentó valores sobre los 800 g/día. aproximándose a lo recomendado por NRC (2001). El consumo de concentrado así como el pellet de alfalfa en ambos periodos no presentó diferencias para los grupos control y alternativo. La ECA fue similar en ambos tratamientos, indicando que los dos sustitutos lácteos aportan los nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo.

La concentración plasmática de glucosa no presentó diferencias entre los dos tratamientos y mostró valores dentro de los rangos de referencia para la especie y edad. La concentración plasmática de albúmina presentó valores por sobre los rangos de referencia, siendo mayor en las terneras con tratamiento N en ambas etapas. La concentración plasmática de urea estuvo dentro de los rangos de referencia y fue similar para ambos grupos.

Se concluye que las terneras criadas artificialmente con dos sustitutos lácteos obtuvieron una respuesta productiva favorable con concentraciones plasmáticas de indicadores del metabolismo energético y proteico dentro de los rangos indicados para la especie y edad.

Palabras claves: terneros, sustitutos lácteos, metabolitos sanguíneos.

2. SUMMARY

Comparison of productive and methabolit effects of the use of two comercial milk substitutes on calves raised artificially

A research was made in the Santa Rosa campus of the Universidad Austral de Chile, to compare the metabolic and productive response in the use of two milk substitutes for feeding calves of dairy for 75 days. We used 22 black Friesian calves which were assigned randomly to two feeding treatments of 11 animals each: Treatment Control; milk substitute Sprayfo Blue ® and alternative treatments; milk substitute N. It offered an initial focus for calves, alfalfa pellets and water freely available. It was determined dry matter consumption, body weight (PV) and food conversion efficiency (ACE) on an individual basis, in addition to the 1 st, 4 th and 11 th week, blood samples were take to determinate plasma glucose, albumin and urea. The PV was registred weekly and food consumption daily.

The nutritional values differed between the substitutes in crude protein values and shows levels of metabolizable energy under requirements identified by NRC (2001). The initial concentrate presents values of dry matter, crude protein and ether extract according to the requirements of NRC (2001), the metabolizable energy is less to recommended by the NRC (2001).

The initial PV average was 39.9 kg. For the 21-day trial both groups have a similar PV, however the calves under treatment N for 75 days showed a greater PV. The PV gain was similar for the first 21days but not at 75 days. The concentrate consumption as well alfalfa pellets didn't showed differences in both periods between groups. The ECA was similar in both treatments, indicating that the two milk substitutes provide the nutrients needed for apropiate development.

The plasma glucose and urea concentration didn't showed differences between treatments and showed values within the reference ranges for species and age. The serum albumin concentration showed values over the reference ranges, being higher in calves with N treatment in both stages.

Come to the conclusion that artificially bred calves with milk substitute N gained greater weight at the end of the trial, and both groups of animals showed plasma concentrations of indicators of energy metabolism and protein within the ranges indicated for species and age.

Key words: calves , milky substitute, blood metabolits.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 GENERALIDADES

La especie bovina es de gran importancia económica en el mundo, puesto que provee a la población humana de carne, leche y otros subproductos.

Para el productor lechero, la crianza de terneros tiene una gran relevancia no solo del punto de vista económico sino que también productivo. No se puede olvidar que este período en la vida de los bovinos es delicado, debido a la fragilidad del animal para enfrentar enfermedades, principalmente del tracto respiratorio y digestivo, así como malos manejos. La base de un buen plantel productor se forma en gran parte aquí, en los primeros meses de vida del animal.

Un aspecto de importancia en una lechería lo constituye la crianza de terneras, tanto por el costo que ello implica como por su efecto en la futura vida productiva y reproductiva. Solo los animales más vitales, y que hayan sido mantenidos bajo las mejores condiciones de manejo y alimentación balanceada, pueden presentar en una etapa posterior un rendimiento que satisfaga las expectativas del productor, de acuerdo a su potencial genético, tanto en sus aspectos productivos (leche y/o carne) como reproductivos (fertilidad).

Dentro de una explotación lechera, la crianza artificial de terneros representa un alto costo, entonces surge la alternativa del uso de sustitutos lácteos para disminuir estos gastos. Así tendrá a su vez la posibilidad de entregar más leche, que estaba destinada a la crianza de terneros y mejorar su relación de pago de leche, lo que permitirá al ser humano disponer de mayor cantidad de este alimento.

La crianza artificial de terneros tiene como objetivo aumentar la disponibilidad de leche, ya sea para el consumo humano directo o para la elaboración de productos lácteos; y conseguir un crecimiento adecuado del ternero mediante este sistema.

El presente trabajo tubo el objetivo de realizar una crianza artificial de terneros y evaluar el efecto de dos sustitutos lácteos comerciales sobre algunos parámetros productivos como por ejemplo ganancia de peso y eficiencia de conversión alimentaria.

3.2 REVISION BIBLIOGRÁFICA

3.2.1 Anatomía del aparato digestivo en el ternero prerumiante.

Los cambios anatómicos, fisiológicos y metabólicos que tienen lugar en el aparato digestivo de los terneros, están caracterizados por una transición desde un tipo de digestión monogástrica a rumiante; esta transición abarca usualmente un periodo desde el nacimiento hasta el tercer o cuarto mes de edad (Westermeyer 1979). No

obstante, el ternero desarrolla función digestiva similar al adulto entre la sexta y novena semana de edad (Church 1993). El mismo autor distingue que el desarrollo de los rumiantes jóvenes mantenidos en pastizales puede dividirse en tres fases a saber:

- 0-3 semanas de edad, fase no rumiante.
- 3-8 semanas de edad, fase de transición.
- A partir de la octava semana de edad, rumiantes funcionales.

Esta transformación experimentada por el tracto digestivo depende de la dieta. Es así como dietas exclusivamente líquidas implican un desarrollo papilar lento; retrasan el desarrollo del retículo rumen tanto en el grosor y peso de los tejidos, como en el desarrollo papilar, el cual acelera con el suministro de dietas sólidas como consecuencia de la mayor producción de ácidos grasos volátiles, aumentando el desarrollo del ternero y mejorando la capacidad de absorción (Church, 1974; Westermeier, 1979; Sotomayor, 1980).

3.2.2 Actividad Pregástrica.

La función primordial del tracto gastrointestinal de los animales consiste en realizar la digestión y absorción de los nutrientes. Desde el nacimiento el ternero posee un estómago con cuatro cavidades o de cuatro compartimientos denominados retículo, rumen, omaso y abomaso.

El retículo y rumen poseen distintas funciones, el retículo envía el alimento hacia el rumen (Church 1993) pero solo el abomaso o cuarto estómago es funcional es decir recibe la leche sin que esta sufra modificaciones en sus características nutricionales, lo que asegura una mejor utilización por parte del ternero. (Roy 1980 y Vera 1988). Tanto el rumen como el abomaso revisten especial importancia desde el punto de vista de la transición y primeros estados del ternero prerumiante.

La edad en que se produce el cambio de la digestión monogástrica a la forma rumiante depende estrechamente de la dieta. El sistema ruminal puede ser funcional tan temprano como a las 2 semanas de vida y ya lo es en la mayoría de los terneros a las 6-8 semanas cuando se les ha ofrecido alimentación sólida. Con este régimen el rumen de los terneros puede tener similares características al rumen de los adultos alrededor de los 3 meses de edad (Otterby y Linn, 1981).

Según López (1987), con un temprano inicio del suministro de raciones sólidas, no lácteas, se posibilita un adecuado desarrollo funcional y anatómico del retículo-rumen, siendo la fermentación de este tipo de raciones a nivel ruminal la que estimula el necesario desarrollo papilar de la mucosa, indispensable para la absorción de nutrientes. De igual forma, el mismo autor indica que los alimentos voluminosos y los concentrados juegan distintos roles en el desarrollo ruminal; es así como los alimentos fibrosos contribuyen en forma importante al crecimiento ruminal, a través de la elongación de tejidos musculares, mientras que los alimentos concentrados participan más activamente en el desarrollo de la mucosa.

3.2.3 Necesidades nutricionales de un ternero.

Las necesidades nutricionales de un ternero varían con la edad, el tamaño, raza e intensidad de producción (Coto 1992).

Los terneros, necesitan “fuentes dietéticas que les suministren cantidades adecuadas de proteína, grasa y carbohidratos digestibles, además de minerales y vitaminas. En la medida que el ternero crece, sus exigencias de calidad son menores, por ser capaz de utilizar satisfactoriamente numerosos alimentos” (Fehlandt 1990). Los requerimientos de los diversos nutrientes están determinados por el desarrollo corporal (peso vivo) de los terneros, por la velocidad de crecimiento deseada y por el grado de madurez de la funcionalidad ruminal alcanzada hasta ese momento. (Alomar 1979).

3.2.3.1 Proteína. Es el compuesto del tejido animal más importante. El NRC (1989) indica que las necesidades diarias de proteína para terneros prerumiantes cuyo peso es de 45 kg y con una ganancia de 300 g/día es de 120 g. Estos requerimientos son suplidos por 4 litros de leche fresca de vaca, las cuales aportan 128 g de proteína. Los requerimientos proteicos están afectados por la calidad de las proteínas usadas, por la ganancia de peso y por el peso mismo, pero lo principal, es que el suministro de proteína presente sea equivalente a un tercio del consumo total de energía (Alomar 1980).

3.2.3.2 Lípidos. Son compuestos orgánicos insolubles en agua pero solubles en solventes orgánicos. En cuanto a la digestión de los lípidos la actividad de la lipasa pregástrica en los terneros desaparece a los tres meses de edad mientras que la lipasa pancreática aumenta drásticamente su nivel entre el nacimiento y los ocho días de edad sufriendo pequeños aumentos posteriores (Dukes y Swanson 1981).

La digestión de los lípidos es eficiente en terneros; la digestibilidad de la grasa láctea es del orden de 94 - 97 %. En el caso de grasas vegetales presentan ciertos problemas, los que se previenen, con un proceso de hidrogenación (Huber 1969). Un adecuado nivel de grasa en los sustitutos lácteos, del orden del 10 - 20 % de la materia seca, reduce el riesgo de diarreas en terneros, permite un destete mas temprano, un mejor desarrollo post-destete y es esencial en los sistemas automáticos de alimentación para obtener una buena reconstitución (Roy 1980).

3.2.3.3 Carbohidratos. Los carbohidratos y los lípidos son los mayores componentes requeridos por el hombre y animales para proveerse de energía (Church 1976). En las dietas líquidas para terneros son bien digeridas la glucosa y la lactosa. Las condiciones fisiológicas del ternero en sus primeros días de edad sólo le permiten digerir carbohidratos simples de origen lácteo y no aquellos complejos de origen vegetal como el almidón, puesto que las enzimas encargadas de realizar la digestión de este último o no se encuentran presentes o su actividad es escasa (Huber 1969).

La recomendación de la NRC para terneros prerumiantes de 40 kg de peso vivo con una ganancia de 200 g es de 2,73 Mcal diaria de energía digestible, estos requerimientos son cubiertos con 4 litros de leche fresca de vaca.

3.2.3.4 Vitaminas. Las necesidades de vitaminas de los rumiantes son cubiertas frecuentemente mediante combinación de síntesis en rumen y tejidos, además del contenido de los alimentos. Tan solo las proteínas liposolubles (con excepción de la vitamina K), necesitan ser suplementadas en los rumiantes y son, por consiguiente, las únicas que pueden generar problemas de deficiencia.

3.2.3.5 Minerales. Según el NRC (2001) los minerales esenciales para terneros son calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio, hierro, azufre, yodo, manganeso, cobre, selenio, cobalto y zinc. Se ha observado que altos niveles de Ca, P y Fe producen un efecto estimulante del crecimiento. Por otro lado, altos niveles de Cu, Zn y Mg pueden causar efectos negativos (González y col 1984).

Jenkins y Hidiroglou (1990) determinaron que el ternero pre rumiante toleraba hasta 50 ppm de yodo en el sustituto lácteo, pero plantean que un límite de 10 ppm es más preferible. Por otro lado, señalan que un nivel de consumo de 200 ppm de yodo produce una disminución en la ganancia de peso, consumo de materia seca, eficiencia alimenticia y digestibilidad de la materia seca. Con consumos de 100 ppm de yodo, la digestibilidad de las proteínas se reduce y los terneros comienzan a demostrar síntomas de toxicidad por yodo.

En otro estudio, los mismos autores, determinaron las concentraciones críticas de inclusión de zinc y manganeso en sustitutos lácteos. Sus resultados indicaron que los terneros son capaces de soportar niveles de inclusión de zinc y manganeso de hasta 500 ppm sin ver afectado su desarrollo. Niveles de inclusión igual o mayores a las 1.000 ppm de estos minerales disminuyeron las ganancias de peso y las eficiencias de conversión alimenticia de los terneros. Los autores no obtuvieron evidencia que indicara que los terneros se benefician con consumos superiores a los recomendados por el NRC (2001) para estos minerales.

3.2.3.7 Agua. Este vital elemento es crucial para cualquier ente biológico como solvente de una amplia gama de elementos, como medio de transporte de desechos y nutrientes a nivel sanguíneo y en tejidos, como regulador de la temperatura corporal por su alto calor específico, su alta conductividad térmica y su alto calor de vaporización.

El contenido de agua en el animal varía con la edad, el recién nacido tiene un 75-85% y el adulto 50% de agua corporal. Fiebres o diarreas pueden generar niveles de deshidratación importantes.

Las necesidades de agua se satisfacen a partir de diferentes fuentes como:

- Agua contenida en la ración.
- Agua consumida voluntariamente.
- Agua metabólica formada a partir de oxidación de tejidos y nutrientes orgánicos.
- Agua liberada de reacciones de polimerización como condensación de aminoácidos y péptidos.

Las vías de pérdida se generan a partir de:

- Orina excretada.
- Fecas.
- Vaporización
- Sudoración o disipación desde la piel.

Palma (1995), señala que “el consumo de agua incide levemente en el consumo de concentrado, pero no incide fundamentalmente en la tasa de aumento de peso durante los primeros estadios de desarrollo de los terneros (0-60 días)”.

En relación al consumo de energía, Souterel (1988), señala que el suministro insuficiente de alimentos energéticos en los animales jóvenes produce un retraso en el crecimiento y demora el comienzo de la pubertad. El suministro de proteína debe representar un tercio del consumo total de energía (Alomar 1979). Las exigencias de energía de los terneros, al igual que la de los otros animales, pueden ser divididas en necesidades de manutención y de crecimiento. Las necesidades de manutención comprenden la energía empleada para el metabolismo basal del ternero, incluye una pérdida por orina y calor por la actividad voluntaria. El metabolismo basal de un ternero es mayor por unidad de peso o superficie corporal que el de rumiantes adultos (Roy 1980).

Roy (1961) sostiene que el consumo de alimento en kg de MS por día, depende de la forma en que se les suministre a los terneros. Distintos niveles de MS pueden afectar la digestibilidad de los nutrientes en terneros alimentados con sustitutos lácteos. Los consumos diarios de sustitutos expresados en litros pueden variar de un 8 a un 10 % del peso vivo (Hutjens, 1985). El mismo autor determinó que en la medida que se aumenta la cantidad de dieta láctea ofrecida, en relación al peso vivo, es influido negativamente el consumo de materia seca y la ganancia de peso en el periodo post-destete.

3.2.4 Sistema de crianza artificial.

Están comprendidos dentro de esta modalidad de crianza, todos aquellos sistemas que excluyen el suministro de leche directo de la glándula mamaria (Abrams, 1965), en donde el ternero recibe leche o su sustituto en balde u otro recipiente, en vez de hacerlo directamente desde su madre.

Cuando se dispone de poca leche entera o su precio es elevado es necesario utilizar el mínimo en la crianza de terneros. Para tales efectos se pueden criar en forma económicamente conveniente y con éxito, mediante la utilización de sustitutos de leche. Medina (1991) define la crianza de terneras como el período que va desde su nacimiento hasta los 6 meses de edad y señala que las principales metas de ésta son suspender la dieta láctea antes del tercer mes de edad, con un mínimo de 80 kg de peso y llegar a los 6 meses de edad con un peso de 150 a 160 kg lo que requiere una ganancia diaria de entre 550 y 600 g por ternera.

Fehlandt (1990), señala que si bien los aumentos de pesos hasta los 6 meses de edad son algo inferiores a los de aquellos terneros alimentados con leche natural, al año de edad tienden a igualarse; esto significa un ahorro de leche que permite disponer de más leche para el consumo humano.

La crianza artificial requiere mayor trabajo que la crianza natural, pero a su vez permite un mejor control sobre el ternero. Requiere construcciones adicionales, alimentación y control sanitario estricto (Abrams 1965, citado por Bórquez 1977).

Mantener programas sencillos y preestablecidos en cuanto a sanidad, alimentación y manejo, para alcanzar un óptimo, tanto económico como biológico, son las recomendaciones que ayudarían al éxito de la empresa agropecuaria. De igual forma, el éxito de la crianza artificial se logra cuando existe ausencia de mortalidad, buen ritmo de crecimiento, bajo consumo de leche entera y bajo costo en la crianza (Meyer y Lanuza, 1988).

En los sistemas de crianza pueden utilizarse diversas combinaciones de dietas líquidas o sólidas y el manejo puede ser bajo estabulación o en corrales individuales o colectivos, semiestabulación o en praderas, siendo siempre el objetivo principal buscar sistemas que permitan disminuir el consumo de leche en la crianza del ternero a través de la manipulación de las cantidades a suministrar y/o la longitud del período de alimentación líquida (López 1987).

3.2.5 Sustituto lácteo.

El objetivo de utilizar sustitutos de leche consiste simplemente en ahorrar la leche que el ternero tomaría para comercializarla (Alomar 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 de leche 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).

Los primeros sustitutos comerciales fueron elaborados en la década del 50 en base a leche descremada en polvo y grasas de origen animal y vegetal. A partir de la década del 60, el precio de la leche descremada aumentó, haciendo que los niveles de inclusión de ésta disminuyera al 60% (Latrille 1988).

Gran parte de la leche descremada que se utilizaba para la elaboración de sustitutos lácteos correspondía a partidas que habían sido sobrecalentadas durante el proceso de pasteurización o leches alteradas descartadas para la alimentación humana, lo cual producía problemas digestivos a los terneros, por lo tanto los sustitutos lácteos constituían un problema más que una solución a la crianza (Van Trierum 2003).

El uso de leches de descarte con alto recuento de células somáticas en la alimentación de los terneros puede producir grandes problemas sanitarios en el mediano plazo, como puede ser la infección con *E. coli*, o problemas digestivos producidos por la inconsistencia en la calidad de ésta. En este sentido el uso de sustitutos lácteos es una solución bastante más económica que el uso de leche de descarte, debido principalmente al ahorro en el tratamiento de enfermedades e infecciones y a la disminución de la mortalidad de los terneros (Johannsen, 1996).

Existen muchas diferencias entre los diversos sustitutos lácteos existentes en el mercado, debido principalmente a las materias primas utilizadas y las tecnologías empleadas para su procesamiento; sin embargo, es necesario destacar que la productividad animal obtenida al utilizar estos alimentos, puede ser el mejor indicador de su calidad (Shinya 1999).

3.2.6 Perfiles metabólicos.

Son un método de diagnóstico empleado en las enfermedades de la producción, mediante los cuales se determinan e interpretan, concentraciones de varios constituyentes orgánicos indicadores del balance de alguna vías metabólicas, que permiten demostrar la existencia de desordenes metabólicos o el estado nutricional de un grupo de animales y compararlos con los valores de referencia de la población (Wittwer y Böhmwald 1988).

3.2.6.1 Metabolismo energético. La glucosa ocupa el lugar central en el metabolismo energético de los animales. 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 existentes, produciéndose ácidos grasos volátiles; 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).

La glucosa se encuentra bajo severo control homeostático en la sangre, dado por distintas hormonas, por lo 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).

Si bien la glucosa no es un indicador del status nutricional, si 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).

3.2.6.2 Metabolismo proteico. 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).

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 desaminación. 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 reflejo de la habilidad del animal para sintetizar y almacenar proteína (Thomas 2000). Insuficiencias hepáticas y parásitos gastrointestinales pueden producir descensos en las concentraciones de albúmina (Topps y Thompson 1984). 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, Tifosky y col 2001). Sus concentraciones sanguíneas tienden a disminuir cuando el animal consume dietas pobres en proteína o los requerimientos son elevados. 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).

El presente ensayo consistió en la evaluación de parámetros productivos y metabólicos en terneras de lechería, alimentadas con sustitutos lácteos comerciales, uno de los cuales aun no se ha presentado al mercado nacional.

3.3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La hipótesis planteada para el presente ensayo postula que el uso de uno u otro sustituto lácteo comercial, produce diferencias productivas y metabólicas en terneras criadas artificialmente.

Para aceptar o rechazar la hipótesis se considera el siguiente objetivo general y los siguientes objetivos específicos.

Objetivo general.

Comparar el efecto de dos sustitutos lácteos comerciales en la crianza artificial de terneras de lechería, sobre la respuesta productiva y las concentraciones sanguíneas de algunos indicadores del metabolismo energético y proteico.

Objetivos específicos.

- Determinar la ganancia de peso vivo, consumo de alimentos y eficiencia de conversión alimenticia en terneras criadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales durante 75 días de ensayo.
- Determinar las concentraciones sanguíneas de urea, glucosa y albúminas, como indicadores del metabolismo energético y proteico en terneras criadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales durante 75 días de ensayo.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Ubicación y duración del ensayo.

El presente ensayo se realizó en la Estación Experimental “Santa Rosa”, a cargo del Centro Experimental de Predios Agrícolas (CEPA), propiedad de la Universidad Austral de Chile (UACH), ubicada a 12 km. al noreste del límite urbano de la ciudad de Valdivia, Décima región, Chile. La duración del ensayo fue de cinco meses, a partir de junio de 2007.



Figura 1: Ternerera del predio Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile.

4.1.2 Animales utilizados.

Se utilizaron 22 terneros hembra, de raza frisón negro, doble propósito, de partos de otoño, provenientes de vacas de los planteles de Santa Rosa y Vista Alegre. Los animales recién nacidos se trasladaron a la ternerera de Santa Rosa y al quinto día de vida comenzaron su parte experimental de campo en ternereras individuales (Figura 1).

Los animales fueron identificados individualmente con autocrotales de plástico (Figura 2). Además se incluyó una ficha individual por ternera en cada cubículo con los siguientes datos: número de ternero, peso al nacimiento, identificación de la madre, fecha de inicio del ensayo y tipo de sustituto ofrecido.



Figura 2: identificación con autocrotal de las terneras.

4.1.3 Ambiente.

Las terneras fueron criadas artificialmente en un galpón de crianza con jaulas individuales de aproximadamente 120x70 cm de largo y ancho respectivamente, con cama caliente sobre tierra (Figura 1). Estas jaulas se encontraban dentro de un galpón techado, cerrado, con luz y ventilación adecuada con temperatura de 12°C en promedio durante el período. Además estaban provistas de comederos y bebederos individuales para los alimentos sólidos (concentrado y pellet) y líquidos (sustituto lácteo y agua) (Figura 3).

4.1.4 Alimentación.

La alimentación láctea consistió en 4 litros de sustituto lácteo comercial, ofreciendo 2 litros en la mañana y 2 litros en la tarde, por 75 días de ensayo. La preparación del sustituto lácteo consistió en la dilución de 1 kg de sustituto en 8 L de agua potable, el cual fue ofrecido a una temperatura aproximada de 39°C.

Los sustitutos lácteos ofrecidos fueron:

- Sustituto lácteo comercial de Anasac S.A., Sprayfo Blue ®. (S)
- Sustituto lácteo de prueba de Anasac S.A. (N)

Se ofreció una ración base consistente en concentrado de iniciación Suralim® desde el primer día de ensayo y al día 15 se complementó con pellets de alfalfa. El agua se ofreció a libre disponibilidad desde el día 1 de ensayo. Todos los consumos fueron registrados.

En este ambiente permanecieron hasta cumplir los 75 días de ensayo, día en que se destetaron y fueron pasados a jaulas colectivas.

La composición nutricional de los alimentos suministrados durante el ensayo se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química promedio y desviación estándar de los alimentos suministrados a dos grupos de terneras alimentadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

Nutrientes	Concentrado	Pellets de alfalfa	Sustituto lácteo	Sustituto
	Suralim® n = 3	n = 3	S	lácteo N
MS %	86,5 ± 0,55	86,7 ± 0,25	93,8	94,6
CT %	7,5 ± 0,71	12,1 ± 1,99	7,2	6,3
PB %	20,6 ± 0,22	21,7 ± 1,15	19,3	23,5
EB (Kcal/g)	*	*	4,6	5,0
EE %	4,0 ± 0,68	1,6 ± 0,13	*	*
EM(Mcal/kg)	2,8 ± 0,09	2,2 ± 0,23	2,9	3,0
FDN %	24,4 ± 8,64	42,1 ± 11,78	*	*
FDA %	10,1 ± 3,57	31,3 ± 6,55	*	*
Ca %	1,2 ± 0,20	1,4 ± 0,57	0,6	0,7
P %	0,7 ± 0,06	0,3 ± 0,01	0,5	0,7

* análisis no realizados

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal, UACH (2007).



Figura 3: Baldes con suministro de concentrado y agua.

4.1.5 Equipos para pesaje y material para toma de muestras.

Para el pesaje se utilizó una romana digital y una jaula de madera transportable en la que se colocó la ternera.

Para la toma de muestra sanguínea se utilizaron jeringas de 5 ml estériles. Para la conservación y posterior realización del test de turbidez, tubos de 5 ml sin aditivo y para el análisis bioquímico tubos de 10 ml con heparina, éstos se rotularon con el número del animal correspondiente.

Se utilizaron bolsas plásticas para la toma de muestras de alimentos, en las que se incluyó aproximadamente 500 g de cada alimento utilizado en el ensayo.

4.2. MÉTODOS

4.2.1 Tratamientos.

Para este ensayo se consideró un período preexperimental de adaptación de 5 días en que las terneras consumieron sólo calostro. Posteriormente las terneras fueron asignadas según orden de fecha de nacimiento, a dos tratamientos alimenticios de 11 terneras cada uno que consistieron en lo siguiente:

- Tratamiento S: ración base más sustituto lácteo comercial de Anasac S.A., Sprayfo Blue®.
- Tratamiento N: ración base más sustituto lácteo de prueba de Anasac S.A.

4.2.2 Obtención de muestras y análisis sanguíneos.

4.2.2.1 Sangre: Entre los 5 y 10 días de edad, se recolectó de cada ternera, muestras de sangre mediante punción de la vena yugular, para realizar test de turbidez mediante el método del sulfato de zinc, con el fin de determinar el estado inmune de cada ternera y así incluir en el ensayo sólo aquellas que tuvieron 20 UT o más. Las muestras sanguíneas posteriormente fueron trasladadas hacia dependencias del laboratorio de Patología Clínica del Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile, donde se analizaron.

4.2.2.2 A los 21 y 75 días de ensayo se obtuvieron muestras de sangre para determinar las concentraciones plasmáticas de albúmina, glucosa y urea. Las muestras sanguíneas fueron tomadas nuevamente de la vena yugular y trasvasijadas a tubos con heparina; posteriormente fueron trasladadas al laboratorio de Patología Clínica del Hospital Veterinario de la Universidad Austral de Chile donde se procedió a su análisis.

Cuadro 2. Métodos y equipo utilizados para analizar las muestras de plasma para cada uno de los metabolitos medidos en este ensayo.

Metabolito	Método	Equipo
Albúmina	BCG. Método fotométrico-colorimétrico. 500 nm. Ref. 10560. Human.	Auto analizador Cobas Mira Plus, Roche.
Glucosa	Método GOD-PAP enzimático, colorimétrico, 500 nm. Ref. 10560. Human.	Auto analizador Cobas Mira Plus, Roche.
Urea	GLDH. enzimático para determinaciones cinéticas de urea. Ref. 10521. Human.	Auto analizador Cobas Mira Plus, Roche.

4.2.3 Análisis de Alimentos. Se obtuvieron muestras de alimentos, a distintos niveles de los sacos que los contenían para que las muestras fueran representativas. Una vez finalizado el ensayo se analizó, cada uno de los alimentos utilizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile (Cuadro 1). Para el concentrado y pellet de alfalfa se midió materia seca (MS), cenizas totales (CT), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), energía bruta (EB), energía metabolizable (EM), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), calcio (Ca) y fósforo (P); para los sustitutos lácteos se midió MS, CT, PB, EB, EM, Ca y P. En el cuadro 3 se detallan los análisis químicos realizados a los alimentos.

Cuadro 3. Análisis químicos realizados en muestras de concentrado, sustitutos lácteos y pellets de alfalfa.

Parámetro	Método	Referencia
Materia seca (MS) %	Horno de ventilación forzada a 60°C por 48 horas y estufa a 105° C por 12 horas	Bateman (1970) *AOAC.1996. Método 930.15
Cenizas totales (CT) % de MS	Calcinación en mufla a 550-600° C por 5 horas	Bateman (1970) *AOAC.1996. Método 942.05
Proteína bruta (PC) % de MS	Micro Kjeldhal (nitrógeno x 6,25)	Bateman (1970)
Fibra detergente ácida (FDA) % de MS	Digestión con detergente ácido	*AOAC.1996. Método 973.18
Fibra detergente Neutra (FDN) % de MS	Digestión con detergente neutro	Van Soest y col. (1991)
Energía bruta (EB) Kcal/g de MS	Colorímetro de bomba de oxígeno	Bateman (1970) Parr Instrument Company Manual n° 142
Energía metabolizable (EM) Mcal/kg de MS	Regresión a partir del valor "D" ($EM = 0,279 + 0,0325 \times D\%$)	Garrido y Mann (1981)
Extracto etéreo (EE) % de MS	Análisis proximal	Bateman (1970)
Calcio (Ca) % de MS	Digestión vía húmeda con ácidos nítricos-perclóricos, espectrofotómetro de absorción atómica	*AOAC.1996. Método 975.03
Fósforo (P) % de MS	Método vanadio molíbdico (colorimétrico)	*AOAC.1980. Método 22

* Association of Official Analytical Chemists.

4.2.4 Control de productividad animal.

Para evaluar los tratamientos se efectuaron las siguientes mediciones:

4.2.4.1 Controles de peso vivo. Se efectuaron controles individuales de peso vivo al nacimiento, al inicio del ensayo, al finalizarlo y una vez por semana durante todo el ensayo (Figura 4), los pesajes se hicieron siempre a las 14:30 hrs.

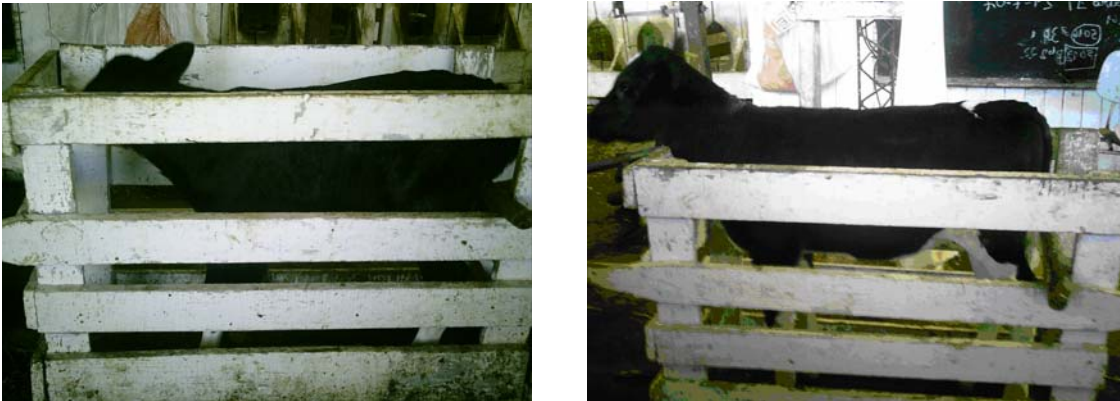


Figura 4: Ternera al inicio y al finalizar el ensayo

4.2.4.2 Medición del consumo de alimento. Se estableció un sistema de pesaje de alimento (concentrado y pellet) que permitió calcular la diferencia entre lo suministrado y lo rechazado, por cada animal. El procedimiento se realizó en forma diaria, para lo cual se utilizó una balanza de reloj y una digital (Figura 5).



Figura 5: balanza de reloj utilizada.

Análisis estadístico.

El análisis de los datos y presentación de los resultados se realizó mediante estadística descriptiva, basada en estadígrafos de posición y dispersión y test de normalidad (shapiro wilks), utilizando análisis de varianza (ANDEVA), cuyas pruebas de hipótesis presentaron un nivel de significación del 5 %. Los datos de estas variables fueron analizados utilizando el programa computacional Statistics Analysis System (SAS).

5. RESULTADOS

5.1 VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS EMPLEADOS

El valor nutritivo de los alimentos empleados en el presente ensayo se obtuvo del análisis realizado en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile. Los resultados se presentan en el cuadro 1 y están expresados en base a 100% de materia seca (según corresponda).

5.2 CONSUMO DE ALIMENTOS

La ingesta de alimento concentrado, así como el pellet de alfalfa fueron registrados en forma diaria e individual y se expresa en base Materia seca para cada uno de los grupos de terneras criadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

El consumo promedio diario de concentrado durante el período comprendido desde el inicio del ensayo hasta los 21 días (Cuadro 4) fue de 213 gramos para ambos grupos de terneras, y para el segundo periodo correspondió a 987 gramos ($P>0,05$). En relación al consumo promedio día de pellet de alfalfa, para ambos grupos fue de 210 gramos ($P>0,05$). Finalmente, el consumo total de materia seca promedio día para el primer periodo de ensayo fue de 754 gramos, llegando a consumir 1731 gramos de alimento promedio día al finalizarlo ($P>0,05$).

Cuadro 4. Promedio (x) y error estándar (DS) de consumo de concentrado, pellet de alfalfa y consumo total de alimento (g de MS/día) en terneras de lechería alimentadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

Alimento	Tratamiento		EE	P
	S (g/día)	N (g/día)		
Concentrado				
0 - 21 días	205	221	24,06	0,887
22 - 75 días	948	1025	64,45	0,138
Pellets alfalfa				
22 - 75 días	197	222	12,23	0,095
Consumo total de MS				
0 - 21 días	742	765	25,6	0,886
22 - 75 días	1665	1797	65,78	0,055

EE=Error estándar de la media.

P=Valor P.

5.3 PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO

El peso vivo se obtuvo de cada una de las terneras del ensayo en forma semanal y se procedió a calcular la ganancia de peso promedio para cada período de ensayo, resultados que se expresan en los cuadros 5 y 6. Ambos grupos de terneras presentaron un peso vivo promedio inicial de 39,9 kg. A los 21 días las terneras alcanzaron en promedio 45,6 kg de peso vivo ($P>0,05$). Se observa un mayor peso vivo a los 75 días en el grupo de terneras sometidas al tratamiento alimenticio con sustituto lácteo N alcanzando en promedio 94 kg de peso vivo, a diferencia de las terneras del grupo S que alcanzó solo a los 87,9 kg ($P<0,05$).

Cuadro 5. Pesos vivos promedio (kg) y error estándar de terneras de lechería alimentadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

Periodos	Tratamientos		EE	P
	S	N		
Inicial	38,1	41,7	1,45	0,099
21 días	43,5	47,8	1,61	0,076
75 días	87,9	94,0	1,93	0,000

EE=Error estándar de la media.

P=Valor P.

La ganancia de peso vivo (Cuadro 6) fue similar para ambos grupos de tratamientos, con ganancias de 0,273 kg/día a la tercera semana de ensayo ($P>0,05$); sin embargo desde el día 21 al 75 de ensayo la ganancia de peso vivo correspondió a 0,757 kg/día para el grupo S y 0,847 kg/día para el grupo con sustituto lácteo N ($P<0,05$).

Cuadro 6. Ganancias de peso vivo promedio (kg/día) y error estándar de terneras de lechería alimentadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

Periodos	Tratamiento		EE	P
	S	N		
0-21 días (kg/día)	0,239	0,307	0,05	0,489
21 a 75 días (kg/día)	0,757	0,847	0,03	0,016

EE=Error estándar de la media.

P=Valor P.

5.4 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La eficiencia de conversión alimenticia se calculó a partir del consumo de materia seca y del peso vivo de cada ternera participante del ensayo.

La eficiencia de conversión alimenticia (Cuadro 7) fue similar para los dos tratamientos con un valor promedio de 3 kg para los primeros 21 días de ensayo y de 2,2 kg para los restantes días de estudio ($P>0,05$).

Cuadro 7. Eficiencia de conversión alimenticia promedio y error estándar en terneras de lechería alimentadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

Periodo	Tratamiento		EE	P
	S	N		
0-21 días	3,13	2,90	0,51	0,688
22-75 días	2,23	2,17	0,08	0,319
0 -75 días	2,38	2.12	0,10	0,274

EE= Error estándar de la media.

P=Valor P.

5.5 ANÁLISIS SANGUÍNEOS.

5.5.1. Test de turbidez

Las 22 terneras presentaron valores superiores a 20 UT previo a su incorporación al ensayo. En el Cuadro 8 se expresan los resultados del test de turbidez obtenidos de las terneras participantes, encontrándose éstos dentro de los rangos establecidos como aceptables para la especie y edad.

Cuadro 8. Resultado promedio y desviación estándar de test de turbidez de terneras de lechería antes de los diez días de vida previo a su incorporación al ensayo.

Tratamiento	UT
S (n=11)	29 ± 4
N (n=11)	31 ± 4

5.5.2 Análisis bioquímico

5.5.2.1 Perfil energético.

5.5.2.1.1 Glucosa. Las concentraciones plasmáticas de glucosa a la tercera semana de ensayo fueron similares ($P>0,05$) para los tratamientos S y N, con un valor promedio de 5,57 mmol/L (Cuadro 9). Al finalizar el ensayo, la concentración plasmática de glucosa no presentó diferencias ($P<0,05$) presentando un valor promedio de 6,77 mmol/L (Cuadro 10).

5.5.2.2 Perfil proteico.

5.5.2.2.1 Urea. El promedio de la concentración plasmática de urea a los 21 días de ensayo fue de 3,20 mmol/L para ambos grupos de terneras ($P>0,05$). A los 75 días de ensayo, el promedio de la concentración plasmática de urea fue de 3,12 mmol/L ($P>0,05$).

5.5.2.2.2 Albúmina. La concentración plasmática de albúmina a la tercera semana de ensayo para las terneras del tratamiento S fue 6 % inferior a las terneras con tratamiento N ($P<0,05$). Situación similar ocurrió a los 75 días de ensayo, en que las terneras del tratamiento N presentaron una concentración plasmática de albúmina 7,5 % mayor que las terneras del tratamiento S ($P<0,05$) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Concentraciones sanguíneas promedio de urea, glucosa y albúminas a los 21 días de tratamiento en terneras de lechería alimentadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

Metabolito	Perfiles metabólicos		EE	P
	S	N		
Urea (mmol/l)	2,93	3,46	0,18	0,053
Glucosa (mmol/l)	5,65	5,50	0,25	0,694
Albúminas (g/l)	32,27	34,36	0,55	0,014

EE=Error estándar de la media.

P=Valor P.

Cuadro 10. Concentraciones sanguíneas de urea, glucosa y albúminas a los 75 días de tratamiento en terneras de lechería alimentadas con dos sustitutos lácteos comerciales.

Metabolito	Perfiles metabólicos		EE	P
	S	N		
Urea (mmol/l)	2,84	3,39	0,22	0,097
Glucosa (mmol/l)	7,09	6,45	0,4	0,282
Albúminas (g/l)	34,18	36,91	0,52	0,001

EE= Error estándar de la media.

P=Valor P.

De los cuadros 9 y 10 se desprende que solo hubo diferencias ($P < 0,05$) en las concentraciones plasmáticas de albúmina a los 21 y 75 días de ensayo.

6. DISCUSIÓN

6.1. ANÁLISIS DE ALIMENTOS

De los valores nutricionales de los sustitutos lácteos empleados en el ensayo es posible observar que el sustituto lácteo N presenta valores de proteína bruta (PB) mayor que el sustituto lácteo S, pero ambos cumplen con lo recomendado por la NRC (2001) de poseer concentraciones sobre el 18 %.

Ambos sustitutos lácteos presentan concentraciones de energía metabolizable (EM) menores a los requerimientos señalados por NRC (2001) de 3,28 Mcal/kg de materia seca, siendo ambos valores muy similares y concuerdan con valores reportados por Schulz (2000) y Borkert (2005).

La composición nutricional del concentrado de iniciación presenta valores de materia seca, proteína bruta y extracto etéreo de acuerdo a lo sugerido por NRC (2001), si bien la energía metabolizable es sobre 2,5 Mcal/kg, es inferior a valores de concentrados recomendados por NRC (2001); pero similar al valor presentado por Borkert (2005) e inferior al valor presentado por Shinya (1999) en sus respectivos ensayos.

El análisis del pellets de alfalfa presentó valores similares a los reportados por Coverdale y col (2004) y Borkert (2005).

De los análisis de ambos sustitutos lácteos se desprende que los parámetros analizados se encuentran dentro de lo recomendado por NRC (2001) y Garzón (2007) exceptuando una menor concentración de EM.

6.2. CONSUMO DE ALIMENTO, PESO VIVO, GANANCIA DE PESO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el Cuadro 4 se detalla el consumo de concentrado, pellet de alfalfa y consumo total de MS; Su consumo durante ambos periodos no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los grupos N y tratamiento S, no obstante al finalizar el ensayo la tendencia de las terneras bajo tratamiento S fue hacia un mayor consumo de MS. Sus consumos fueron superiores a los reportados por Shinya (1999) e inferiores a los obtenidos por Borkert (2005).

Al inicio del ensayo las terneras de ambos tratamientos presentaron un peso vivo inicial promedio de 39,9 kg (Cuadro 5) siendo éste, similar a los registros de peso presentes en el predio (Moreno 1992, Gaete 1993, Opazo 1993, Toledo 1994, UACH 1995, Aroca 1996, Shinya 1999 y Borkert 2005).

A los 21 días de ensayo, ambos tratamientos presentaron un peso vivo similar, lo que indicaría y se correspondería con la similitud en la composición y consumo de alimento (sustituto y concentrado, Cuadro 4) empleados en el ensayo que es la principal fuente de alimento en este período. Sin embargo a los 75 días de ensayo se manifestó un peso vivo mayor en el grupo de terneras alimentadas con sustituto lácteo N, lo que estaría influenciado por el mayor aporte de proteína bruta de este sustituto, lo que resulta muy importante debido a que la proteína es uno de los nutrientes más relevantes en la composición de un sustituto lácteo (Quigley, 1998), asociado a la buena composición nutricional de los demás alimentos ofrecidos y por la tendencia a un mayor consumo total de materia seca que experimentó este grupo de terneras (Cuadro 4).

La ganancia de peso vivo fue similar en ambos grupos de tratamientos, sin embargo fueron menores a los reportados por Shinya (1999) y Borkert (2005) para los primeros 21 días de ensayo. Durante el segundo periodo de ensayo, la ganancia de peso de las terneras sometidas al tratamiento N presentó valores sobre los 800 g/día similar valor al obtenido por Shulz (2000) e inferior a los reportados por Shinya (1999). Las ganancias de peso diarias para las terneras sometidas al tratamiento N se aproximan a los valores recomendados por NRC (2001) y son superiores a las descritas por Eichholz (1975), que considera como normales ganancias del orden de 500 – 600 g/día. Las terneras del tratamiento S solo alcanzaron ganancias de 757 g/día (Cuadro 6)

Las ganancias de peso se explican por el consumo de materia seca durante los primeros 21 días, el que provino principalmente del sustituto lácteo y en pequeña cantidad del concentrado. Durante la segunda etapa de ensayo el consumo de concentrado fue mayor y cobró importancia en las ganancias de peso vivo de las terneras.

La eficiencia de conversión alimenticia (Cuadro 7), fue similar para los dos tratamientos, durante todo el período ($P > 0,05$), lo que indicaría que los dos sustitutos lácteos utilizados aportan los nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo. Al comparar los resultados obtenidos con trabajos anteriormente realizados en el mismo predio se encontró que sus valores concuerdan con los reportados por Shulz (2000), y superiores a los obtenidos por Shinya (1999) y Borkert (2005).

6.3. ANÁLISIS SANGUÍNEOS

6.3.1 Test de turbidez

Los valores de UT de todos los animales fueron superiores a 20 U (Anexo 1), lo que indica que el consumo de calostro por parte de las terneras logró una adecuada inmunidad en ellas. No hubo diferencias ($P > 0,05$) en los resultados del test de turbidez realizados a los grupos S y N al inicio del ensayo. El calostro es el primer y quizá el más importante de los alimentos que consumen los terneros. Tiene tres funciones básicas, ayuda al ternero a combatir posibles infecciones, debido a su alto valor energético aporta suficiente energía para combatir las posibles hipotermias y gracias a su elevado contenido en sales de magnesio posee acción laxante que ayuda al ternero a expulsar el meconio y facilitar el inicio del tránsito intestinal (Bacha 1999).

6.3.2. Perfil Energético

6.3.2.1. Glucosa. La concentración plasmática de glucosa no presentó diferencias ($P>0,05$) entre los dos tratamientos (Cuadros 9 y 10) y mostró valores superiores a los rangos de referencia para la especie y edad* (Anexo 1) Sin embargo según diversos autores indicaría un aporte energético adecuado de ambos sustitutos lácteos (Monke y col 1998, Knowles y col 2000, Hammon y col 2002, Blome y col 2003).

6.3.3. Perfil Proteico

6.3.3.1. Urea. Los valores de la concentración plasmática de urea estuvieron dentro de los rangos de referencia para la especie y edad* (Anexo 1). Una gran cantidad de amoníaco, dióxido de carbono y metano es producido por la fermentación de alimentos proteicos debido a la actividad microbiana en el rumen de los rumiantes adultos. El amoníaco se absorbe a través de la pared ruminal hacia el torrente sanguíneo y sintetizado en urea en el hígado. La urea es reciclada al rumen vía saliva y absorbida a través de la pared ruminal (Bondi 1989). Este metabolito es una importante fuente de nitrógeno para la síntesis de proteínas microbianas, y a su vez, los microorganismos proporcionan un suministro de aminoácidos para el animal después de la digestión y absorción en el intestino delgado, por lo tanto, se considera que el reciclaje de la urea aumenta con el desarrollo del rumen (Hayashi y col 2006).

La concentración plasmática de urea fue similar para ambos grupos de terneras en los dos períodos de muestreo ($P>0,05$).

La concentración plasmática de urea durante el primer mes 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 amoníaco ruminal es muy baja lo que resulta en una menor formación de urea por parte del hígado (Abdelgadir y col 1996).

6.3.3.2. Albúmina. La concentración plasmática de albúmina presentó valores concordantes a los rangos de referencia para la especie y edad* (Anexo 1). Al parecer las concentraciones plasmáticas de albúmina 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 las terneras bajo tratamiento S en relación a las terneras bajo tratamiento N ($P<0,05$; Cuadros 9 y 10) durante ambas etapas del ensayo, lo que estaría explicado por el mayor aporte de proteína del sustituto lácteo N y la tendencia hacia un mayor consumo de alimento de las terneras bajo este tratamiento.

La concentración plasmática de albúmina, durante el ensayo, presentó un aumento ($P<0,05$; Cuadro 9). 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).

* Datos no publicados. Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria. Universidad Austral de Chile

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).

6.4 CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones en que se realizó el presente ensayo, se concluye lo siguiente:

- El empleo de dos sustitutos lácteos en la crianza artificial de terneros permite lograr similares respuestas productivas a los 21 días pero no a los 75 días.
- El consumo de alimento y la eficiencia de conversión alimenticia, fue similar entre tratamientos y el uso de ambos sustitutos lácteos permitió un adecuado desarrollo de las terneras.
- El uso del sustituto lácteo de prueba de Anasac S.A. (N), mostró una mayor ganancia de peso vivo al finalizar el ensayo.
- Las terneras alimentadas con dos distintos sustitutos lácteos mantuvieron las concentraciones de sus metabolitos sanguíneos dentro de los rangos señalados como fisiológicos para su especie y edad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Abrams J. 1965. Nutrición animal y dietética veterinaria. Zaragoza. Acribia. 988p.
- Alomar, D.1979. Crianza de terneros y reemplazos. In: Curso FAO-INDAP, producción de leche. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Pp 1-119.
- Alomar, D.1980. Crianza de terneros y reemplazos. In: Curso FAO-INDAP, producción de leche. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Pp 251-263.
- AOAC International. 1980. *Official methods of analysis of AOAC International*. 13Th edition. Washington DC, USA.
- AOAC International. 1996. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16Th edition. Gaithersburg, MD, USA.
- 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.
- Bacha F. 1999. Nutrición del ternero neonato. XV Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal, Madrid, España.
- Bateman J. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. Herrero (ed). *Centro regional de Ayuda Técnica*, México
- Beitz DC. 1993. Carbohydrate metabolism. In: Swenson MJ, Reece W (eds) *Dukes` Physiology of Domestic Animals*. Pp 437-452. 7th ed. Cornell University Press. Ithaca, USA.
- Blomme 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.

- Borkert J. 2005. Respuesta productiva y metabólica de terneros alimentados con tres sustitutos lácteos comerciales. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Bórquez, H 1977. Uso de Denkavit, Vitalac y Vitabase en Crianza de Terneros. *Tesis Lic. Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Cartes, M 1977. Antecedentes preliminares en torno a la formulación de sustitutos de leche: consideraciones fisiológicas. *Tesis Ing. Agr.*, Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción.
- Ceballos A, Villa N, Andaur M, Gómez P, Vélez 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 th Congress of the International Society oh Animal Clinical Biochemistry* , Gainesville, Florida, USA, pp 105-107.
- Coppo J. 2001. Evolution of fructosaminemia and glucaemia during the growth of unweaned and early weaned half-bud zebu calves. *Vet Res Commun* 25, 449-459.
- Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Acribia, Zaragoza, España. V: 3. 543p.
- Church, D.C. 1976. Digestive physiology and nutrition of the ruminant. 2ªed. Corvallis, Published and Distributed by O and Books. V: 2. 482p.
- Church, D.C. 1993. El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Acribia, Zaragoza, España. 641p.
- Church, D.C. 2002. Fundamentos en nutrición y alimentación de animales. 2ªed. Noriega, Guadalajara, México.
- Coto, S. 1992. Utilización de concentrados proteicos de papa y de lupino en formulación de sustitutos lácteos. *Tesis Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Coverdale J, H Tyler, J Quigley, III, J Brumm. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *J Dairy Sci* 87, 2554–2562.
- Donkin SS, Armentano L. 1995. Insulin and glucagon regulation of gluconeogenesis in preruminating and ruminating bovine. *J Anim Sci* 73, 546-551.
- Dukes, HH y Swanson, MJ 1981. Fisiología de los animales domésticos. Funciones vegetativas. México. Aguilar. Tomo 1. 1054p.
- Eichholz J 1975. Consideraciones respecto al uso de sistema de crianza artificial para terneros de lechería en el sur de Chile. *Agro Sur (Chile)* 3: 67-70.

- Elgueta, G. 1993. Evaluación de un concentrado proteico de maíz como fuente de proteína en la elaboración de sustitutos lácteos. *Tesis Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias., Universidad Austral de Chile.
- Etgen WM, Reaves PM. 1985. Ganado lechero, alimentación y administración. 1ªed. Limusa México.
- Fehlandt, P. 1990. Utilización de lupino dulce en sustitutos lácteos y de coseta de remolacha en concentrados de iniciación para terneros. *Tesis Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Funaba M, Kagiya 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.
- Garrido O, E Mann. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. *Tesis de Licenciatura*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Garzón B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria* 8, 1695-7504.
- Hammon AJ, 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.
- Hayashi H, M Kawai, I Nonaka, F Terada, K Katoh, Y Obara. 2006. Developmental changes in the kinetics of glucose and urea in holstein calves. *J Dairy Sci* 89, 1654-1661.
- Hostettler-Allen RL, Tappy L, Blumm J. 1994. Insulin resistance, hyperglycemia, and glucosuria in intensively milk-fed calves. *J Anim Sci* 72, 160-173.
- Huber, JT. 1969. Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. *J Dairy Sci.* 52(8): 1303-1315.
- Hutjens, M. 1985. Nutritional management of calves. *Modern Veterinary Practice.* 66(7): 451-454.
- Johannsen L. 1996. Especial crianza de terneros. Los sustitutos de leche: ¿Una bendición o una maldición? *Lechero Latino.* Estados Unidos.

- Kaneko J, Harvey J, Bruss M. 1997. *Clinical Biochemistry of domestic animals*. 5 th ed. Academic Press, San Diego, USA.
- Knowles TG, Edwards J, Bazeley K, Brown S, Butterworth A, Warris P. 2000. Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Vet Rec* 147, 593-598.
- Krahmer, C. 1995. Efecto del suministro automático de sustitutos lácteos y de la edad al destete en la crianza artificial de terneros Holstein. *Tesis Ing. Agr.* Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Lanuza F. 2006. Crianza de terneros y reemplazos de lechería En: Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Centro de Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile, Pp 109-128.
- Latrille L. 1988. Avances en alimentación y cría de terneros de lechería. Avances en nutrición animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- López, A. 1987. Aspectos nutricionales y alimentarios del ternero de lechería. Avances en la investigación nacional en los últimos 10 años (1976-1986). Monografías de Medicina Veterinaria. 9 (1): 5-17.
- 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.
- Medina, F. 1991. Producción de leche-crianza de vaquillas. Circular de extensión. Universidad de Chile. N° 14. Pp 39-45.
- Monke DR, Kociba G, Dejarnette M, Anderson D, Ayars W. 1998. Referente values for selected hematologi 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 cruzas Holstein Friesian-Frisón Negro. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- National Research Council (NRC) 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* 6 th ed.. National Academy Press, Washington, D.C.
- National Research Council (NRC) 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7 th ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Nussbaum A, Schiessler G, Hammon H, Blue 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.

- 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.
- Otterby D, Linn J. 1981. Advances in nutrition and management of calves and heifers. *J Dairy Sci.* 64 (6): 1365-1377.
- Palma, M. 1995. Evaluación de la ingesta de agua en terneros de crianza artificial y su incidencia en el consumo y tasa de aumentos de peso. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- 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 J. 1998. Calf Notes. Development of the rumen epithelium.
- Quigley J, 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.
- Radostits O.M. y Bell JM. 1970. Nutrition of the pre-ruminant dairy calf with special referente to the digestión and absorption of nutrients: a review, *Canadian J anim Sci.* 50: 405-452.
- Ralston AT. 1974. Nutrición de las crías de los rumiantes. En: Church DC (ed). *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*. Acribia, Zaragoza, España.
- Rowlands G.J. 1980. Metabolites in the blood of Beef and Dairy Cattle. *Wid. Rev. Nutr. Diet.* 35: 172- 235.
- Roy, JHB. 1961. Explotación práctica de terneros. Traducido del inglés por Andrés Marco Barrado. Acribia. Zaragoza, España.
- Roy, J.HB. 1980. The calf. 4 th 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.
- Schulz C. 2000. Evaluación de tres concentrados de iniciación durante el período de crianza artificial de terneros. *Tesis de grado*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.

- 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.
- Sotomayor, F. 1980. Utilización de suero de queso seco y grasa de cerdo en crianza de terneros. *Tesis Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Souterel, P. 1988. Calostro ácido y distintas raciones de sustituto lácteo en crianza de terneros de diferentes predios. *Tesis Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Thomas J. 2000. Overview of plasma proteins. In: Feldman BF, Zinkl J, Jain N (eds). *Sholm's veterinary Hematology.* Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA. 5 th ed Pp 891-898.
- Tikofsky J, Van Hamburg 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 J, Thompson J. 1984. Blood characteristics and the nutrition of ruminants. Her majestys Statianery office, London, England.
- UACH-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-Friesian calves. *Am J Vet Res* 34, 273-277.
- Van Soest PJ, JB Robertson, BA Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74, 3583-3597.
- Van Trierum G. 2003. The use of a calf rearing protocol for better health. *International Dairy Topics*. 1 (7): 20-21.
- Vera, A. 1988. Evaluación de dos sustitutos lácteos de origen importado en crianza artificial de terneros. *Tesis Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Westermeier, C. 1979. Utilización de suero de queso concentrado y acidificado en la crianza de terneros. *Tesis Ing. Agr.*, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.

Witwer 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. Valores bioquímicos de glucosa, albúmina y urea de terneros desde la primera hasta la duodécima semana de edad.

Parámetro	Mínimo	Máximo
Glucosa (mmol/L)	2,5	4,1
Albúmina (g/L)	29	41
Urea (mmol/L)	2,6	7

Datos no publicados

Fuente: Laboratorio Clínico, Hospital Veterinario, Universidad Austral de Chile

ANEXO 2. Consumo promedio diario en gramos de concentrado de iniciación y pellet de alfalfa según tratamiento y período de ensayo, en terneras de lechería alimentadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales.

semana	Trat. S		Trat. N	
	concentrado	pellet	concentrado	pellet
1	86	0	121	0
2	225	0	251	0
3	400	53	397	49
4	508	102	527	113
5	585	146	701	174
6	745	185	974	228
7	963	216	1188	281
8	1175	216	1385	271
9	1408	287	1635	321
10	1593	329	1794	303
11	1530	300	1542	291

ANEXO 3. Concentración plasmática promedio de Glucosa, Urea y Albúmina a los 21 días de ensayo en terneras criadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales para los tratamientos control y Alternativo.

	glucosa mmol/L	urea mmol/L	albúminas g/L
Tratamiento S	5,65	2,93	32,27
Tratamiento N	5,50	3,46	34,36

ANEXO 4. Concentración plasmática promedio de Glucosa, Urea y Albúminas a los 75 días de ensayo, en terneras criadas artificialmente con dos sustitutos lácteos comerciales para los tratamientos control y alternativo.

	glucosa mmol/L	urea mmol/L	albúminas g/L
Tratamiento S	7,09	2,84	34,18
Tratamiento N	6,46	3,39	36,91

9. AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial a mi profesor patrocinante Dr. Rubén Pulido F, por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al Dr. Edgardo Duvauchelle M. por el aporte económico para el desarrollo del presente ensayo.

Al Dr. Juan Pablo Smulders R, por su colaboración en el análisis estadístico realizado.

A La Srta. Silvana Follert M.V. por su colaboración en la parte experimental de campo, como a su vez Don Erico Benavides, encargado del predio Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile, la Sra. Cecilia Aedo y el Sr. Máximo Olivera por la colaboración directa en el cuidado y aplicación de los tratamientos hacia las terneras participantes en el estudio.