

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE MANANO
OLIGOSACÁRIDOS EN EL SUSTITUTO LÁCTEO,
SOBRE EL CRECIMIENTO Y ESTADO SANITARIO DE
TERNEROS HOLSTEIN NEOZELANDÉS CRIADOS EN
PASTOREO**

EVELYN CRISTINA CURQUÉN MOUAT

SANTIAGO-CHILE

2007

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE MANANO OLIGOSACÁRIDOS EN
EL SUSTITUTO LÁCTEO, SOBRE EL CRECIMIENTO Y ESTADO
SANITARIO DE TERNEROS HOLSTEIN NEOZELANDÉS CRIADOS
EN PASTOREO**

**EFFECTS OF THE ADDITION OF MANNAN OLIGOSACCHARIDES
IN MILK REPLACER, ON GROWTH AND SANITARY STATE OF
CALVES HOLSTEIN NEOZELANDES REARED IN PASTURE**

EVELYN CRISTINA CURIQÉN MOUAT

SANTIAGO - CHILE

2007

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE MANANO OLIGOSACÁRIDOS EN
EL SUSTITUTO LÁCTEO, SOBRE EL CRECIMIENTO Y ESTADO
SANITARIO DE TERNEROS HOLSTEIN NEOZELANDÉS CRIADOS
EN PASTOREO**

Memoria para optar al título profesional
de Ingeniero Agrónomo con Mención
en Producción Animal

EVELYN CRISTINA CURIQÉN MOUAT

	Calificaciones
PROFESOR GUÍA Sr. Humberto González V. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	7.0
PROFESORES EVALUADORES Sr. Héctor Manterola B. Ingeniero Agrónomo, Ms. Sc.	7.0
Sr. Herman Silva R. Biólogo, M. Sc. y Dr.	6.7

SANTIAGO - CHILE

2007

*A Dios
A Cristina, Jaime
y Marcela*

AGRADECIMIENTOS

Debo primero que todo agradecer a mis padres, por enseñarme que la vida tiene obstáculos los cuales con sabiduría son posibles de superar y lograr las metas que nos proponemos.

Gracias a toda mi familia, amigos y compañeros, por apoyarme en los momentos tanto de alegría como de tristeza.

A Don Humberto González, por los conocimientos entregados, la paciencia y su hospitalidad durante el desarrollo del presente ensayo.

A Doña Claudia Mella, por abrirme las puertas de su hogar, por su compañía y apoyo en durante mi estadía en Oromo.

A Don Héctor Manterola y Alberto Mansilla por su cooperación y disponibilidad.

A todos los trabajadores de la Estación Experimental Oromo, por su disposición a ayudarme en todo lo que fuese necesario, en especial a Don Adán Marin y su familia por su compañía.

A Don Benito por colaborar en el desarrollo técnico del ensayo y su disposición a trabajar junto a mí y ser mi reemplazo durante mis viajes a Santiago.

A Francisco Inostroza, Rene Urzua y Jaime Lüttecke, por facilitar todo el material intelectual que fuese necesario para el desarrollo de este ensayo.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUCCIÓN	5
3.1. El uso de antibióticos	5
3.2. Alternativas al uso de antibióticos	6
4. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1. Lugar del estudio	10
4.2. Animales empleados en el ensayo	10
4.3. Descripción general del sistema de crianza artificial de terneros	11
4.4. Descripción de los alimentos empleados	12
4.4.1. Características de la Leche entera	12
4.4.2. Características del Sustituto lácteo	13
4.4.3. Concentrado inicial	14
4.4.4. Características de la pradera	15
4.5. Descripción de los Tratamientos	16
4.6. Variables evaluadas	16
4.6.1. Variables de Crecimiento	17
4.6.2. Diseño Experimental y Análisis Estadístico	17
4.6.3. Evaluación del estado sanitario de los terneros	18
5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1. Variables de Crecimiento	20
5.1.1. Efecto del tipo de alimento	20
5.1.2. Efecto del sexo del animal	33
5.1.3. Efecto del Mes de Nacimiento	36
5.2. Incidencia de enfermedades	41

6. CONCLUSIONES	47
7. BIBLIOGRAFÍA	48
8. ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Composición química y contenido energético de la leche fresca.	13
Cuadro 2	Composición analítica y contenido de energía metabolizable del sustituto lácteo según sus fabricantes, expresada en base a 100% de materia seca.	13
Cuadro 3	Composición química de concentrado inicial según sus fabricantes (% base a materia seca).	15
Cuadro 4	Análisis químico de la pradera consumida por los terneros, en base a 100 % de materia seca.	16
Cuadro 5	Parámetros de crecimiento en terneros según el tipo de dieta láctea y valores de probabilidad (P), para los contrastes ortogonales en aquellas características que alcanzaron significancia estadística.	21
Cuadro 6	Requerimientos de Energía Metabolizable en terneros, y consumos estimados para cubrirlos según NRC, 2001.	28
Cuadro 7	Parámetros de crecimiento de terneros según el sexo del individuo.	34
Cuadro 8	Parámetros de crecimiento de terneros según el mes de nacimiento.	37
Cuadro 9	Parámetros “a” y “b”, para los diferentes tipos de alimentos, de la ecuación logística que describe probabilidad de animal enfermo en un día determinado	42
Cuadro 10	Probabilidad acumulada de animales con cuadros de diarrea, según el tipo de alimento lácteo.	44
Cuadro 11	Conteo de Coliformes fecales y totales, por 100 ml de agua destilada estéril.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Peso vivo promedio de terneros según el tipo de alimento líquido (n= 10) suministrado durante el período de crianza artificial.	22
Figura 2	Peso vivo promedio de terneros según sexo (13 hembras; 17 machos).	35
Figura 3	Curva de crecimiento en terneros, según el mes de nacimiento.	39
Figura 4	Probabilidad de terneros sanos por día de edad.	43
Figura 5	Probabilidad de que los terneros presenten diarrea al menos una vez durante el periodo de crianza.	45

1. RESUMEN

El uso de manano oligosacáridos (MOS), ha generado resultados favorables sobre el crecimiento y estado sanitario en diferentes especies animales, hecho atribuible a un efecto sobre el sistema inmunológico, así como a un rol nutricional. Con el propósito de evaluar la respuesta animal, en crecimiento y salud, durante el período de crianza, en la Estación Experimental Oromo, X Región, se estudió el efecto de adicionar MOS a un sustituto lácteo, aportado a terneros criados en un sistema de pastoreo.

Se utilizaron 30 terneros de la raza Holstein Neozelandés, nacidos en otoño, los cuales fueron asignados aleatoriamente, de acuerdo a fecha de nacimiento y sexo, a uno de 3 tratamientos: leche entera fresca (LE), sustituto lácteo comercial (SS) y una fórmula experimental (SC), a la que se adicionó MOS. A partir del séptimo día de vida, y hasta los 90 días de vida, los terneros comenzaron a consumir el alimento definitivo (4 L/ternero/d). Además, se aportaron 200 g/animal/d de concentrado de iniciación y suplemento mineral *ad libitum*, como complementos al forraje proporcionado por una pradera permanente.

Los pesos de nacimiento variaron entre 38,3 y 39,7 kg; observándose incrementos durante la primera semana de vida, en los 3 grupos. Las tasas de aumento de peso entre el nacimiento y los 90 días para animales alimentados con LE, SC y SS, alcanzaron valores de 658,0; 612,7 y 595,1 g/d ($P > 0,05$), respectivamente. Al fraccionar este período, sin embargo, durante los primeros 35 días de crianza, los animales con LE aumentaron a razón de 431,0 g/d, valor que superó en 15,7 y 24,7% ($P \leq 0,05$) a los obtenidos por SC y SS, respectivamente. Entre los 35 y los 90 días de edad, la tasa de incremento de peso aumentó en los 3 grupos, oscilando entre 797,9 g/d (LE) y 747,9 g/d (SS). Cabe mencionar que a los 90 días de vida, los pesos promedios fueron mayores a 93,8 kg. No obstante, se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la edad a la que los terneros duplicaron su peso de nacimiento; siendo ésta de 67,6; 72,7 y 73,5 días en LE, SC y SS, respectivamente. En el mismo orden, la edad para alcanzar 80 kg fue de 69,4; 74,7 y 75,7 días. Durante el ensayo

no hubo mortalidad, no se registraron casos de neumonía, ni presencia de coliformes fecales. La probabilidad de diarrea, para un día determinado, disminuyó a través del período de crianza. Si bien ésta fue baja ($\leq 0,07$), el menor valor se presentó en los animales alimentados con el sustituto al que se adicionó MOS. De igual forma, la probabilidad que un animal presentara diarrea, al menos en una oportunidad, durante los 90 días de crianza fue de 0,13; 0,11 y 0,08 para SS, LE y SC; respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es factible concluir que al evaluar el crecimiento de los terneros, la superioridad de la leche entera respecto del sustituto lácteo disminuye conforme se avanza en el período de crianza artificial. Además, la incorporación de MOS en el sustituto, permite disminuir la incidencia de diarreas.

PALABRAS CLAVES: terneros, manano oligosacáridos, energía metabolizable, diarrea neonatal.

2. SUMMARY

The use of mannan oligosaccharides (MOS), has generated favourable results about growth and sanitary state in different animal species, fact attributable to an effect on the immunological system, as well as to an nutritional role. With the purpose of evaluating the animal response, in growth and health, during the period of rearing in the Oromo Experimental Station, X region, the effect of adding MOS to a milk replacer provided to calves raised in a grass system was studied.

Thirty Holstein Neozelandes calves, born during the fall, were used. These ones were randomly assigned, according to their date of birth and sex, to one of the three treatments: fresh whole milk (LE), commercial milk replacer (SS) and an experimental formula in which MOS was added (SC). From the 7th to the 90th day of life, the calves started to consume the definitive food (4 L/calf/d). Also, 200 g/animal/d of calf starter and mineral supplement *ad libitum* were added as a complement to the forage provided by a permanent grassland.

The birth weight varied between 38.3 and 39.7 kg, with increases observed during the first week of life in the 3 groups. The weight increase rate between the birth and the 90 days to animals fed with LE, SC and SS, reached values of 658.0; 621.7 and 595.1 g/d ($P > 0.05$), respectively. However, If this value are divided, during the first 35 days of rearing, the animals with fed with LE increasing almost 431.0 g/d, this values reached 15.7 y 24.7 % to the obtains for SC y SS, respectively. Between the 35th and the 90th day of age, the weight increase rate increased in the 3 groups, oscillating between 797.9 g/d (LE) and 747.9 g/d (SS). It's important to mention that, the calves at the 90 days, presented weights higher than 93.8 kg. However, differences were observed ($P \leq 0.05$) in the age when the calves duplicate their weight of birth; being this of 67.6; 72.7 and 73.5 days in LE, SC and SS, respectively. By the same token, the age to reach 80 kg was 69.4; 74.7 and 75.7 days. During the trial there was no mortality, there was no record of pneumonia or presence of

fecal coliform. The probability of scour for a specific day decreased through the rearing period. Even though, this was low (≤ 0.07), the lowest value was present in the animals fed with the milk replacer with MOS. Likewise, the probability that an animal presents scour, at least in one opportunity, during the 90 days of breeding was 0.13; 0.11 and 0.08 for SS, LE and SC.

According to the obtained results, it is practicable to conclude that when the growth of the calves are evaluated, the superiority of the whole milk over the milk substitute diminish as the artificial breeding period advances. Besides, the incorporation of MOS in the milk replacer allows to reduce the incidence of scour.

KEY WORDS: calves, mannan oligosaccharides, metabolizable energy, fecal scour.

3. INTRODUCCIÓN

En crianza de hembras de reemplazo la alimentación y estado de salud, durante los tres primeros meses de vida, juegan un rol fundamental en la productividad futura de la hembra bovina, destinada a producción de leche. De acuerdo a información proporcionada por Zea-Salgueiro y Diaz (1990) y Holmes *et al.* (2002), la diarrea neonatal y los problemas respiratorios de los terneros son las enfermedades de mayor importancia durante esta etapa de vida.

En cuanto a la alimentación, el crecimiento de los terneros en las dos primeras semanas de vida, depende casi exclusivamente de la leche entera debido a su escaso desarrollo ruminal, y a la vez presenta tolerancia restringida a cantidades y calidades de nutrimentos que puede utilizar (Rojas *et al.*, 1984 y López, 1996). Sin embargo, la demanda de leche para el consumo humano ha promovido la elaboración de sustitutos lácteos. La respuesta del animal a estos productos, está condicionada a la cantidad, calidad y solubilidad de éste.

3.1. El uso de antibióticos

La diarrea neonatal es una enfermedad multifactorial que afecta a los terneros desde el nacimiento hasta los 35 días de vida, en promedio. Se caracteriza por la excreción abundante de materia fecal acuosa, deshidratación progresiva y, en casos severos, puede causar la muerte. Algunos de los factores causantes son: agentes infecciosos (virus, bacterias y parásitos), mala transferencia de inmunidad pasiva por calostro y condiciones de manejo deficitarias y ambientales adversas. El impacto económico es importante ya que su elevada incidencia (mayor al 60%) implica tratamientos veterinarios, demanda de tiempo y mano de obra, retraso en el desarrollo corporal e incluso mortalidad elevada (Holmes *et al.*, 2002).

Ante este problema, la forma más común de control es el uso de antibióticos, lo cual ha generado gran preocupación a nivel mundial debido al desarrollo de resistencia de los patógenos, y el traspaso de esta resistencia a los patógenos humanos. Es por esto que la Comisión de Agricultura de la Unión Europea, en diciembre de 1998, votó para prohibir el uso de cuatro antibióticos promotores de crecimiento: Bacitracina de zinc, Espiramicina, Virginiamicina y Fosfato de tilosin (Alltech, 1999b y Quigley, 2001).

3.2. Alternativas al uso de antibióticos

Para disminuir el uso de antibióticos promotores del crecimiento y mejoradores de la salud de los animales, se han evaluado diversas alternativas naturales entre las cuales están los acidificadores, prebióticos, probióticos, enzimas y oligosacáridos.

Los Oligosacáridos, particularmente los manano oligosacáridos (MOS), corresponden a azúcares complejos, constituidos por polisacáridos de manosa unidos por enlaces α (1 \rightarrow 6) con cadenas laterales unidas por enlaces α (1 \rightarrow 2) y α (1 \rightarrow 3), además contiene β -glucano, derivados de la pared celular externa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Dilley *et al.*, 1997 y Alltech, 1999a). Dichos carbohidratos cumplirían roles inmunológicos y nutricionales en animales jóvenes (Dilley *et al.*, 1997, Franklin *et al.*, 2005).

Las bacterias patógenas se unen a las manosas, ubicadas en el exterior de las células intestinales del huésped, siendo éstas fermentadas por los patógenos. Un mecanismo de unión es a través de la Fimbria Tipo 1 manosa-sensitiva, la cual se encuentra en numerosas cepas de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* (Dvorak *et al.*, 1997 y Finucane *et al.*, 1999).

Los MOS actúan previniendo la adherencia de las lectinas bacteriales, a los carbohidratos presentes en la superficie de las células intestinales. Esta acción reduce la colonización del tracto digestivo con patógenos causantes de la diarrea neonatal, los que son excretados en las heces. Así, los MOS previenen infecciones bacteriales a través de mecanismos diferentes

a los utilizados por los antibióticos, impidiendo la habilidad de desarrollar resistencia por parte de los patógenos (Newman *et al.*, 1993; Dildey *et al.*, 1997 y Finucane *et al.*, 1999). Algunos investigadores que adicionaron MOS al sustituto lácteo, señalaron haber reducido los tratamientos contra la diarrea y encontraron mayores concentraciones de coliformes respecto del grupo control (Newman *et al.*, 1993; Dildey *et al.*, 1997 y Heinrichs *et al.*, 2003).

Adicionalmente, los MOS han demostrado modular el sistema inmune, reduciendo la incidencia de enfermedades respiratorias y otras infecciones que se acentúan en períodos de estrés ambiental; efecto que se ha manifestado en terneros lactantes y otros animales jóvenes alimentados con este aditivo (Newman *et al.*, 1993; Dildey *et al.*, 1997 y Dvorak *et al.*, 1997).

En relación a este tema, alrededor de tres cuartas partes de todas las células inmunológicas en el cuerpo del animal, están localizadas dentro del intestino como parte del tejido linfoide proporcionando protección inmunológica, tanto específica como no específica, de manera de proteger la amplia superficie del tracto gastrointestinal.

El sistema inmunológico no específico, especialmente los macrófagos, es muy importante en la etapa temprana de la lucha contra las bacterias invasoras. La fagocitosis de un antígeno en particular, es un estímulo inicial. No obstante, las citocinas de las células T auxiliares y los productos de la pared celular de microbios extraños, activan la parte complementaria del sistema inmunológico, a través de la estimulación de la actividad fagocítica, acelerando la eliminación de los patógenos del animal huésped. Los MOS estimulan a esta actividad cuando se exponen, ya sea, directamente a macrófagos a un sistema *in vitro* o cuando se dan como alimento a los animales, como cerdos, perros y ratas (Alltech, 1999a).

Las Inmunoglobulinas A (IgA) de la mucosa, parte importante de la respuesta inmunológica específica, protegen mediante la prevención de la adherencia de las bacterias o de las toxinas a las células epiteliales del intestino. Además, puede matar a la bacteria directamente a

través de la citotoxicidad dependiente de anticuerpos y mediada por la célula. Al respecto, Savage *et al.* (1996) reportaron un 25% de aumento en la concentración de IgA en bilis, e Inmunoglobulinas G (IgG) en plasma de pavos alimentados con MOS. Por otra parte, Dildey *et al.* (1997), quienes trabajaron con terneros, observaron una gran variabilidad en los niveles de IgG plasmáticos, tanto en los grupos con y sin MOS. Sin embargo, los mecanismos exactos por los que MOS estimula la producción de la IgA aún no se han revelado; aunque existe la hipótesis de que las células M, cuya función es tomar los antígenos y transportarlos a los macrófagos, células dendríticas, linfocitos B y T, toman pequeñas porciones de MOS y los transporta a las placas de Peyer, folículos linfoides cuya función es reconocer y absorber antígenos y patógenos y desencadenar respuestas inmunitarias en la mucosa, para que pueda actuar como auxiliar en el estímulo para la producción de IgA.

El bloqueo de la colonización de bacterias patógenas y la modulación del sistema inmune, ha resultado benéfico en distintas especies animales. Su efecto no sólo se expresa a través de una mejor salud, sino que además se obtiene un mejor desempeño en el crecimiento del animal. Al respecto, cabe mencionar que los MOS han sido utilizados en producción avícola, porcina y cunícula con resultados promisorios (Alltech, 1999a). También se han incluido en la dieta de hembras durante el último período de gestación, para transmitir mayores niveles de Ig, en especial de IgG, a las crías. De este modo se ha logrado disminuir los casos de diarrea en terneros (Franklin *et al.*, 2005) y la mortalidad en lechones (Davis *et al.*, 2002).

Cabe señalar que los estudios realizados con terneros Holstein han sido efectuados en sistemas de estabulación, principalmente individual y con un alto apoyo de concentrado inicial. Por este motivo, y dado lo promisorio de los resultados obtenidos, es de gran interés evaluar la incorporación de MOS en sustitutos lácteos para animales criados en condiciones más adversas, como lo es en pastoreo.

Se plantea como hipótesis de trabajo que: los terneros que consumen MOS, adicionado al sustituto lácteo, experimentan mayores tasas de crecimiento y una menor incidencia de enfermedades que los animales que consumen leche entera o sustituto sin dicho aditivo.

Objetivo General

- Estudiar el efecto de la adición de MOS a un sustituto lácteo aportado a terneros criados en un sistema de pastoreo.

Objetivos Específicos

- Cuantificar el efecto de la adición de MOS a un sustituto lácteo, en el crecimiento de terneros durante el período de alimentación líquida.
- Analizar la incidencia de enfermedades, gastrointestinales y respiratorias, durante el período de alimentación líquida, en terneros criados con leche entera, sustituto lácteo con adición de MOS y otro sin dicho aditivo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar del estudio

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Oromo, del Departamento de Producción Animal, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, comuna de Purranque, Décima Región, Chile. Éste se ubica en la depresión central de dicha región, a 40° 53'00" de Latitud Sur y 73° 06' 30" de Longitud Oeste, a una altitud de 149 msnm. El clima de la zona es oceánico con influencia mediterránea. Según García *et al.* (1987), el promedio anual de precipitación es de 1.944 mm, existiendo 10 meses durante los cuales ésta supera la evapotranspiración potencial. Durante los tres meses más cálidos, sin embargo, las precipitaciones cubren sólo el 70% de dicho parámetro (Faundez, 1985).

De acuerdo a su ubicación geográfica, los suelos pertenecen a la Serie Corte Alto los que se caracterizan por ser derivados de ceniza volcánica, de reacción ácida, topografía de lomaje suave, buena permeabilidad; presentando textura ligera en superficie y densa en profundidad (Faundez, 1985).

4.2. Animales empleados en el ensayo

Para la realización del presente ensayo, se dispuso de 30 terneros medios hermanos paternos, de ambos sexos, de la raza Holstein Neozelandés. Éstos correspondieron a 17 machos y 13 hembras los que pesaron al nacimiento, en promedio, 39,8 y 38,3 kg, respectivamente. Los animales nacieron en otoño de 2006, en un período de 38 días comprendido entre el 18 de marzo y el 24 de abril.

4.3. Descripción general del sistema de crianza artificial de terneros

Los terneros permanecieron las primeras 12 horas de vida junto a sus madres, ingiriendo calostro por amamantamiento directo; tiempo durante el cual fueron pesados e identificados individualmente. Con posterioridad, fueron separados de las vacas y trasladados a una ternera colectiva, ubicada al interior de un galpón techado, en la que permanecieron los primeros 4 días de vida. Durante este período se continuó la alimentación con calostro excedentario, conforme aprendieran a ingerir líquido desde un balde colectivo. A partir del cuarto día de vida, se empezó a suministrar, en forma gradual, el alimento líquido. Simultáneamente, los animales fueron trasladados a una pradera especialmente destinada para continuar la fase de crianza artificial.

De acuerdo al protocolo de trabajo, desde el séptimo día de vida, los terneros ingirieron el alimento líquido definitivo, otorgado de acuerdo a los tratamientos que se describen con posterioridad. La fase de alimentación láctea duró 90 días. En consecuencia, dado que los animales nacieron en un período de 38 días, el ensayo se extendió desde el 18 de marzo hasta el 24 de julio de 2006.

Se dispuso de 2 ha de pradera permanente, las cuales se encontraban subdivididas en cuatro potreros de igual tamaño, cuyo manejo fue de forma rotativa. Los animales permanecieron 7 días en cada potrero, lo que permitió un rezago de 21 días entre períodos de utilización. Esta pradera se destina exclusivamente para la crianza de terneros. De esta forma se persigue mantener, año a año, una baja carga parasitaria. Por otra parte, debido a que se pretende otorgar un pastoreo altamente selectivo, todos los excedentes de forraje cosechados en forma mecánica. Cada potrero contó con un bebedero y un comedero colectivo para suministrar concentrado inicial y sales minerales.

4.4. Descripción de los alimentos empleados

La alimentación consistió en una dieta láctea aportada por leche entera, o un sustituto lácteo con o sin la adición de MOS, según el tratamiento aplicado a cada ternero. De manera adicional e independiente del tratamiento, se aportó una fracción constituida por concentrado inicial, el forraje consumido directamente desde la pradera y una suplementación mineral a libre disposición.

El aporte diario de la dieta láctea fue de 4 L/ternero, dividido en dos parcialidades de igual volumen, la que fue otorgada hasta los 90 días de vida. El alimento líquido se suministró mediante un balde con 5 chupetes. Con el propósito de lograr un consumo lo más homogéneo posible, en cada oportunidad se permitió el acceso simultáneo a dicho balde de sólo 3 animales de similar tamaño y pertenecientes al mismo tratamiento. Este procedimiento se efectuó diariamente en una manga ubicada en el mismo potrero, a las 8:00 y 17:00 horas.

4.4.1. Características de la leche entera

En el Cuadro 1, se presenta la composición química de una muestra representativa tomada desde el estanque de leche entera fresca, según el informe entregado mensualmente por el control lechero. La leche utilizada para alimentar a los terneros, tuvo una concentración de 50,06 y 36,38 g/kg de grasa y proteína, respectivamente. De acuerdo a Holmes *et al.* (2002) la energía bruta que el ternero ingiere, se transforma con una eficiencia de 0,88 en energía metabolizable (EM).

Cuadro 1. Composición química y contenido energético de la leche fresca.

Meses	Grasa (g/kg)	Proteína (g/kg)	Energía Bruta¹ (Mcal/L leche)	Energía Metabolizable¹ (Mcal/L leche)
Marzo	53,20	37,00	0,90	0,79
Abril	53,00	38,80	0,90	0,80
Mayo	55,50	38,20	0,92	0,81
Junio	44,20	33,40	0,80	0,70
Julio	44,40	34,50	0,81	0,71
Promedio	50,06	36,38	0,87	0,76

¹ Calculado según Holmes *et al.* (2002).

4.4.2. Características del Sustituto lácteo

El sustituto lácteo de formulación comercial (Mulac ®), fue elaborado a partir de suero en polvo, grasa, almidones, vitaminas y minerales, ácidos orgánicos, antioxidantes, antibióticos y aromatizantes.

Cuadro 2. Composición analítica y contenido de energía metabolizable del sustituto lácteo según sus fabricantes, expresada en base a 100% de materia seca.

Componentes	
Grasa	14,00 %
Lactosa	42,00 %
Proteínas	20,00 %
Energía Metabolizable	4,015 Mcal/kg MS
Cenizas	8,50 %
Fibra	0,60 %
Almidón	1,22 %
Calcio	0,90 %
Fósforo	0,70 %
Magnesio	0,16 %

El Cuadro 2 muestra la composición química del sustituto lácteo, garantizada por los fabricantes. Éste, en base tal como ofrecido, presenta un contenido de humedad de 3,5 % y un pH de 5,7.

La preparación del sustituto lácteo, se realizó de acuerdo al protocolo establecido por el fabricante. De acuerdo a éste, para preparar 1 litro de sustituto lácteo se requiere 0,9 L de agua a los que se han de agregar 0,125 g de sustituto lácteo en polvo. De esta forma, el contenido de Energía Metabolizable por litro de sustituto fue de 0,51 Mcal. Éste fue suministrado a una temperatura de aproximadamente 37°C, al igual que la leche entera.

Además se utilizó una fórmula experimental, en base al mismo sustituto, al que se le adicionó MOS (Bio-Mos ®) a razón de 8 g/kg. Es importante señalar, que este aditivo no aporta energía metabolizable, por lo que el aporte energético es similar (0,51 Mcal/L) al alimento antes descrito.

4.4.3. Concentrado inicial

Se empleó un concentrado inicial de formulación comercial, fabricado en el país, el cual fue elaborado a partir de granos de cereales y sus derivados, afrecho de oleaginosas, coqueta, melaza, harina de pescado, sales minerales y vitaminas. Este alimento fue aportado diariamente a razón de 200 g/ternero durante todo el período que duró el ensayo, a todos los animales, sin importar el alimento líquido suministrado. El Cuadro 3 ilustra la composición química del concentrado inicial, garantizada por el fabricante.

Cuadro 3. Composición química de concentrado inicial según sus fabricantes (% base a materia seca).

Componentes	
Proteína total	16,0%
Fibra cruda	8,0%
Extracto etéreo	1,5%
Humedad	13,0%
Energía Metabolizable	3,0 Mcal/kg

4.4.4. Características de la pradera

Como se mencionó anteriormente, el forraje fue aportado directamente por la pradera, de uso exclusivo por parte de los terneros, en cuya composición botánica domina principalmente trébol blanco (*Trifolium repens*), ballica perenne (*Lolium perenne*) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata*). Esta pradera se fertiliza anualmente con 120 u de P₂O₅/ha de aplicadas en otoño, y entre 60 y 80 u N/ha aplicadas alrededor de 30 días previo al ingreso de los terneros.

Al momento del ingreso de los primeros animales, la disponibilidad de materia seca se encontraba alrededor de 2.000 a 2.200 kg/ha, producto de un rezago cercano a los 60 días, posterior a una cosecha mecánica para remover los excedentes de forraje.

Con el propósito de caracterizar nutricionalmente la pradera, durante el período de crianza artificial, se obtuvieron 3 muestras del material consumido por los animales. Cada muestra de pradera estaba constituida de 30 submuestras, las cuales se recolectaron manualmente siguiendo el método descrito por Le Du y Penning (1985). Éstas se obtuvieron cada 30 días, durante los meses de mayo, junio y julio, para luego ser secadas y preparadas para ser enviados al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile, para su posterior análisis.

El Cuadro 4, presenta la composición nutritiva de la pradera. En él se puede observar que el contenido de Proteína Cruda y Energía Metabolizable son altos.

Cuadro 4. Análisis químico de la pradera consumida por los terneros, en base a 100 % de materia seca.

Época de muestreo	Proteína Cruda (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg MS)	Cenizas (%)
Mayo	20,67	2,76	9,44
Junio	26,36	2,44	11,44
Julio	32,68	2,69	12,95
Promedio	26,57	2,63	11,28

4.5. Descripción de los Tratamientos

Los terneros fueron asignados aleatoriamente a 3 tratamientos según el tipo de alimento líquido suministrado. La asignación consideró el mes de nacimiento y el sexo de cada individuo. De acuerdo con lo señalado los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Terneros alimentados con Leche entera fresca (LE).

T2: Terneros alimentados Sustituto lácteo con aditivo MOS (SC).

T3: Terneros alimentados Sustituto lácteo (SS).

4.6. Variables evaluadas

Los terneros fueron evaluados hasta los 90 días de vida de cada individuo. Dentro de este período, se realizaron mediciones, tanto de crecimiento como de estado sanitario, las que se describen seguidamente junto al análisis estadístico al que fueron sometidas.

4.6.1. Variables de Crecimiento

Los animales fueron pesados individualmente a intervalos de 7 días, a partir de la fecha de nacimiento. Con la información así obtenida, fue factible calcular las siguientes variables de crecimiento:

- Peso semanal desde la primera hasta la 13^a semana de vida.
- Tasa de ganancia de peso: esta se calculó para cada ternero mediante regresión lineal entre el nacimiento y los 90 días de vida. Posteriormente, con el propósito de analizar con mayor profundidad los resultados obtenidos, siguiendo la misma metodología, el período antes mencionado se subdividió en los comprendidos entre el nacimiento y la quinta semana y entre esta última y la 13^a semana.
- Con las tasas de ganancia de peso, se estimaron los días requeridos para duplicar el peso de nacimiento y para alcanzar 80 kg.

4.6.2. Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Las características de crecimiento antes descritas, fueron analizadas como variables dependientes en el siguiente modelo matemático, mediante el sistema de análisis estadístico SAS.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + Mn_k + \beta Pnac + \mathbf{\epsilon}_{ijkl} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable dependiente

μ = Promedio general,

A_i = Efecto del i-ésimo alimento lácteo; 1 = Leche entera, 2 = Sustituto lácteo con aditivo MOS y 3 = Sustituto lácteo sin aditivo.

S_j = Efecto del j-ésimo sexo; 1 = hembras y 2 = machos.

Mn_k = Efecto del k-ésimo mes de nacimiento; 1 = marzo y 2 = abril.

βP_{nac} = Covariable peso al nacimiento.

ϵ_{ijkl} = Error experimental.

Este modelo matemático se estructuró, después de que en un análisis preliminar la interacción entre el alimento y sexo del animal no resultara significativa ($P > 0,05$).

Cuando el efecto del alimento lácteo resultó significativo en el análisis de varianza, las medias de tratamientos fueron comparadas mediante contrastes ortogonales. Las comparaciones realizadas fueron leche entera *versus* el promedio de ambos sustitutos, leche entera *versus* cada uno de los sustitutos y la media entre ambos sustitutos.

4.6.3. Evaluación del estado sanitario de los terneros

En forma diaria se registró la presencia o ausencia de diarrea y/o respiración costal, un indicador de patología respiratoria, en cada animal. En base a esta información, se evaluó, en una primera instancia, la probabilidad de que un ternero esté enfermo (P_x), en un día determinado (t) entre el nacimiento y los 90 días de edad. Con el propósito de realizar las comparaciones correspondientes, este análisis se realizó en forma separada para cada tratamiento. La regresión logística empleada para estos efectos fue la siguiente:

$$P(x) = 1 - \frac{1}{1 + e^{-(a + b * t)}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Con las constantes “a” y “b” obtenidas con el método antes descrito, para cada tipo de alimento, se calcularon las integrales de la regresión logística $P(x)$, que permiten determinar la probabilidad acumulada de que el animal enferme entre t_2 y t_1 . Éstas se calcularon para los períodos comprendidos entre el nacimiento y los 35 días de edad, entre los 36 y 90 días, y para el período total (nacimiento – 90 días de edad)

$$\int_{t_1}^{t_2} \left[1 - \frac{1}{1 + e^{-(a + b * t)}} \right] dt \quad (\text{Ecuación 3})$$

Para los análisis de regresión logística se empleó el programa MiniTab.

Complementariamente, como otra manera de evaluar el estado sanitario de los animales, a los 60 días de vida se tomaron muestras de fecas a 9 terneros asignados a los diferentes tratamientos. Éstas se emplearon para la realización de un análisis tendiente a determinar la concentración de coliformes fecales en 100 ml de agua destilada estéril. Los análisis se realizaron a través de la “Técnica del número más probable” (NMP), en el Laboratorio del Instituto de Microbiología de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Austral de Chile.

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Variables de Crecimiento

Al realizar un análisis estadístico previo, de las variables de crecimiento, se comprobó que no hubo interacción entre alimento y sexo, por lo cual dicho efecto no fue considerado en el modelo definitivo del diseño experimental.

En consecuencia, se hará un análisis del efecto tipo de alimento, sexo del animal y mes de nacimiento por separado.

5.1.1. Efecto del tipo de alimento

El peso al nacimiento de los individuos, asignados a los distintos tratamientos (Cuadro 5), no presentó diferencias significativas ($P= 0,62$). Estos valores, fueron similares a los reportados por González y Cortés (1988) para la raza Holstein Neozelandés, y levemente superiores a los valores registrados en su país de origen por Holmes *et al.* (2002), quienes indican un valor promedio de 35 kg. No se observaron diferencias significativas en los pesos promedio de cada grupo a los 7 días de vida, momento en que se inició el suministro definitivo de los distintos alimentos líquidos.

Es importante señalar que, entre el nacimiento y la primera semana de vida, los terneros tratados con Leche Entera (LE), Sustituto lácteo con MOS (SC) y Sustituto lácteo sin aditivo (SS), aumentaron en promedio 3,39; 2,15 y 1,89 kg, respectivamente, sin observarse diferencia significativas. Estos valores difieren a lo señalado por otros autores, quienes indican que en general los animales pierden peso durante el período señalado (Newman *et al.*, 1993).

Cuadro 5. Parámetros de crecimiento en terneros según el tipo de dieta láctea y valores de probabilidad (P), para los contrastes ortogonales en aquellas características que alcanzaron significancia estadística.

	Tipo de Alimento			Significancia				
				A ²	Contrastes ³			
	LE	SC	SS		1	2	3	4
Número de terneros	10	10	10					
Peso vivo (kg)								
al nacimiento	38,34 (0,97) ¹	39,11 (0,97)	39,69 (0,97)	N.S.				
a los 7 días	41,73 (0,54)	41,26 (0,54)	41,58 (0,54)	N.S.				
a los 90 días	98,35 (1,35)	94,91 (1,34)	93,83 (1,35)	N.S.				
Ganancia diaria de peso (g/d)								
de 0 a 35 días	430,99 (0,02)	372,37 (0,02)	345,63 (0,02)	0,02	0,01	0,36	0,05	0,01
de 35 a 90 días	797,89 (0,02)	747,26 (0,02)	747,85 (0,02)	N.S.				
de 0 a 90 días	658,00 (0,02)	612,71 (0,02)	595,10 (0,02)	N.S.				
Días para lograr								
80 kg.	69,41 (1,70)	74,69 (1,68)	75,65 (1,69)	0,03	0,01	0,69	0,04	0,02
doble peso nacimiento	67,56 (1,60)	72,73 (1,59)	73,50 (1,60)	0,03	0,01	0,73	0,03	0,02

N.S.= P> 0,05

¹ Error estándar

² Significancia del Efecto Tipo de Alimento.

³ Contrastos: 1= Leche (LE) vs. Sustitutos (SC+SS/2); 2= Sustituto con MOS (SC) vs. Sustituto sin MOS (SS); 3= Leche vs. Sustituto con MOS; 4= Leche vs. Sustituto sin MOS.

Al finalizar el ensayo, a los 90 días de edad, no se observó diferencias significativas ($P=0,07$) en el peso de los individuos asignados a los distintos sistemas de alimentación. A pesar de esto, el grupo alimentado con LE, tendió a presentar los mayores pesos durante todo el período de crianza artificial (Figura 1). El grupo alimentado con SC tendió a presentar valores intermedios, mientras tanto, el grupo alimentado con SS, registró los valores más bajos. Cabe señalar, que se registraron valores máximos de 104, 101 y 102 kg de peso vivo a los 90 días, para los tratamientos con LE, SC y SS respectivamente.

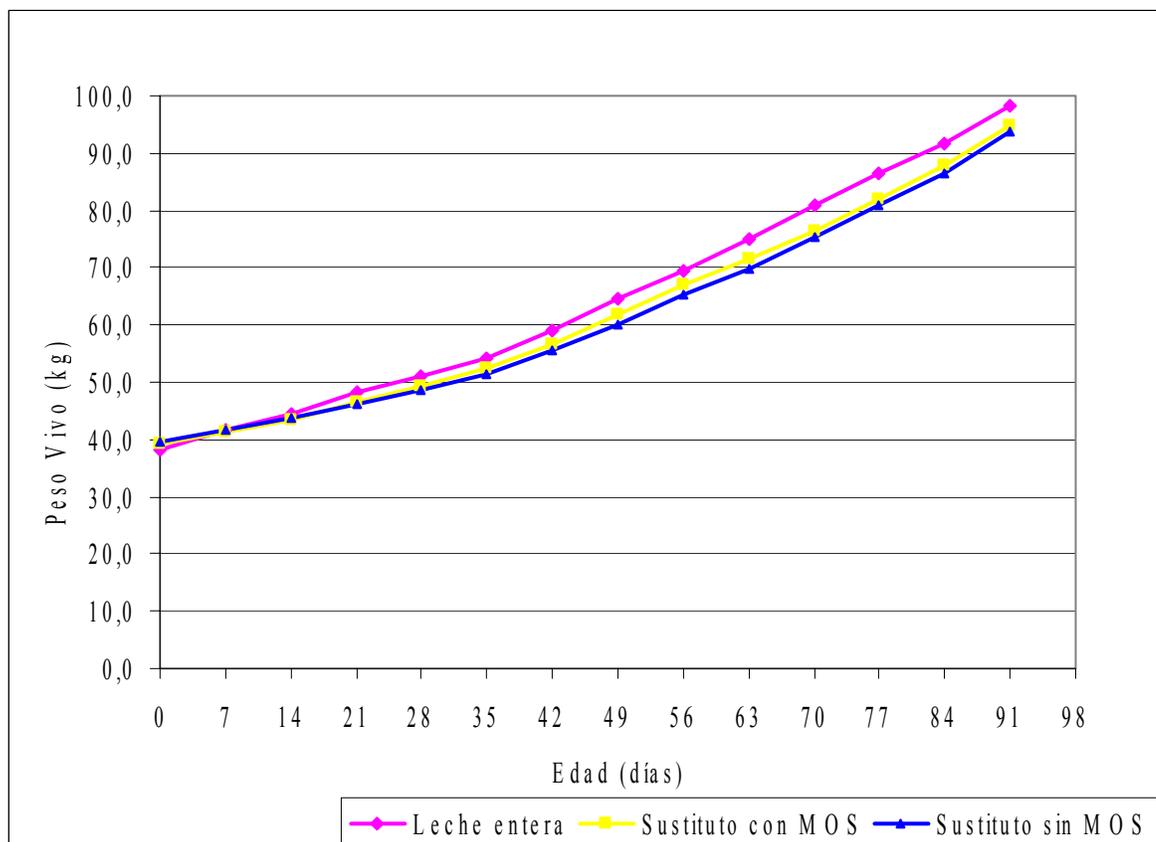


Figura 1. Peso vivo promedio de terneros según el tipo de alimento líquido ($n=10$) suministrado durante el período de crianza artificial.

A pesar que la tasa de ganancia diaria de peso para el período comprendido entre el nacimiento y los 90 días de vida, no fue diferente estadísticamente ($P= 0,07$); en la curva de crecimiento de la Figura 1, se puede observar que entre el nacimiento y la quinta semana de edad, el ritmo de crecimiento es menor a lo que se observa posterior a este lapso. Por este motivo, fue necesario realizar un análisis por separado para el período comprendido entre el nacimiento y los 35 días de vida y entre los 35 y 90 días de edad.

En relación a la tasa de ganancia de peso entre el nacimiento y los 35 días de vida, el Cuadro 5 muestra diferencias significativas ($P\leq 0,02$) entre los tratamientos. Los terneros alimentados con LE lograron un tasa de 430,9 g/d, superando en un 15,7 % a los terneros alimentados con SC, con una tasa de 372,4 g/d, y el grupo tratado con SS registró una tasa de 345,6 g/d, valor inferior en un 24,7 % al grupo LE. Estos valores, independiente del tratamiento, resultan satisfactorios para las condiciones de manejo, edad y peso de los animales.

Newman *et al.* (1993), en un ensayo con terneros alimentados con SC, estabulados individualmente, registraron una tasa de ganancia de peso similar a la obtenida en el presente ensayo, logrando valores de 336 g/d en igual período. En un estudio de similares condiciones, Heinrichs *et al.* (2003), registraron valores similares, logrando tasa de ganancias de peso del orden de 340 g/d en un período comprendido entre el nacimiento y las 6 semanas de vida.

Pulido y Wittwer (2003), en un estudio con terneros alimentados con el mismo sustituto lácteo, sin aditivos, empleado en el presente trabajo, registraron tasas de ganancia de peso superiores. Dichos autores lograron incrementos de peso del orden de 550 g/d, entre los 5 y 30 días de vida. Es importante señalar, que los animales se encontraban en condiciones de estabulación individual y con un suministro de concentrado diario de alrededor de 1 kg durante todo el ensayo.

En relación a las ganancias diarias de peso, durante los primeros 35 días de vida, se observó que los individuos alimentados con LE presentaron mayores tasa de crecimiento, las que alcanzaron diferencias significativas ($P= 0,01$) con respecto al promedio de los sustitutos lácteos con y sin MOS. Además, se pudo observar diferencias significativas entre leche entera y cada uno de los sustitutos lácteos, vale decir, LE *versus* SC ($P= 0,05$) y LE *versus* SS ($P= 0,01$). Por lo tanto, la leche entera fue capaz de sustentar mayores tasas de crecimiento respecto del promedio alcanzado por ambos sustitutos. Al comparar la superioridad del SC respecto de SS no alcanzó a ser estadísticamente distinta ($P= 0,36$), según se aprecia en el Cuadro 5.

Al analizar la tasa de incremento de peso entre los 35 y 90 días de edad (Cuadro 5), no se observaron diferencias significativas ($P= 0,27$) entre los distintos tipos de alimentos. Sin embargo, nuevamente se observó que los animales alimentados con LE, tendieron a registrar tasas superiores en comparación a los sustitutos. Cabe señalar, que se registraron valores máximos de hasta 947, 883 y 860 g/d de ganancia de peso, para los tratamientos con LE, SC y SS respectivamente, en dicho período.

En cuanto a la tasa de ganancia de peso del período total (nacimiento-90 días), no se observaron diferencias significativas ($P= 0,07$) entre los tratamientos; sin embargo, el grupo tratado con LE, cuya tasa resultó del orden de 658,0 g/d, supera en un 7,3 y 10,6 %, al grupo alimentado con SC y SS respectivamente, para este período. Este resultado, indica que las diferencias en el incremento diario de peso pierden significancia estadística, conforme los animales vayan alcanzando los 90 días de edad.

Con respecto a los animales alimentados con leche entera, Zea-Salgueiro y Díaz (1990) en un ensayo con terneros criados en pastoreo, durante otoño, registraron tasa inferiores del orden de 582 g/d, entre el nacimiento, a las 7 semanas de vida; sin embargo, el consumo de concentrado inicial alcanzó un promedio de 749 g/d, lo cual supera en más de un 350 % al aportado a los terneros en el presente ensayo. Del mismo modo, Riveros (1990), en un estudio realizado en el mismo predio durante primavera y sin suministro de concentrado

inicial, también registró tasa inferiores en terneros Holando Europeos, cuyos valores fueron de 450 g/d, entre el nacimiento y los 88 días de edad. En cambio, González y Cortés (1988) en un ensayo de similares condiciones a las anteriormente descritas, pero con suministro de concentrado inicial, registraron tasas de 593 g/d. Cabe señalar, que el rango de ganancia de peso (de 0 a 90 días) que presentaron los terneros del tratamiento LE estuvo entre 743 y 553 g/d.

Dilley *et al.* (1997), al alimentar un grupo de terneros con un sustituto con MOS en condiciones de estabulación, reportaron una tasa de ganancia de peso de 458,1 g/d, desde el nacimiento a los 60 días de vida, resultando inferior incluso, a los valores registrados para los animales alimentados con SS en el presente ensayo.

Pulido y Wittwer (2003), en un período comprendido entre el nacimiento y los 60 días de vida, registraron una tasa de 670 g/d, superando en un 12,5 % los valores registrados en el grupo tratado con SS. No obstante, los terneros fueron criados en condiciones de confinamiento, lo cual disminuyó el costo energético de los animales, adicionalmente, el aporte de concentrado de iniciación fue 5 veces superior que el realizado en el presente ensayo. Estos efectos en su conjunto, de alguna manera explican las diferencias en los resultados obtenidos.

El criterio de destete empleado para este ensayo, supera en edad y peso a los generalmente empleados en crianza artificial de terneros de lechería (Holmes *et al.*, 2002). Es por esto, que fue necesario simular un criterio que permitiera destetar los animales a más temprana edad y con un peso menor, utilizando las tasas de incremento de peso en los períodos anteriormente señalados. De acuerdo con esto, se estimaron los días requeridos para lograr 80 kg y para duplicar el peso al nacimiento, debido a que se contaba con pesajes semanales.

En relación a los días para lograr 80 kg, se observan diferencias significativas ($P= 0,03$), entre los distintos tipos de alimentos, a diferencia de lo acontecido con los pesos a las 13 semanas de edad. Los valores indican que, los terneros alimentados con LE, SC y SS

lograron este objetivo en 69,4; 74,7 y 75,7 días, respectivamente. El Cuadro 5, muestra los contrastes ortogonales que comparan las diferencias entre tratamientos, donde el grupo alimentado con LE, presentó diferencias significativas ($P= 0,01$) respecto al promedio de ambos grupos alimentados con sustituto. De esta misma forma, se observaron diferencias significativas al comparar el grupo tratado con LE *versus* SC ($P= 0,04$) y LE *versus* SS ($P= 0,02$), es decir, el tratamiento LE superó a SC, SS y al promedio de ambos. Sin embargo, al comparar el grupo tratado con SC *versus* SS, no se observaron diferencias significativa ($P= 0,69$).

Al respecto, González y Cortés (1988) registraron 80 kg de peso a los 69,9 días, valor similar al obtenido en el presente ensayo, sin embargo, dichos resultados fueron logrados en primavera y siendo todos los terneros alimentados con leche entera. Riveros (1990), en similares condiciones de manejo, registró este parámetro entre los 72 y 88 días. En cambio, Goic *et al.* (1974), en un ensayo con terneros Holando Europeo, en pastoreo durante primavera, y sin suministro de concentrado inicial, los animales alcanzaron este parámetro en un rango de 78 y 90 días.

En el parámetro días para duplicar el peso al nacimiento, se obtuvieron diferencias significativas ($P= 0,03$) entre tratamientos. Los valores indican que, los terneros tratados con LE, SC y SS lograron este peso objetivo en 67,6; 72,7 y 73,5 días, respectivamente. El Cuadro 5, muestra los contrastes ortogonales que comparan los tratamientos, donde el grupo alimentado con LE, presenta diferencias significativas ($P= 0,01$) respecto al promedio de ambos grupos alimentados con sustituto. Por otra parte, un resultado similar se observó al comparar el grupo tratado con LE *versus* SC ($P= 0,03$) y LE *versus* SS ($P= 0,02$), es decir, el tratamiento LE supera a SC, SS y al promedio de ambos sustitutos. Sin embargo, al comparar el grupo tratado con SC *versus* SS, no se observan diferencias significativa ($P= 0,73$).

El tiempo que demora el grupo alimentado con LE en duplicar el peso al nacimiento, es mayor al recomendado por González (2000), quien señala que los ternero debieran duplicar su peso en alrededor de 60 días.

Se debe agregar que, el comportamiento del SC tendió a mostrar cierta superioridad respecto al SS (Cuadro 5). Esta misma tendencia se observó en los pesos logrados a partir de la tercera semana de vida (ANEXO 1). Los resultados, aunque sostenidos en el tiempo, no permiten hacer una inferencia definitiva, debido a que los promedios de SC y SS no difirieron significativamente ($P > 0,05$). Esta situación se contrapone a otros ensayos en donde se comparan sólo ambos sustitutos.

A pesar que los terneros recibieron iguales volúmenes diarios de leche y sustituto, se observaron diferencias en la tasa de incremento de peso y en el peso vivo de los animales pertenecientes a los distintos tratamientos. Estos dos últimos parámetros, son determinantes en la cantidad de energía necesaria para la mantención de las funciones corporales (EMm) y para el crecimiento (EMg), de los individuos en cuestión y de los animales en general.

Con el propósito de cuantificar el aporte de energía hecho por el alimento líquido respecto de los requerimientos totales de Energía Metabolizable (EM), se estimaron estos últimos según las pautas descritas por NRC (2001). De acuerdo a éstas, para mantener sus funciones vitales diariamente, los animales tratados con LE, SC y SS requieren 2,08; 2,03 y 2,00 Mcal EMm, respectivamente. Debido a que los terneros se encontraban a potrero, y no en estabulación, la actividad física aumenta, por lo que, los valores antes mencionados se aumentaron en un 5 % (NRC, 2001). Las cifras obtenidas mediante este procedimiento se entregan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Requerimientos de Energía Metabolizable en terneros, y consumos estimados para cubrirlos según NRC, 2001.

	Tratamiento Lácteo					
	Leche entera		Sustituto con MOS		Sustituto sin MOS	
	35	90	35	90	35	90
Edad (días)	35	90	35	90	35	90
Peso Vivo (kg)	54,10	98,35	52,30	94,91	51,50	93,83
Ganancia Diaria de Peso (g/d)	430,99	797,89	372,37	747,26	345,63	747,85
Requerimientos de EM (Mcal/d)						
Para mantención	2,18	3,42	2,13	3,33	2,10	3,30
Para ganancia	1,34	3,46	1,11	3,15	1,01	3,15
Aporte EM						
Alimento líquido (Mcal/d)	3,04	3,04	2,04	2,04	2,04	2,04
Alimento sólido (Mcal/kg MS)	2,88 ¹	2,70 ²	2,88 ¹	2,70 ²	2,88 ¹	2,70 ²

¹ Valor estimado asumiendo que el consumo de alimentos sólidos corresponde a un 66,6% de concentrado inicial y un 33,3 % de pradera (Holmes *et al.*, 2002).

² Valor estimado asumiendo un consumo máximo de 200g/animal de concentrado de iniciación.

A los 35 días de edad, los animales que recibieron parte del aporte energético a través de la leche entera, cubrieron un 86,4 % de sus requerimientos totales (EMm y EMg), con este alimento. El 13,6 % restante, vale decir 0,48 Mcal EM/d, fue aportado por los alimentos sólidos, bajo el supuesto que el consumo corresponde 2/3 a concentrado inicial y 1/3 a pradera (Holmes *et al.*, 2002). La energía metabolizable que aportan los alimentos sólidos, se tradujo en un consumo de 166 g de MS/d.

En cambio, sólo el 63 % de los requerimientos energéticos totales fueron cubiertos por el sustituto lácteo con MOS, en el grupo de animales tratado con dicho alimento. Es importante recordar que MOS es sólo un aditivo, por ende no aporta energía al sustituto lácteo, sino que un efecto secundario de éste es aumentar la eficiencia de utilización de los alimentos. Ante esta situación terneros del tratamiento SC, debieron consumir 416,7 kg MS/d de alimentos sólidos para poder satisfacer sus requerimientos energéticos totales.

El grupo de terneros al cual se le suministró sustituto lácteo sin aditivo, lograron satisfacer sólo un 65,6 % de sus requerimientos totales a través del consumo de dicho alimento. Ante esta situación, se estimó que este grupo, debió hacer un consumo diario de 371,5 g MS, a través de los alimentos sólidos, de manera tal, de cubrir sus requerimientos de energía metabolizable.

El mejor comportamiento del grupo LE, en la fase inicial del ensayo, se explica principalmente por su mayor aporte de energía metabolizable, respecto a los sustitutos (0,76 *versus* 0,51 Mcal/L).

Los animales tratados con SS lograron satisfacer en mayor proporción sus requerimientos en comparación al grupo tratado con SC. Esta situación se contrapone al aporte de energía metabolizable que se realiza a través de estos alimentos, sin embargo, los requerimientos energéticos para ambos grupos difieren en términos de satisfacer una mayor tasa de incremento de peso y un mayor peso vivo para el grupo alimentado con MOS, lo cual explica las diferencias con los terneros alimentados con SS.

Roy (1972), establece que el consumo diario de materia seca no debe exceder 1,5 kg, en terneros con alrededor de 50 kg de peso vivo y una ganancia de peso de 500 g/d. Éste valor es superior al consumo que realizaron los terneros tratados con LE, SC y SS, cuyos consumos fueron del orden de 660,4; 899,2 y 854,0 g MS/d, respectivamente, lo cual valida la estimación realizada en el presente ensayo.

Adicionalmente, el Cuadro 6 presenta los requerimientos de EM para mantención y ganancia de peso, en el momento en que los terneros cumplieron los 90 días de edad. Los animales tratados con LE, SC y SS, lograron satisfacer sólo un 44,2; 31,5 y 31,7 %, respectivamente, sus requerimientos energéticos a través del consumo del alimento líquido.

Por otra parte, el consumo de alimentos sólidos necesario para cubrir los requerimientos no satisfechos por el alimento lácteo fue estimado de la siguiente forma: un consumo máximo de 200 g de concentrado inicial (0,6 Mcal EM/d) y el resto de consumo realizado desde la pradera. De esta manera, es posible estimar que los terneros realizaron un consumo de materia seca diario de alrededor de 1,43; 1,66 y 1,65 kg de alimentos sólidos.

Se estimó entonces que, los animales para satisfacer sus requerimientos diarios, debieron consumir del orden de 2,1 kg/d de materia seca, de acuerdo al peso y la tasa de incremento de peso de estos. Esto indica la imposibilidad por parte de los animales alimentados con sustituto lácteo de aumentar el ritmo de crecimiento, de manera tal de alcanzar los valores del grupo alimentado con LE, lo cual se explica por una limitante física dada por el tamaño de la cavidad ruminal de los terneros, según lo sostenido por Roy (1972), quien señala un consumo máximo de alrededor de 2 kg MS, para animales cuyas características son 100 kg de pesos vivo y 0,5 kg/d de ganancia de peso.

De esto se deduce que, en la medida que el animal es destetado a menor edad, el alimento lácteo aporta proporcionalmente más energía para cubrir los requerimientos del animal. Por el contrario, si el animal es destetado a mayor edad, el aporte energético para cubrir los requerimientos va a estar dado mayormente por la pradera. Todo lo anteriormente señalado, explica que el tiempo que los animales necesitaron para alcanzar 80 kg y duplicar el peso al nacimiento, haya sido estadísticamente diferente.

Sin embargo, los terneros al cumplir 90 días edad, sin importar el alimento lácteo que hayan recibido, alcanzaron pesos similares. Esto se debe, a que el suministro de alimento lácteo y concentrado inicial es constante durante todo el período de crianza artificial. En cambio, la pradera en la medida que los animales alcanzan mayores pesos va aumentando su importancia en relación al aporte de energía metabolizable.

Cabe señalar, que existen varios criterios para determinar el momento de destete. Algunos autores indican que los terneros deben ser destetados de acuerdo al nivel de concentrado inicial que consuman. Por ejemplo, Gorrill (1974) señala que se debe suprimir el suministro de leche cuando el individuo presente un consumo mínimo de 0,5 kg de concentrado de iniciación por tres días consecutivos; en cambio Lawrence y Pearce (1965), citados por Gorrill, (1974) considera que debe ser cuando los animales consuman sobre 0,7 kg/día.

Los criterios antes mencionados no son, sin embargo, aplicables en el sistema de crianza estudiado, debido a que el suministro de concentrado inicial fue de 0,2 kg/día durante todo el período de lactancia, además, el principal alimento sólido consumido por los terneros fue aportado por la pradera como se mencionó anteriormente. Con respecto a esto, existen otros criterios de destete relacionados con el peso, aplicables al sistema de crianza en cuestión y a la raza Holstein. Gorrill (1974), aconseja destetar a los terneros con un peso de 67 kg, el que se debiera lograr a las 7 semanas de edad aproximadamente. Criterio similar al recomendado por González (2000), quien señala que se debe destetar cuando los terneros alcanzan el doble de su peso al nacimiento alrededor de los 2 meses de vida. Por último Holmes *et al.* (1989), señalan que los terneros deben alcanzar 70 kg entre las 6 y 8 semanas de vida para poder ser destetados.

Es importante señalar que existen diversos ensayos de crianza de terneros en pastoreo, Zea-Salgueiro y Díaz (1990) resume varios de estos trabajos, de los cuales se puede desprender que algunos autores establecen que el suministro de leche fresca debe ser abundante, durante 18 semanas o en lactancias más cortas con suministro *ad libitum* de leche. Sólo algunos autores establecen lactancia más cortas de 8 semanas; además se señala que cuando el concentrado se suministra *ad limitum*, el consumo por parte de los animales en pastoreo es menor en un 60 % en comparación a los animales criados bajo un sistema de estabulación logrando pesos similares al momento del destete.

En los párrafos siguientes se realizará un análisis del peso vivo promedio a las distintas semanas de edad de los terneros, según el tipo de dieta láctea que consumieron durante el ensayo.

Los terneros alimentados con leche fresca, como se señaló anteriormente, registraron los mayores pesos durante todo el período de crianza artificial. Este grupo registró 50,9 kg a las 4 semanas de vida. Los terneros alimentados con LE, a la edad de 13 semanas y como se señaló anteriormente, alcanzaron un peso de 98,4 kg, valor muy superior a lo registrado por Goic *et al.* (1974), en ensayo con terneros Holando Europeo en condiciones de pastoreo, los cuales alcanzaron 79,7 kg a esta edad.

Los terneros que consumieron SS, a las 3 semanas de vida pesaron en promedio 46,09 kg; en cambio Newman *et al.* (1993), obtuvieron pesos superiores (50,94 kg) en un sistema de crianza en estabulación. A las 4 semanas de edad se observó un peso de 49,31 kg, siendo inferior en alrededor de 10 kg a lo observado por Pulido y Wittwer (2003), en condiciones de confinamiento. Los terneros a las 5 semanas de vida pesaron 51,52 kg, valor inferior a lo registrado por Newman *et al.* (1993), cuyos animales lograron un peso vivo de 59,97 kg a igual edad. A la edad de 7 semanas de edad, los individuos pesaron 60,07 kg, siendo similar a lo registrado por Navarro (2002) quien evaluó diferentes sustitutos lácteos. Por último, los terneros a las 8 semanas de vida alcanzaron 65,4 kg, valor superior a lo observado por Dildey *et al.* (1997) quienes registraron un peso de 60,8 kg y a lo observado por Dvorak *et al.* (1997) quienes registraron un peso de 59,4 kg.

En relación a los terneros alimentados con sustituto lácteo con MOS, a las 3 semanas de vida pesaron en promedio 46,5 kg; en cambio Newman *et al.* (1993) registraron valores del orden de 52,1 kg. A las 5 semanas de vida, los terneros con MOS alcanzaron 52,30 kg, este valor es inferior en 10 kg según lo observado por Newman *et al.* (1993), a la misma edad. Los individuos tratados con SC, a las 8 semanas de vida pesaron 67,03 kg, superando en 3 kg a lo registrado por Dildey *et al.* (1997); además a lo observado por Dvorak *et al.* (1997) cuyos animales lograron un peso de 61,69 kg, a igual edad.

Es posible inferir que, de acuerdo a los resultados expuestos, independiente del tratamiento al cual estuvieron sometidos los terneros, fueron satisfactorios tanto los pesos a diferentes edades durante toda la crianza artificial, como la edad para alcanzar un peso determinado.

La ventaja de la leche entera, es sin duda máxima durante las primeras semanas de vida de los terneros. No obstante, cuando se analiza posterior a este período, las ganancias de peso diario no difieren estadísticamente y por ende la superioridad se pierde en el tiempo. No obstante, en la medida que se desea realizar un destete más temprano, ya sea seleccionando un criterio según edad como un peso determinado, estos parámetros van a estar influenciados en mayor medida por la tasa de incremento de peso del primer período, por lo que la leche entera supera estadísticamente ambos sustitutos.

5.1.2. Efecto del sexo del animal

Al momento de nacer, a pesar de no presentarse diferencias significativas ($P= 0,2$), como se ilustra en el Cuadro 7, independiente del alimento líquido suministrado, los machos registraron en promedio un peso mayor (39,8 kg) respecto de las hembras (38,3 kg). Estos valores son similares a los registrados por González y Cortés (1988), en cuyo ensayo, los machos y hembras pesaron 38,9 y 37,7 kg, respectivamente. Todo lo anterior, concuerda con Roy (1972), quien señala que en término medio, nacen con mayor peso los machos que las hembras, indicando además que para la raza en cuestión, éstos deben ser de 41 y 39 kg respectivamente.

A los 7 días de vida, tampoco se registraron diferencias significativas ($P= 0,07$) en relación al peso de los individuos. Se debe agregar que durante este período (0 – 7 días de edad), los animales aumentaron en un 5,8 y 6,8 %, su peso vivo machos y hembras respectivamente.

Cuadro 7. Parámetros de crecimiento de terneros según el sexo del individuo.

	Sexo		P
	Machos	Hembras	
Número de terneros	17	13	
Peso vivo (kg)			
al nacimiento	39,79 (0,85) ¹	38,30 (0,74)	N.S.
a los 7 días	42,12 (0,48)	40,92 (0,41)	N.S.
a los 90 días	98,72 (1,19)	92,67 (1,03)	**
Ganancia diaria de peso (g/d)			
de 0 a 35 días	395,02 (0,01)	370,97 (0,02)	N.S.
de 35 a 90 días	813,63 (0,02)	715,03 (0,02)	*
de 0 a 90 días	654,49 (0,02)	589,38 (0,01)	**
Días para lograr			
80 kg.	69,98 (1,49)	76,51 (1,29)	**
doble peso nacimiento	68,38 (1,41)	74,14 (1,22)	**

N.S.= P>0,05

* = P ≤ 0,05 y P>0,01

** = P ≤ 0,01

¹ Error estándar

Es importante señalar, que al comparar los pesos al momento del destete (90 días de edad), sin importar la dieta láctea suministrada a los individuos, los machos (98,72 kg) superaron en un 6,5 % al peso de las hembras (92,67 kg); apreciándose que este efecto es altamente significativo (P< 0,01). Para este parámetro cabe señalar, que el rango dentro del cual fluctuaron los pesos de los machos estuvo entre los 87 y los 104 kg de peso vivo, y las hembras alcanzaron entre 86 y los 98 kg de peso vivo.

La Figura 2, ilustra la curva de crecimiento de los machos con respecto a las hembras. En ésta, se observa nuevamente que desde la quinta semana de vida, la tasa de crecimiento aumenta con respecto al período comprendido entre el nacimiento y la 5ª semana. Además se observa que desde la quinta semana los machos tienden a un ritmo de crecimiento más acelerado respecto de las hembras, logrando hacia el final de ensayo en promedio un mayor peso.

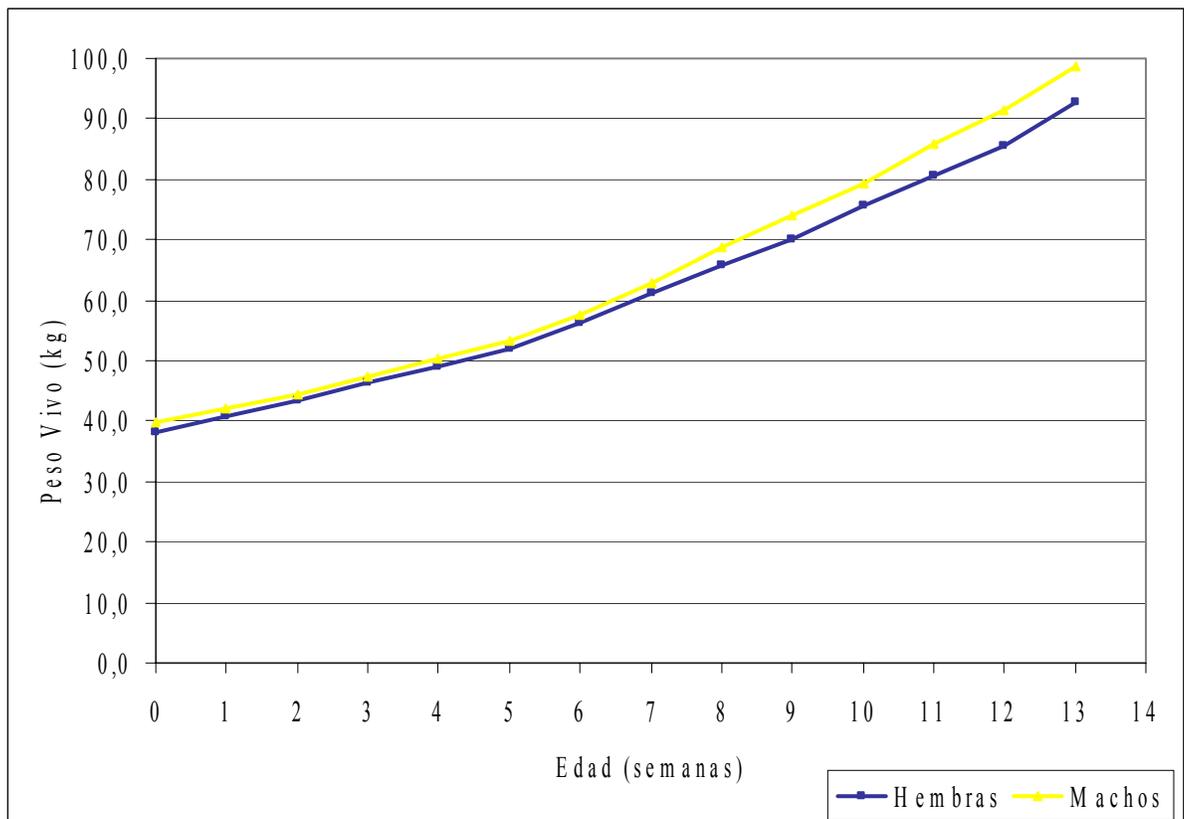


Figura 2. Peso vivo promedio de terneros según sexo (13 hembras; 17 machos).

Con respecto a la ganancia diaria de peso, el Cuadro 7 muestra que en el período comprendido entre el nacimiento y los 35 días de vida, no se presentaron diferencias significativas ($P= 0,33$) entre ambos sexos. Sin embargo, los machos ($395,02$ g/d) superaron a las hembras ($370,97$ g/d) durante este lapso de tiempo en un 6,5 %, en promedio.

Durante el período comprendido entre los 35 y 90 días de vida, se observaron diferencias significativas ($P= 0,03$) en relación a la ganancia de peso; superando en promedio en 98,6 g/d los machos (813,63 g/d) respecto de las hembras (715,03 g/d).

En relación a la tasa de ganancia de peso del período total, los machos lograron valores del orden de 654,49 g/d, superando significativamente ($P\leq 0,01$) a las hembras cuya tasa promedio fue de 589,38 g/d. El ritmo de crecimiento observado durante el período de lactancia, supera los valores registrados por González y Cortés (1988), cuyos animales alcanzaron tasas del orden de 580 y 565 g/d para machos y hembras respectivamente.

Adicionalmente, el Cuadro 7 ilustra los días para lograr 80 kg de peso vivo. En este parámetro las hembras difieren estadísticamente ($P< 0,01$) de los machos, ya que requieren 9,5 días más que éstos últimos para alcanzar dicho peso. Situación similar fue descrita por González y Cortés (1988), en cuyo estudio los animales lograron los 80 kg en 70,9 y 74,9 días machos y hembras, respectivamente.

En relación a los días requeridos para duplicar el peso al nacimiento, se registraron diferencias significativas ($P= 0,01$). Los machos alcanzaron dicho parámetro, en promedio, 5,8 días antes que las hembras.

De acuerdo con los resultados expuestos en el Cuadro 7, es posible inferir que los pesos al momento del destete (90 días de edad), son adecuados según lo expresado por Holmes *et al.* (2002), debido a que permiten que las hembras sean encastadas a los 15 meses de edad, de tal manera de lograr el primer parto a los 24 meses de edad.

5.1.3. Efecto del Mes de Nacimiento

Si bien, los pesos al nacimiento de los terneros, de acuerdo al mes en que se produjo este evento, no fueron estadísticamente diferentes ($P\leq 0,17$), en el Cuadro 8, se observa un menor peso en los terneros nacidos en marzo, independiente del alimento líquido suministrado. Ante esta situación, Roy (1972) sostiene que se estaría mostrando el efecto de

la época del año sobre la nutrición de la madre, lo cual se traduce en el desarrollo fetal de la cría.

Cuadro 8. Parámetros de crecimiento de terneros según el mes de nacimiento.

	Mes de Nacimiento		
	Marzo	Abril	p
Número de terneros	14	16	
Peso vivo (kg)			
al nacimiento	38,24 (0,54) ¹	39,85 (0,54)	N.S.
a los 7 días	42,01 (0,49)	41,03 (0,47)	N.S.
a los 90 días	97,18 (1,07)	94,21 (1,16)	N.S.
Ganancia diaria de peso (g/d)			
de 0 a 35 días	371,44 (0,02)	394,55 (0,02)	N.S.
de 35 a 90 días	790,59 (0,02)	738,07 (0,02)	N.S.
de 0 a 90 días	638,81 (0,01)	605,06 (0,02)	N.S.
Días para lograr			
Días a 80 kg.	71,42 (1,35)	75,08 (1,46)	N.S.
Días a doble peso nacimiento	69,35 (1,27)	73,18 (1,38)	N.S.

N.S.= P>0,05

* = P ≤ 0,05 y P>0,01

** = P ≤ 0,01

¹ Error estándar

De acuerdo a lo expuesto en el Cuadro 8, a los 7 días de vida los terneros nacidos en el mes de marzo, independiente del tratamiento lácteo al cual fueron asignados, alcanzaron un peso promedio de 42,0 kg, superando en 1 kg, el peso alcanzado por los animales nacidos en el mes de abril, a igual edad. Ante estos valores, no se observan diferencias significativa ($P=0,14$).

Al momento de destetar los animales, es decir a los 90 días de vida, no hubo diferencias significativas ($P=0,08$) en peso vivo. No obstante, los terneros nacidos en el mes de marzo tendieron a presentar un mayor peso respecto de los individuos nacidos en abril, al finalizar su período de lactancia.

En relación a las ganancias diarias de peso (Cuadro 8), para el período comprendido entre el nacimiento y los 35 días de vida, no se presentaron diferencias significativas ($P=0,35$); tiempo durante el cual los terneros nacidos en marzo presentaron una tasa menor (371,44 g/d) a la registrada por los terneros nacidos en el mes de abril.

Situación similar se observó durante el período comprendido entre los 35 y 90 días de vida, a pesar de no existir diferencias significativas ($P=0,09$), los terneros nacidos tempranamente (marzo) presentaron una tasa de ganancia de peso 7,1 % superior el registrado por los individuos nacidos tardíamente (abril).

No se observaron diferencia significativas ($P=0,15$) en la ganancia diaria de peso total, para el intervalo que va desde el nacimiento al momento del destete. Aunque nuevamente se observa una ventaja para los individuos nacidos en marzo, con una tasa de 638,81 g/d, respecto a los nacidos en abril, con una tasa de 605,06 g/d.

En relación a los días requeridos para lograr 80 kg, no se observaron diferencias significativas ($P=0,08$). Dicho parámetro, fue logrado 4 días antes por los terneros nacidos en marzo (71,4 días) con respecto a los individuos nacidos en abril (75,08 días). Esto concuerda con lo registrado por Riveros (1990), quien destetó con 80 kg a los 72 días

animales de nacimiento temprano (Julio-Agosto), durante la estación de primavera. González y Cortés (1988), sin embargo, observó que al momento del destete, el mes de nacimiento no ejercía efecto sobre este parámetro, registrando para los terneros nacidos en agosto y septiembre alrededor de 73 días.

De acuerdo a los resultados expuesto en el Cuadro 8, los días requeridos para duplicar el peso al nacimiento, no fueron estadísticamente significativos ($P= 0,06$). Dicho parámetro, fue alcanzado alrededor de 4 días antes por los individuos nacidos en marzo (69,35 días) respecto de los nacidos en abril (73,18 días).

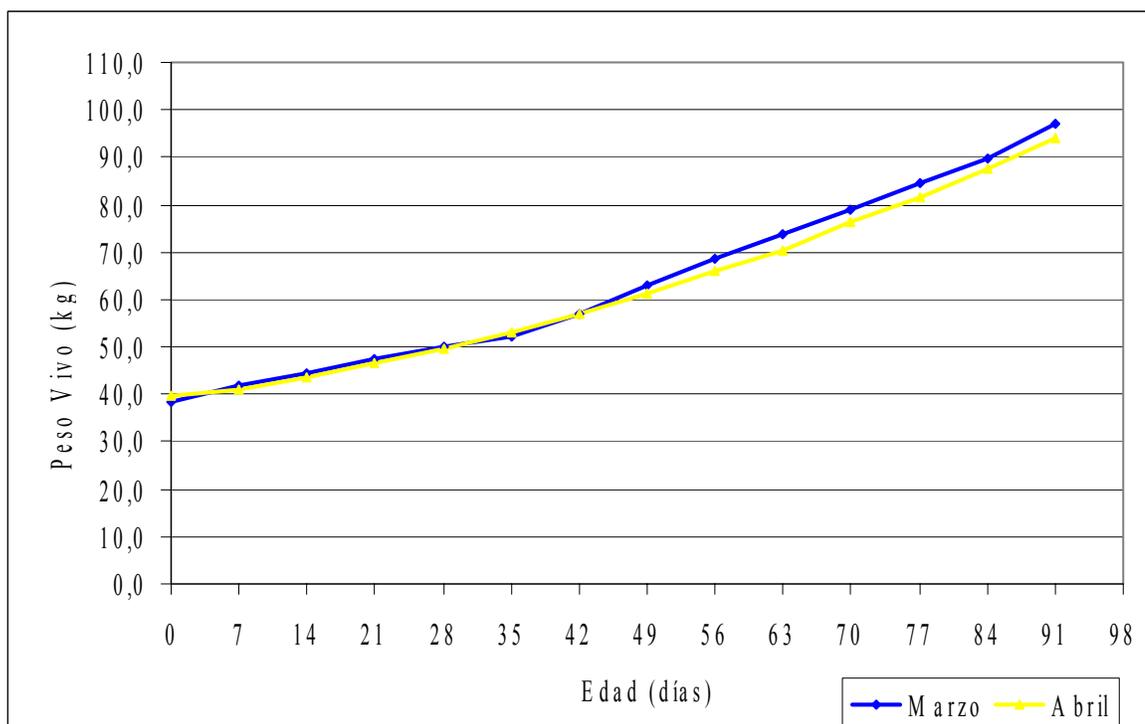


Figura 3. Curva de crecimiento en terneros, según el mes de nacimiento.

Todos los resultados anteriormente discutidos, se resumen en la Figura 3, la cual ilustra la curva de crecimiento de los terneros nacidos en marzo con respecto a los nacidos en el mes de abril. Si bien, en ella se puede observar que al momento de nacer, los individuos del mes de abril obtuvieron, en promedio, 1,6 kg más que en el mes de marzo (Anexo 3); al momento del destete, es decir a los 90 días de edad, los terneros nacidos tempranamente alcanzaron mayores pesos que los nacidos tardíamente.

Lo señalado en el párrafo anterior, se explica debido a que las vacas de partos más tardíos, al aprovechar el crecimiento de la pradera durante el otoño, el desarrollo del feto se ve beneficiado. Sin embargo, en la medida que los animales se vayan alimentando por sí solos y de acuerdo con lo señalado por INIA (1996) y Cubillos *et al.* (1970) (citados por Goic *et al.*, 1974), los terneros de pariciones tempranas dispondrían de una pradera de mejor calidad y con una mayor tasa de crecimiento que les permitiría cubrir más fácilmente sus requerimientos nutritivos. Esto es particularmente importante en sistemas basados solamente en pradera, ya que el peso final va a estar influenciado por la antelación con que puedan comenzar a utilizar la pradera de manera eficiente, según lo expresado por Riveros (1990).

Es por esto, que es de gran importancia contar con una pradera de acuerdo a lo descrito por Mc Meekan (1973) y Hazard (2004), quienes son enfáticos al definir las características que debe reunir ésta para ser utilizada con éxito en la crianza de terneros, señalando que debe estar formada por una mezcla de gramíneas con un alto porcentaje de leguminosas, estar en crecimiento, poseer un alto porcentaje de hojas, presentar una altura al momento del pastoreo, no superior a 15 cm y una digestibilidad de un 70 % para la materia seca.

Los terneros, según Presten (1957), Abrams (1968) y Cubillos y Montt (1969) (citados Goic *et al.*, 1974) tienen hábitos de pastoreo altamente selectivos, no consumiendo forrajes de mala calidad en cantidades suficientes para alcanzar un crecimiento óptimo.

Si bien el mes de nacimiento no afectó estadísticamente los parámetros de crecimiento, los terneros nacidos tardíamente (abril) obtuvieron mayores pesos al nacimiento, lo cual se explica por un efecto en la nutrición de la madre que se refleja en las crías, sin embargo, los terneros nacidos tempranamente (marzo) aprovechan mejor la pradera en cuanto a calidad y cantidad del forraje ofrecido, lo cual genera animales con una mejor condición. De esto deriva la importancia de concentrar los partos para aminorar los efectos de la disminución de cantidad y calidad de la pradera, que se reflejan en el comportamiento de la cría una vez que esta se alimenta por sus propios medios. Se debe agregar que los terneros que nacen más tarde, al imitar el comportamiento de los animales de mayor edad, el consumo de pasto lo comienzan a una edad menor. Así, el mes de nacimiento confiere una ventaja sobre el peso al momento del encaste, el cual se realiza en una fecha determinada.

5.2. Incidencia de enfermedades

Como se mencionó anteriormente se llevó un registro individual diario, de diarreas y enfermedades respiratorias. Con esta información, mediante regresión logística fue posible calcular la probabilidad de terneros enfermos diariamente (P_x) y la probabilidad de que los animales al menos una vez presentaran problema de salud. De acuerdo a la ecuación 2, de $P(x)$, los valores para “a” y “b”, según el tipo de alimento líquido, se exponen en el Cuadro 9. Las curvas obtenidas a partir de estos valores se ilustran en la Figura 4 y en el Cuadro 10.

Cuadro 9. Parámetros “a” y “b”, para los diferentes tipos de alimentos, de la ecuación logística que describe probabilidad de animal enfermo en un día determinado

Tipo de alimento	Parámetros	
	a	b
Leche entera	2,81	0,023
Sustituto con MOS	3,07	0,025
Sustituto sin MOS	2,59	0,025

Cabe señalar, que la mortalidad fue de un 0 % y no se presentaron casos de enfermedades respiratorias durante todo el período de alimentación líquida, en ninguno de los tratamientos.

Si bien la probabilidad diaria de que un ternero presente diarrea fue baja ($\leq 0,07$), como se ilustra en la Figura 4, el momento de mayor susceptibilidad de los animales se presentó durante los primeros 35 días de vida de estos animales. Se debe destacar que el menor valor se presentó en los animales alimentados con el sustituto al que se adicionó MOS.

De esta curva, además se puede desprender que, independiente de la alimentación líquida suministrada, todos los grupos tendieron a disminuir la probabilidad conforme la edad de los animales aumenta. Así mismo, las diferencias entre tratamientos va disminuyendo hacia el final de la crianza artificial. En otras palabras hacia el final del ensayo, la probabilidad de que los animales estuviesen sanos aumentó considerablemente, alcanzando valores cercanos a un 99 % en todos los tratamientos.

Esta tendencia concuerda con los resultados obtenidos por Heinrichs *et al.* (2003) en un estudio realizado con terneros estabulados, donde se monitoreó la fluidez y consistencia de las heces e intensidad de las diarreas. Dichos autores concluyeron que al inicio del ensayo, la probabilidad de que los terneros presentaran heces normales fuese muy cercana a cero y

fuese aumentando en la medida que los individuos obtuvieron mayor edad, llegando alrededor de 0,6 a las 6 semanas de vida en animales alimentados con SC, valor muy inferior a lo registrado en el presente ensayo.

Este tipo de monitoreo no fue posible en el presente ensayo, debido al tipo de crianza en que se mantuvieron los terneros, sin embargo fue factible medir la probabilidad que un animal presentara diarrea, al menos en una oportunidad, durante los 90 días de crianza.

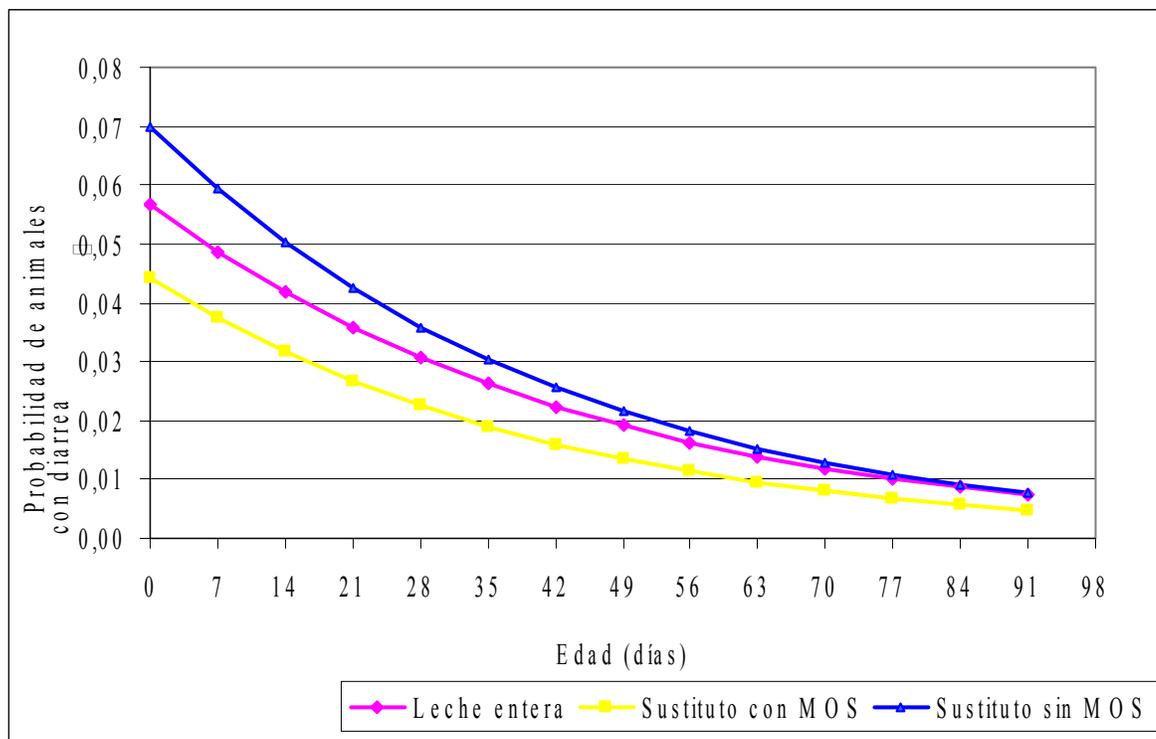


Figura 4. Probabilidad de terneros sanos por día de edad

El hecho de que los animales durante los primeros 35 días de vida, hayan presentado mayor susceptibilidad a enfermedades, concuerda con Zurita (1995), quien además indica como causantes de estos cuadros a agentes infecciosos (*E. coli*, *Rotavirus*, *Coronavirus* y

Cryptosporidium) y a factores ambientales como por ejemplo, camas sucias, mala preparación de los sustitutos lácteos, bajas temperaturas ambientales, etc.

El Cuadro 10, ilustra la probabilidad acumulada de que los terneros hayan presentado diarrea durante el período de lactancia. Se puede observar que los animales, independiente del alimento suministrado, presentaron mayor probabilidad de haber presentado al menos una vez diarrea durante el lapso comprendido entre el nacimiento y los 35 días de vida, a pesar que el período es más corto, respecto del comprendido entre los 36 y 90 días de vida.

Cuadro 10. Probabilidad acumulada de animales con cuadros de diarrea, según el tipo de alimento lácteo.

Edad (días)	Tipo de alimento		
	Leche entera	Sustituto con MOS	Sustituto sin MOS
0 a 35	0,0874	0,0697	0,1092
36 a 90	0,0187	0,0141	0,0225
0 a 90	0,1061	0,0838	0,1317

Durante el período comprendido entre el nacimiento y 35 días de edad, los individuos tratados con LE, superaron con amplia ventaja la tasa de incremento de peso alcanzada por los animales alimentados con ambos sustitutos lácteos, este período coincide con la etapa más crítica en relación al estado sanitario de los animales.

Es por esto, que es interesante observar el comportamiento de los animales en igual período. Así, los terneros tratados con sustituto lácteo con MOS, registran la menor probabilidad de que al menos enfermen una vez, durante dicho periodo, alcanzando valores del orden de 0,0697 (Cuadro 10), probabilidad menor en un 25,3 y 56,7 % respecto de los animales cuyo alimento líquido fue LE y SS respectivamente.

Un comportamiento similar se registró durante el período comprendido entre los 35 y 90 días, donde una vez más, el grupo tratado con SC, registraron los menores valores (0,0141), superados en un 32,6 y 59,7 % respecto de los valores de los terneros alimentados con LE y SS, respectivamente. Dicho lapso se destacó por una disminución en la probabilidad que los animales hayan enfermado, en comparación al período entre el nacimiento y los 35 días.

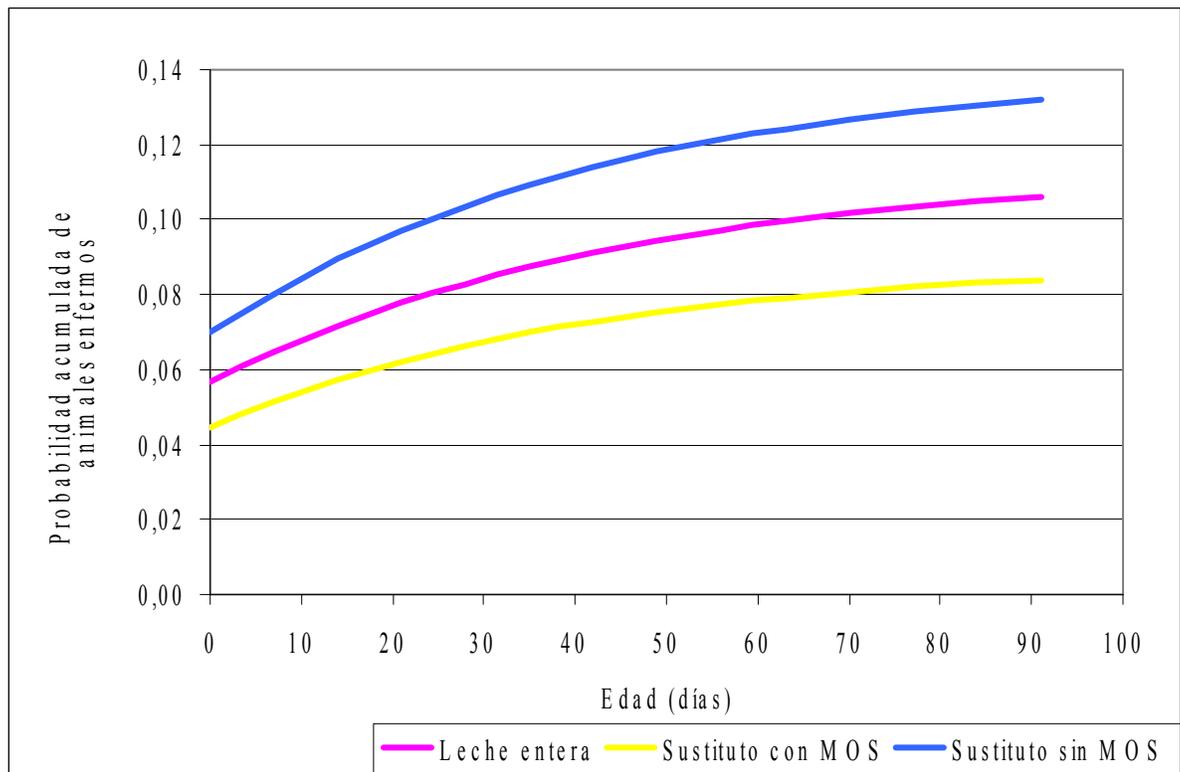


Figura 5. Probabilidad de que los terneros presenten diarrea al menos una vez durante el período de crianza

Los animales alimentados con sustituto lácteo al cual se le incorporó el aditivo MOS, registraron menor incidencia de diarreas durante todo el período de crianza artificial (0 a 90 días de vida), como se observa en la Figura 5.

Complementariamente, se realizaron análisis de coliformes fecales y totales a los 60 días de vida de los terneros, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 11. Se observa que el conteo de Coliformes totales fueron iguales para todos los grupos y > 1.800 unidades por 100 ml de agua destilada estéril, lo cual está dentro de los parámetros normales para estos animales. Para el conteo de Coliformes fecales los resultados también fueron similares para los 3 tratamientos e iguales a cero.

Cuadro 11. Conteo de Coliformes fecales y totales, por 100 ml de agua destilada estéril.

	Tipo de Alimento		
	Leche entera	Sustituto con MOS	Sustituto sin MOS
Número de terneros	3	3	3
Coliformes fecales	0	0	0
Coliformes totales	> 1800	> 1800	> 1800

De esto se puede deducir que, los terneros que presentaron cuadros de diarrea fueron probablemente causados por estrés ambiental provocados por las condiciones adversas de la estación de otoño, y no por agentes patógenos.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, es factible llegar a las siguientes conclusiones:

- Es factible implementar, en terneros nacidos en otoño, un sistema de crianza en condiciones de pastoreo, ya sea utilizando leche fresca así como sustituto lácteo. En ambos casos se logran altos pesos al momento del destete y una baja incidencia de enfermedades.
- La superioridad, en ganancia de peso, logradas con leche fresca respecto del sustituto, disminuye conforme aumenta la edad de los terneros, de tal manera que, la respuesta animal a los distintos alimentos líquidos, tiende a igualarse. Esto se debe a que el alimento líquido va perdiendo importancia en términos de aporte energético.
- En términos de incrementos de peso, el período de crianza presenta 2 etapas claramente definidas. En la primera, la leche entera supera a los sustitutos, mientras en la segunda, la respuesta se iguala. Por consiguiente, el criterio de destete puede definir la mejor opción al momento de elegir el alimento líquido.
- La leche entera, representa la mejor alternativa cuando se desea realizar un destete a edad más temprana y/o menor peso de los terneros, como lo representa duplicar el peso al nacimiento o alcanzar los 80 kg.
- El principal efecto de incorporar MOS al sustituto lácteo, se refleja en un mejor estado sanitario de los animales alimentados con dicho aditivo.

7. BIBLIOGRAFÍA

ALLTECH. 1999a. Mannan oligosaccharides: a new era in nutrition. *Feeding Times* 3 (4): 25-28.

ALLTECH. 1999b. En la línea de fuego: Alternativas para los antibióticos. *Feeding Times* 4 (1): 4-21.

DAVIS, M., MAXWELL, C., BROWN, D., RODAS, B., JOHNSON, Z., KEGLEY, E., HELLWIG, D. and DVORAK, R. 2002. Effect of dietary mannan oligosaccharides and (or) pharmacological additions of copper sulfate on growth performance and immunocompetence of weanling and growing/finishing pigs. *Journal of Dairy Science* 80:2887-2894.

DILDEY, D., SELLARS, K., BURRILL, M., TREE, J., NEWMAN, K. and JACQUES, K. 1997. Effect of mannan oligosaccharide supplementation on performance and health of Holstein calves. *Journal of Dairy Science* 80 (Suppl. 1): 188.

DVORAK, R., NEWMAN, K., JACQUES, K. and WATERMAN, D. 1997. Effects of Bio-Mos added to calf starter and an all-milk milk replacer on performance and health. *Journal of Dairy Science* 80 (Suppl. 1):281.

FINUCANE, M., SPRING, P. and NEWMAN, K. 1999. Incidence of mannose-densitive adhesions in enteric bacteria. *Poultry Science* 78 (Suppl. 1):139.

FRANKLIN, S., NEWMAN, K. and MEEK, K. 2005. Immune parameters of dry cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. *Journal of Dairy Science* 88:766-775.

FAUNDEZ, R. 1985. Caracterización de los suelos del predio Oromo (X Región). Memoria Licenciado en Ciencia Agrícolas, especialidad Ingeniería y Suelos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 99 p.

GARCÍA, X., MAGOFKE, J. C., GONZÁLEZ, H. y CORTÉS, C. 1987. Registros parciales de producción de leche como criterio de selección en vacas Holando Europeo. I: Efecto de la edad, año y mes de parición sobre la producción total y parcial de leche. *Avances de la Producción Animal*, N° 12 (1-2):111-124.

GOIC, L., FROLICH A., y EICHHOLZ, J. 1974. Efecto del mes de nacimiento sobre el crecimiento de terneros en pastoreo bajo las condiciones de la provincia de Osorno. *Agro sur*, Vol. 2 (1):21-24.

GONZÁLEZ, H. y CORTÉS, C. 1988. Evaluación de la suplementación con concentrado en terneros Holando Europeo criados bajo pastoreo. I. Periodo: nacimiento – seis meses. *Avances de la Producción Animal* N° 13 (1-2):185-190.

GONZALEZ, M. 2000. Diez puntos buenos: crianza artificial de terneros de lechería. *Tierra Adentro* 30 (ene-feb):34-35.

GORRILL, A. 1974. Alimentación y nutrición de terneros para reposiciones y para carne. *In: Church, D. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Nutrición práctica*, Vol. 3. Acribia, Zaragoza, España. 146-204 pp.

HAZARD, S. 2004. Alimentación de terneros y vaquillas de lechería. INIA. Temuco, Chile. *Boletín Técnico* n° 112. pp. 41 – 51.

HEINRICHS, A., JONES, C. and HEINRICHS, B. 2003. Effects of Mannan Oligosacchride or Antibiotic in neonatal diets on health and growth of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 86:4064-4069.

HOLMES, C. W., I. BROOKES, D. GARRICK, D. MACKENZIE, T. PARKINSON, G. WILSON. 2002. Milk production from pastures. Massey University, Palmerston, New Zealand. 602 p.

LE DU and PENNING, P. 1985. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: J. D. Leaver, ed. Herbage Intake Handbook. The British Grassland Society, Hurley, UK. pp. 37-75.

LOPEZ, A. 1996. El terreno de lechería: su crianza y alimentación. Tecno Vet Año 2 N°1 (marzo). Disponible en: http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9349%2526ISID%253D444,00.html Leído el 15 de agosto de 2006.

McMEEKAN, C. 1973. De pasto a leche (Una filosofía neozelandesa). Hemisferio sur, Montevideo, Uruguay. 280 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. National Academy Press. Washintong, D.C., Estados Unidos. 408 p.

NAVARRO, N. 2002. Evaluación de sustitutos lácteos fabricados con concentrado proteico de maíz. Memoria Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 133 p.

NEWMAN, K., JACQUES, K. and BUEDE, R. 1993. Effect of mannan oligosaccharide on performance of calves fed acidified and non-acidified milk replacers. Journal of Dairy Science 71 (Suppl. 1):271.

PULIDO, R. y WITTWER, F. 2003. Evaluación de un sustituto lacto en crianza artificial de terneros. Informe técnico. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia, Chile. 11 p.

QUIGLEY, J. 2001. Antibióticos en los sustitutos de leche. Calf Notes. Disponible en: www.calfnotes.com. Leído el 5 agosto de 2006.

RIVEROS, E. 1990. Efecto del peso de destete y mes de nacimiento sobre el crecimiento de terneros Holando Europeo criados a pradera. Avances en Producción Animal Vol 15 (1-2):123-129.

ROJAS, A., BOSCHINI, C. y JACKSON, F. 1984. Efecto de la sustitución proporcional de leche por reemplazador en la crianza de terneros. Agronomía Costarricense 8 (1): 59-63.

ROY, J. 1972. El ternero, manejo y alimentación. Traducido por A. Barrado. 2ª ed. Acribia, Zaragoza, España. 210 p.

SAVAGE, T., COTTER, P. y ZAKRZEWSKA, E. 1996. The effect of feeding mannan oligosaccharide on immunoglobulins, plasma IgG and bile IgA of Wrolstad MW male turkeys. Poultry Science 75 (Suppl. 1):143.

ZEA SALGUEIRO, J. y DÍAZ, M. 1990. Producción de carne con pastos y forrajes. Mundi Prensa, Madrid, España. 389 p.

ZURITA, L. 1995. Diarrea infecciosa del ternero causada por *Escherichia coli* enterotoxigénica. Tecno Vet Año 1(marzo). Disponible en: http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D8377%2526ISID%253D427,00.html#. Leído el 17 de agosto de 2006.

8. ANEXOS

ANEXO 1

Pesos semanales promedio (kg) de terneros según tipo de alimento

Edad (semanas)	Tipo de Alimento			P
	Leche entera	Sustituto con MOS	Sustituto sin MOS	
0	38,34 (0,97)	39,11 (0,97)	39,69 (0,97)	0,62
1	41,73 (0,54)	41,26 (0,54)	41,58 (0,54)	0,82
2	44,40 (0,52)	43,49 (0,52)	43,76 (0,52)	0,46
3	48,16 (0,43)	46,49 (0,43)	46,09 (0,43)	0,05
4	50,91 (0,54)	49,31 (0,54)	48,72 (0,54)	0,02
5	54,10 (0,76)	52,30 (0,75)	51,52 (0,76)	0,07
6	58,92 (0,85)	56,50 (0,85)	55,52 (0,85)	0,03
7	64,52 (0,91)	61,74 (0,90)	60,04 (0,90)	0,01
8	69,45 (1,22)	67,03 (1,21)	65,41 (1,22)	0,08
9	74,91 (1,30)	71,55 (1,29)	69,79 (1,30)	0,03
10	80,73 (1,39)	76,52 (1,38)	75,36 (1,38)	0,03
11	86,52 (1,26)	81,89 (1,25)	80,99 (1,26)	0,01
12	91,54 (1,36)	87,70 (1,35)	86,47 (1,35)	0,04
13	98,35 (1,35)	94,91 (1,34)	93,83 (1,35)	0,07

ANEXO 2

Pesos semanales promedio (kg) de terneros según el sexo

Edad (semanas)	Sexo del animal		P
	Hembras	Machos	
0	38,30 (0,85)	39,79 (0,74)	0,20
1	40,92 (0,48)	42,12 (0,41)	0,07
2	43,36 (0,46)	44,42 (0,40)	0,10
3	46,50 (0,38)	47,33 (0,33)	0,11
4	49,12 (0,47)	50,17 (0,41)	0,11
5	52,09 (0,67)	53,19 (0,58)	0,23
6	56,26 (0,75)	57,70 (0,65)	0,16
7	61,24 (0,80)	62,96 (0,69)	0,12
8	65,91 (1,07)	68,69 (0,93)	0,07
9	70,14 (1,15)	74,03 (0,99)	0,02
10	75,67 (1,22)	79,40 (1,06)	0,03
11	80,57 (1,11)	85,69 (0,96)	0,00
12	85,59 (1,19)	91,55 (1,03)	0,00
13	92,67 (1,19)	98,72 (1,03)	0,00

ANEXO 3

Pesos semanales promedio (kg) de terneros según el mes de nacimiento

Edad (semanas)	Mes de Nacimiento		
	Marzo	Abril	P
0	38,24 (0,82)	39,85 (0,77)	0,17
1	42,01 (0,47)	41,03 (0,43)	0,14
2	44,26 (0,45)	43,51 (0,41)	0,24
3	47,45 (0,37)	46,38 (0,34)	0,05
4	49,89 (0,46)	49,41 (0,43)	0,47
5	52,33 (0,65)	52,95 (0,60)	0,50
6	57,13 (0,73)	56,83 (0,68)	0,77
7	62,85 (0,78)	61,35 (0,72)	0,18
8	68,54 (1,05)	66,06 (0,97)	0,10
9	73,73 (1,12)	70,43 (1,03)	0,05
10	78,79 (1,20)	76,28 (1,10)	0,14
11	84,76 (1,00)	81,51 (1,09)	0,42
12	89,60 (1,17)	87,54 (1,08)	0,22
13	97,18 (1,64)	94,21 (1,08)	0,08

ANEXO 4

Probabilidad diaria de animales enfermos

Edad (días)	Tipo de alimento		
	Leche entera	Sustituto con MOS	Sustituto sin MOS
0	0,057	0,044	0,070
7	0,049	0,038	0,059
14	0,042	0,032	0,050
21	0,036	0,027	0,042
28	0,031	0,023	0,036
35	0,026	0,019	0,030
42	0,022	0,016	0,026
49	0,019	0,013	0,022
56	0,016	0,011	0,018
63	0,014	0,010	0,015
70	0,012	0,008	0,013
77	0,010	0,007	0,011
84	0,009	0,006	0,009
91	0,007	0,005	0,008

ANEXO 5

Probabilidad acumulada de presentar diarreas

Edad (días)	Tipo de alimento		
	Leche entera	Sustituto con MOS	Sustituto sin MOS
0	0,06	0,04	0,07
7	0,06	0,05	0,08
14	0,07	0,06	0,09
21	0,08	0,06	0,10
28	0,08	0,07	0,10
35	0,09	0,07	0,11
42	0,09	0,07	0,11
49	0,09	0,08	0,12
56	0,10	0,08	0,12
63	0,10	0,08	0,12
70	0,10	0,08	0,13
77	0,10	0,08	0,13
84	0,10	0,08	0,13
91	0,11	0,08	0,13